

TEORİ VE UYGULAMADA TARIM, ORMAN VE SU BİLİMLERİ

Editörler

Prof. Dr. Gökhan AYDIN

Prof. Dr. İbrahim CENGİZLER,

Prof. Dr. Ali Beyhan UÇAK



**TEORİ VE UYGULAMADA
TARIM, ORMAN VE
SU BİLİMLERİ**

Editörler:

Prof. Dr. Gökhan AYDIN

Prof. Dr. İbrahim CENGİZLER

Prof. Dr. Ali Beyhan UÇAK



TEORİ VE UYGULAMADA TARIM, ORMAN VE SU BİLİMLERİ
Editörler: Prof. Dr. Gökhan AYDIN, Prof. Dr. İbrahim CENGİZLER,
Prof. Dr. Ali Beyhan UÇAK

Genel Yayın Yönetmeni: Berkan Balpetek

Kapak Tasarımı: Duvar Design

Yayın Tarihi: Aralık 2024

Yayıncı Sertifika No: 49837

ISBN: 978-625-5530-90-5

© Duvar Yayınları

853 Sokak No:13 P.10 Kemeraltı-Konak/İzmir

Tel: 0 232 484 88 68

www.duvar yayinlari.com

duvarkitabevi@gmail.com

**Yayınevi ve editörler, yazarların belirtmiş olduğu görüş ve düşünceler ile doğabilecek etik ihlallerinin sorumluluğunu kabul etmekle yükümlü olmayıp kitapta yer alan yazıların sorumluluğu yazar(lar)ına aittir.*

İÇİNDEKİLLER

1. Bölüm.....7

Hassas Tarımda Yabancı Ot Yönetimi İçin Karasal Robotik Teknolojilerdeki Gelişmeler

Ali BAYAT

2. Bölüm.....21

Pitaya (*Hylocereus* spp.) Yetiştiriciliği ve Sağlık Açısından Önemi

Vildan PEPE, Civan ÇELİK2

3. Bölüm.....31

Balıklarda Yaş Tayini Yöntemleri

Rahmi AYDIN, Fahrettin YÜKSEL

4. Bölüm.....52

Batman İli Balık Tüketim Alışkanlığının Belirlenmesi

Saadet AKKUŞ, Gülderen KURT KAYA

5. Bölüm.....81

Doğadan Toplanan Adaçayı Bitkisinin Organik Tarımda Üretim Potansiyeli Kayseri Örneği

Sancar BULUT

Yaşar Deray SAYGI

6. Bölüm.....97

Su Kefiri: Üretim Ve Sağlık

Hatice İlkay YAŞAR, Elif Rabia ŞANLI, Serkan ÖZKAYA3

7. Bölüm.....111

**Tarımda Siyanobakterilerin Kullanımı:
Potansiyeller, Faydalar ve Uygulamalar**

*Serkan BENLİ, Hande ESER, Seda KAÇAR,
Büşra GÖRGÜLÜ, İsmail Emrah TAVALI*

8. Bölüm.....136

**Melolontha melolontha Zararlısına Karşı Mikrobiyal Mücadelede
Yeni Yöntemler: Entomopatojenik Etmenlerin Rolü**

*Serkan BENLİ, Büşra GÖRGÜLÜ, Seda KAÇARI
Hande ESER, İsmail Emrah TAVALI*

9. Bölüm.....157

**Fermente Balık Ürünlerinde Starter Kültür Kullanımının
Biyojen Amin Oluşumuna Etkisi**

Fatma ÖZTÜRK, Hatice GÜNDÜZ

10. Bölüm.....164

**İstilacı Midyelerin Reaktif Yönetimi:
Karada Kirlilik Yükünün Hafifletilmesi ve
Atık Kabukların Sürdürülebilir Kullanımı**

HÜLYA ŞEREFLİŞAN

11. Bölüm.....191

Balık Yetiştiriciliğinde Parazit Mücadelesi ve Biyolojik Kontrole Bir Bakış

İbrahim CENGİZLER

12. Bölüm.....198

**Ahşap Ve Ahşap Esaslı Dış Mekan Mobilyaları:
Kullanım Alanları, Bakım Ve Sürdürülebilirlik**

Mustafa KORKMAZ, İzham KILINÇ

13. Bölüm.....217

**Keban Baraj Gölü Pertek Bölgesinde Balıkçılık ve
Balıkçılarının Sosyo-Ekonomik Analizi**

Şahin AK, Fahrettin YÜKSEL

14. Bölüm.....245

**Sous Vide: Düşük Sıcaklık ve Vakumla Pişirme Yönteminin
Su Ürünlerindeki Rolü**

Hatice GÜNDÜZ, Fatma ÖZTÜRK

15. Bölüm.....254

Balık Avlama Yöntemlerinin Kalite Üzerindeki Etkileri

Muhsine DUMAN, Erdal DUMAN

16. Bölüm.....275

**Sosyal Kooperatifçilik ve Ticaret Odasına Üye Tarım ve
Gıda İşletmelerinin Sosyal Kooperatif Faaliyetleri Kapsamında
Dezavantajlı Bireylerle Çalışma İstekleri: Beypazarı İlçesi Örneği**

Muradiye BERBEROĞLU, Bengü EVEREST

17. Bölüm.....286

**Yaprakları Yenen Bazı Minör Sebzelerdeki Fungal Hastalıklara Karşı
Biyolojik Mücadele Olanakları**

Nuray ÖZER, Ömer Ümit OKÇU

18. Bölüm.....302

**Marulda Botrytis cinerea Tarafından Oluşturulan Kurşuni Küf Hastalığına
Karşı Biyolojik Mücadele Çalışmaları**

Nuray ÖZER, Ömer Ümit OKÇU

19. Bölüm.....316

**Solar Radyasyona Dayalı Bazı Referans Evapotranspirasyon Tahmin
Modellerinin Doğu Anadolu Bölgesi Koşullarında Karşılaştırılması**

Selçuk USTA

20. Bölüm.....335

**Peyzaj Mimarlığı Tasarımlarında
İşlenmiş Orman Ürünleri ve Ahşap Esaslı Malzeme Kullanımı**

Selda Gedik SARI

21. Bölüm.....356

Farklı Meşcereler Altındaki Toprakların Bazı Hidro-Fiziksel Özellikleri

SENEM GÜNES ŞEN, Miraç AYDIN

1. Bölüm

Hassas Tarımda Yabancı Ot Yönetimi İçin Karasal Robotik Teknolojilerdeki Gelişmeler

Ali BAYAT¹

¹ Prof. Dr., Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Adana, Türkiye, E-Posta:alibayat@cu.edu.tr, ORCID: 000-0002-7104-9544

Özet

Robotik ve değişken oranlı teknoloji (VRT), alan özelinde yabancı ot yönetimi için büyük bir potansiyel sunmuştur. Ancak, bu teknolojiler, doğru yabancı ot tanımlama, yüksek başlangıç maliyeti, mevcut tarım uygulamalarıyla entegrasyon ve gerçek zamanlı uygulamalar için hassas ve sağlam sistemlerin geliştirilmesi gibi birçok zorlukla karşı karşıyadır. Bu çalışmada, alan (lokasyon) özelinde yabancı ot yönetimi teknolojilerine ilişkin bireysel bileşenlerin (otonom navigasyon, görüntüleme sensörleri ve yabancı ot yönetimi yaklaşımları gibi) durumunu, zorluklarını ve potansiyel iyileştirmelerini ele almak için kapsamlı bir genel bakış sunmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre RTK-GPS ve makine görüş rehberlik sistemleri, düşük maliyet, yüksek doğruluk ve kolay erişilebilirlik nedeniyle otomatik sıra rehberliği için yaygın olarak kullanılmaktadır. GPS teknolojisi sinyal kesintisi gibi zorluklarla karşı karşıyadır; sensör füzyonu önerilen bir çözüm olarak dikkat çekmektedir. Derin öğrenme teknikleri, robotik yabancı ot kontrolünde önemli bir potansiyel sunmaktadır. Hiper spektral görüntüleme teknolojisi, sağlam bir araç olarak dikkat çekmekte ancak açık alanlarda araştırmalar eksik kalmaktadır. Mekanik ve lazer ot temizleme gibi entegre yöntemler, robotik yabancı ot kontrolünün geleceği olarak öne çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Hassas tarım, yabancı otlarla mücadele, otonom algılama sistemleri, görüntüleme sensörleri

1.Giriş

Son yıllardaki çalışmalar, robotik teknolojilerin özellikle otonom navigasyon ve hiperspektral görüntüleme alanlarında ciddi ilerlemeler kaydettiğini göstermiştir (Zhang ve ark., 2023). Ek olarak, yapay zeka algoritmalarıyla desteklenen değişken oranlı teknolojilerin (VRT) saha uygulamaları daha etkin hale gelmektedir (Lee ve ark., 2022).

Son yıllarda robotik teknolojiler, derin öğrenme (DL) teknikleri ve akıllı kontrol sistemlerindeki gelişmeler, tarımsal ürün üretim sistemlerinde tarım uygulamalarının iyileştirilmesi için büyük fırsatlar yaratmıştır. Tarımsal robotlar ve otomatik makineler, yabancı ot temizleme, sabanlama, ekim ve hasat gibi tekrar eden ve zaman alıcı tarımsal görevleri etkili ve verimli bir şekilde yerine getirebilen mobil robotlardır. Bu robotik teknolojiler, tarımda iş gücü kıtlığının etkilerini dengeleyerek insan emeğine olan bağımlılığı azaltmayı hedeflemektedir.

Gelişmiş robotik teknolojiler ve yapay zeka (AI), tarımsal üretimde tohumlama (seeding), bitki hastalığı tespiti, bitki fenotip belirleme, hasat ve yabancı otlarla mücadele (Partel ve ark., 2019) gibi birçok önemli uygulama alanı bulmuştur.

Yabancı ot temizleme robotları, daha büyük verimlilik ve artan ürün kalitesi sağlamak amacıyla akıllı yabancı ot yönetimi stratejilerini uygulama potansiyeline sahiptir. Bu algılanan potansiyel, yabancı otların doğru bir şekilde tespiti ve yönetimi için robotik ve yapay zeka (AI) kullanımına olan ilgiyi artırmıştır.

1.1. Otonom Navigasyon ve Algılama Sistemleri: Yabancı otların doğru tespiti ve haritalanması, otonom navigasyon sistemlerinin ve hassas sensörlerin yardımıyla gerçekleştirilmektedir. Robotik yabancı ot kontrol sistemlerinde dört ana bileşen bulunmaktadır. Bunlar: otonom navigasyon, hassas yabancı ot tespiti, haritalama ve yabancı ot kontrol tekniklerinden oluşmaktadır. Ancak, bu dört bileşenden özellikle "doğru yabancı ot tespiti" en büyük zorluğu oluşturmaktadır.

1.2. Görüntüleme Teknolojileri ve Yapay Zeka: Yabancı ot tespiti için sensör tabanlı sistemler, makine öğrenmesi (ML) ve derin öğrenme (DL) algoritmaları ile entegre edilmiştir. Konvansiyonel görüntü işleme ve ML algoritmaları, dijital görüntüler üzerinde kullanılmış ve yabancı otların tanımlanması ve sınıflandırılmasında umut verici sonuçlar elde edilmiştir (Alam ve ark., 2020); (Wang ve ark., 2019). Bununla birlikte, ML teknikleri, her yabancı ot ve bitki türünün şekil, renk ve doku gibi özelliklerini çıkarmak için kapsamlı alan bilgisi gerektirir. Performansları, farklı görüntüleme

tekniklerinden ve çevresel değişkenlerden kaynaklanan veri çeşitliliğinden etkilenmektedir.

Derin öğrenme (DL) modelleri ise nesne tespiti ve sınıflandırma için ham verilerden otomatik özellik çıkarma ve adaptif öğrenme yetenekleri sağlamaktadır. DL, gerçek zamanlı yabancı ot kontrolü için doğru yabancı ot tespiti ve konumlandırma konusunda başarılı olmuştur (Hussain ve ark., 2020).

Alan bazlı yabancı ot yönetimi, gelişmiş sensörlerin ve değişken oranlı teknoloji (VRT) kullanılarak hedefe yönelik yabancı ot kontrol yaklaşımları ile gerçekleştirilebilir. Mekanik ve kimyasal yöntemler, dünya genelinde en çok tercih edilen yabancı ot yönetim yöntemleridir (Christensen ve ark., 2009).

Bu çalışmanın amacı, alan bazlı yabancı ot yönetimiyle ilişkili dört ana bileşeni—tarla ortamlarında robotların hassas hareketi için gerekli sistemler olan otonom navigasyon, yabancı otların tespit ve tanımlanmasında kullanılan optik ve hiperspektral görüntüleme sensörleri, mekanik, kimyasal ve lazer tabanlı teknikleri içeren yabancı ot yönetimi yaklaşımları ve tarımsal robotların etkinliğini değerlendiren performans analizleri—kapsamlı bir şekilde incelemektir.

2. Robotik Yabancı Ot Yönetimi İçin Bileşenlerin Entegrasyonu

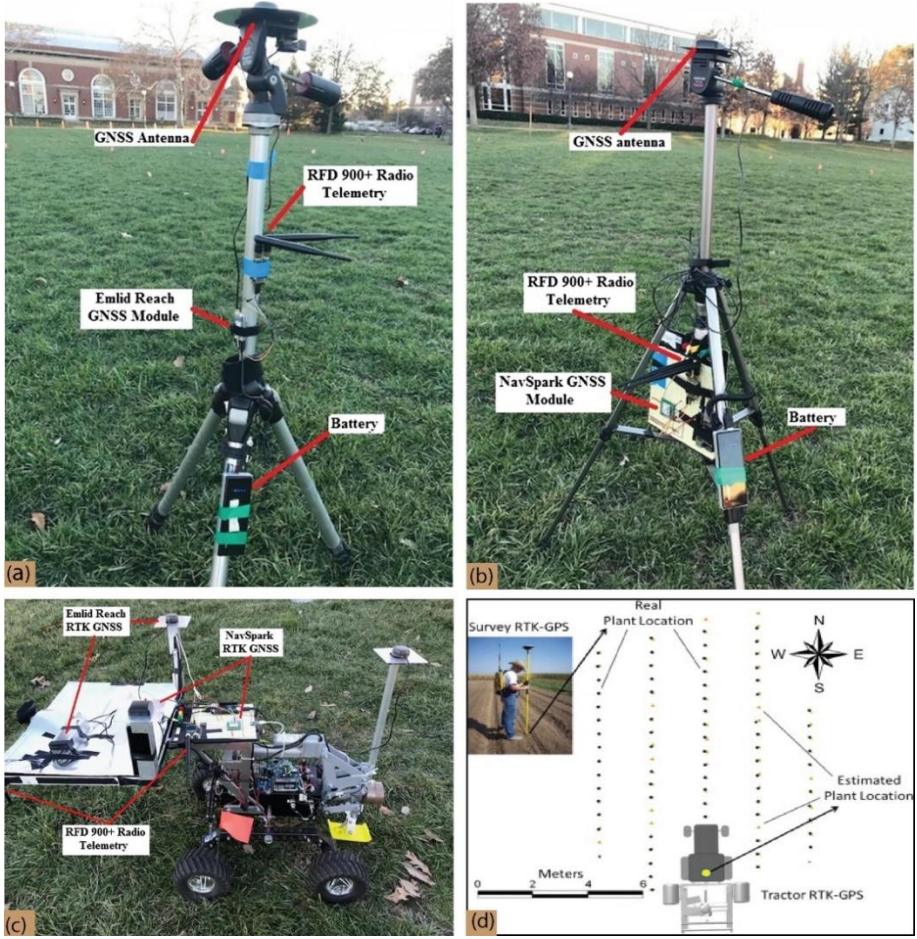
Robotik sistemlerin, tarımsal alanlarda yabancı ot kontrolü için etkili bir şekilde çalışabilmesi adına çeşitli bileşenlerin entegrasyonu gereklidir. Bu bileşenler, otonom navigasyon, görüntüleme teknolojileri ve yabancı ot yönetim yöntemleri gibi farklı işlevsel alanları kapsamaktadır. Başarılı bir yabancı ot yönetimi robotik sistemi, bu unsurları entegre ederek hassas, güvenilir ve çevresel olarak sürdürülebilir bir çözüm sunabilir.

Otonom Navigasyon

Otonom navigasyon, bir robotun belirli bir alan içerisinde herhangi bir insan müdahalesi olmadan hareket etmesini ifade eder. Bu, sıra bitkileri arasında hassas rehberlik ve engellerden kaçınma gibi görevleri içermektedir. Otonom sistemler, RTK-GPS, makine görüşü, LiDAR ve ultrasonik sensörler gibi teknolojilerden faydalanır. Şekil 1 de Otonom Navigasyon İçin yabancı ot control robotlarında kullanılan bazı teknoloji örnekleri verilmiştir.

1. **RTK-GPS:** RTK-GPS sistemleri, tarım robotlarının santimetre düzeyinde hassasiyetle hareket etmesine olanak tanır. Ancak, bu sistemler sinyal kaybı gibi çevresel faktörlerden etkilenebilir.

2. **Makine Görüşü:** Görüntüleme sensörleri, robotun bitkileri ve yabancı otları algılamasına yardımcı olur. Sıra bazlı rehberlik ve engellerin algılanması için yaygın olarak kullanılmaktadır.



Şekil 1. Otonom Navigasyon İçin Yabancı Ot Temizleme Robotlarında Kullanılan Teknolojilere Örnekler (Arjun ve ark.2024 den):(a) Emlid Reach RTK (ER-RTK) modülü baz istasyonu,(b) NavSpark RTK (NS-RTK) modülü baz istasyonu,(c) Saha robotu üzerinde kurulu Rover RTK GNSS modülü (Valente ve diğerleri, 2020), (d) RTK-GPS destekli otomatik rehberlik sistemi (Perez-Ruiz ve diğerleri, 2012).

Tablo 1 de bazı navigasyon sensörlerinin uygulayan robotlar ve bu robot sistemlerinin performansı karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Tablo 1'deki navigasyon sistemleri değerlendirilirken, RTK-GPS tabanlı sistemlerin hassasiyeti vurgulanmaktadır. Ancak, bu sistemlerin saha koşullarında çevresel faktörlere duyarlılığı, sensör füzyonu stratejileriyle giderilmeye çalışılmaktadır (Kim ve ark., 2023).

Tablo 1: Navigasyon Performansı ve Uydu Görüntüleme Kullanımı (Arjun ve ark.2024 den uyarlanmıştır)

Robot	Ülke	Navigasyon Sensörleri	Hız	Uygulama	Performans/Doğruluk
Asterix Robot	Norveç	GPS Modülü	0.8 m/s	Kimyasal mücadele	Ot %100 herbisit kullanımı doğru, 10 kat tasarruf sağlandı
BoniRob	Almanya	3D MEMS LIDAR, RTK-GPS	-	Bitki Fenotipleme	Yaklaşık 2 cm lokalizasyon doğruluğu
Akıllı Püskürtme Prototipi	ABD	RTK-GPS	-	Kimyasal mücadele	Ot Ortalama 0.25 m sapma
Bitki Transplantörü	ABD	RTK-GPS, Odometri, Veri Kaydedici	-	Sıra bitki Haritalama	Ortalama haritalama hatası 2 cm
Otonom Traktör	Danimarka	GPS	-	Mekanik mücadele	Ot GPS hatası nedeniyle işlenmiş alan kaybı %2-17 arasında

Görüntüleme Teknolojileri

Görüntüleme sensörleri, yabancı otların tespiti ve sınıflandırılması için kritik bir bileşendir. RGB, multispektral ve hiperspektral kameralar gibi çeşitli sensörler, bu amaçla kullanılır:

1. **RGB Sensörler:** Düşük maliyetli ve yüksek erişilebilirlik avantajları ile sıklıkla tercih edilir. Ancak, çevresel faktörlerden etkilenebilir (Wang ve ark., 2019).

2. **Multispektral ve Hiperspektral Sensörler:** Daha geniş bir spektral aralıkta veri toplama kapasitesine sahiptir, bu da daha ayrıntılı analizlere olanak tanır (Liu ve ark., 2021).

2.1 Performans Değerlendirmesi

Robotik sistemlerin etkinliği, hassasiyet, hız ve maliyet açısından değerlendirilir. Entegrasyonun başarısı, bileşenlerin uyumuna ve teknolojilerin gerçek saha koşullarındaki dayanıklılığına bağlıdır.

Otonom Navigasyon

Otonom navigasyon, tarım robotlarının saha ortamında herhangi bir dış müdahale olmadan hareket etmesini ve belirlenen görevleri gerçekleştirmesini sağlar. Bu özellik, tarımsal robotların yabancı ot temizleme, bitki dikimi ve hasat gibi işlemleri daha hassas ve verimli bir şekilde gerçekleştirmesine olanak tanır (Shalal ve ark., 2013).

Navigasyon Sistemleri ve Teknolojileri

Otonom navigasyon sistemlerinde kullanılan temel teknolojiler şunlardır:

1. **RTK-GPS:** Gerçek Zamanlı Kinematik Global Konumlandırma Sistemi (RTK-GPS), robotların santimetre hassasiyetinde konumlandırma yapmasını sağlar. Nagasaka ve ark.(2004), RTK-GPS ve Fiber Optik Jiroskop (FOG) sensörlerini birleştiren bir sistem geliştirmiştir. Bu sistem, pirinç tarlalarında otomatik sıra rehberliği için başarılı bir şekilde uygulanmıştır. Araştırmada, araç hızının 0.7 m/s olduğu durumlarda sapmanın yaklaşık 5.5 cm olduğu belirlenmiştir (Nagasaka ve ark., 2004).

2. **Makine Görüşü:** Görsel rehberlik sistemleri, robotların çevrelerini algılaması ve bitkiler arasında doğru bir şekilde hareket etmesi için yaygın olarak kullanılır. Görüntüleme sensörleri, bitki sıralarını tanımlamak ve engelleri tespit etmek için veri sağlar (Perez-Ruiz ve ark., 2012). Bu sistemlerin avantajı, GPS sinyali kesintisi gibi problemlerden etkilenmemeleridir.

3. **LİDAR ve Ultrasonik Sensörler:** Engellerin algılanması ve haritalama için LiDAR ve ultrasonik sensörler kullanılmaktadır. Bu sensörler, robotun çevresini üç boyutlu bir şekilde algılamasına ve rotasını buna göre optimize etmesine olanak tanır (Emmi ve ark., 2021).

Sensör Füzyonu

RTK-GPS, makine görüşü (machine vision) ve LiDAR gibi sensörlerin birleştirilmesi, navigasyon sistemlerinin doğruluğunu artırır. Sensör füzyonu, tek bir sensör türünün eksikliklerini telafi ederek daha güvenilir ve hassas bir sistem oluşturur (Lyle, 2013). Örneğin, GPS sinyali kaybolduğunda, makine görüşü ve LiDAR veri sağlayarak robotun konumunu doğru bir şekilde hesaplamasına yardımcı olabilir.

Navigasyon Modları

Otonom bir robot, tarım sahasında aşağıdaki navigasyon modlarını gerçekleştirebilmelidir.:

1. Görev başlatma ve kalibrasyonu,
2. Rota planlama,
3. Rota izleme,
4. Engellerden kaçınma,
5. Görev tamamlama

Zorluklar ve Sınırlamalar

- RTK-GPS, çevresel faktörlerden (örneğin, sinyal kesintileri) etkilenebilir.
- Görsel rehberlik sistemleri, ışık koşullarına ve çevresel değişkenlere karşı hassastır.
- LiDAR ve ultrasonik sensörler, karmaşık ortam koşullarında daha yüksek işlem gücü gerektirir.

3.Görüntüleme Sensörleri ve Yabancı Ot Sınıflandırması

Yabancı ot tespiti ve sınıflandırması, robotik yabancı ot yönetim sistemlerinin temel bileşenlerinden biridir. Yabancı otların ve bitkilerin şekil, renk ve doku özellikleri arasındaki benzerlik nedeniyle, bu süreç karmaşık bir görev olarak karşımıza çıkmaktadır. Sensör tabanlı görüntüleme sistemleri, yabancı otların doğru bir şekilde tespit edilmesi ve sınıflandırılması için kritik bir rol oynar. Görüntüleme işleminde yaygın olarak kullanılan bazı sensörler Şekil 2 de verilmiştir.



Şekil 4. Yabancı Ot Tespiti İçin Kullanılan Popüler Görüntüleme Sensörleri:(a) termal kamera, (b) LiDAR, (c) kamera (MAPIR), (d) Teledyne FLIR kamera, (e) Multispektral Kamera, (f) RGB kamera, (g) Derinlik kamerası, (h) Hiperspektral Kamera.

RGB Sensörler

RGB sensörler, yaygın olarak kullanılan görüntüleme teknolojileridir. Bu sensörler, üç renk bandı (kırmızı, yeşil ve mavi) üzerinden veri toplar ve düşük maliyetli olmaları nedeniyle tercih edilir. Ancak, çevresel ışık değişimlerine karşı hassastırlar ve daha dar bir spektral aralığı kapsarlar. Bu sensörler, makine öğrenimi (ML) ve derin öğrenme (DL) teknikleriyle birleştiğinde, yabancı otların tespitinde etkili bir araç haline gelmektedir (Zheng ve ark., 2017).

Multispektral Sensörler

RGB sensörlere kıyasla daha geniş bir spektral aralık sunan multispektral (MS) sensörler, kızılötesi (NIR) gibi ek bantlar aracılığıyla daha ayrıntılı veri sağlayabilir. Bu sensörler, klorofil tespiti, bitki sağlığı değerlendirmesi ve yabancı ot sınıflandırması için kullanılır. Ancak, yüksek maliyet ve karmaşıklık gibi dezavantajlara sahiptirler (Louargant ve ark., 2018).

Hiperspektral Sensörler

Hiperspektral (HS) sensörler, yüzlerce dar bantta veri toplayarak çok daha hassas analizler yapılmasına olanak tanır. Bu sensörler, bitki türlerini ayırt etmede ve yabancı otların belirlenmesinde yüksek doğruluk sağlar. Ancak, büyük boyutları, ağırlıkları ve yüksek veri işleme gereksinimleri nedeniyle saha uygulamalarında sınırlamalarla karşılaşabilir (Herrmann ve ark., 2013).

Tablo 2, yabancı ot tespiti için kullanılan çeşitli görüntüleme sistemlerinin navigasyon performansını ve doğruluğunu karşılaştırmaktadır.

"

Tablo 2. Görüntüleme Sistemleri ile Navigasyon Performansı (Arjun ve ark.2024 den uyarlanmıştır)

Robot	Ülke	Görüntüleme Sensörleri	Hız	Uygulama	Performans/Doğruluk
Mobil Robot	İsveç	Gri tonlama görüntü sistemi	0.2 m/s	Mekanik Ot Temizleme	±2 cm sıra tanıma doğruluğu
John Deere 6410 Traktör	ABD	Sony Kamera, Lidar Rehberlik Sistemi	1.8–4.4 m/s	Tarla Navigasyonu	Görsel rehberlik hata: 2–2.8 cm; Lidar rehberlik hata: 1.6–4.1 cm
Manuel Platform	Hollanda	Basler 301fc Renkli Kamera	0.5–1 m/s	Şeker Pancarı Alanında Sıra Tespiti	Medyan hata 22 mm

Tablo 3, yabancı ot tanımlama amacıyla kullanılan popüler sensörlerin performans karşılaştırmasını sunmaktadır.

Tablo 3: Yabancı Ot Tanımlama İçin Çeşitli Sensörlerin Karşılaştırılması (Arjun ve ark.2024 den uyarlanmıştır)

Robot	Ülke	Görüntüleme Sensörleri	Yazılım/Algoritma	Uygulama	Performans/Doğruluk
AgBotII	Avustralya	RGB sensör	Görüntü tabanlı çevrimiçi algılama	Mekanik ve Kimyasal Ot Mücadele	%92.3 ot sınıflandırma doğruluğu
Phoenix	Almanya	Elektromekanik sensör (feeler) ve sonar sensör	ROS Indigo Middleware ve C++	Mekanik Ot mücadele	Ortalama %82'lik işlenmiş alan (sonar); %65 (feeler)
BOSCH BoniRob	İtalya	Multispektral kamera (JAI AD-13)	GAN'ler ile veri artırma	Mahsul/Ot Segmentasyonu	Ot segmentasyonu için kaliteyi artıran gerçekçi multispektral görüntüler oluşturdu
Field Robot	ABD	RGB stereo kamera	ANN ile sınıflandırma ve segmentasyon	Ot Tespiti	Segmentasyon algoritmasının hata oranı %2.9; tanımlama oranı %95.1
Metal Çerçeve (Israel)	İsrail	Spektral kamera	PLS-DA	Kimyasal Ot mücadele	Saf yaprak spektral verileriyle %99, gövde verileriyle %95 doğruluk
AutoWeed	Avustralya	FLIR Blackfly 23S6C Ethernet	CNN Modelleri (Inception-v3 ve ResNet)	Ot Türü Sınıflandırma	Inception-v3: %95.1; ResNet-50: %95.7 doğruluk
Lazer Bazlı Ot Temizleyici	Rusya/Danimarka	Raspberry Pi ve Sony IMX219 Exmor	Haar kaskadlarıyla Viola-Jones algoritması	Lazer Temizleyici	5 W lazerle 2 mm üzeri çaplı yabancı otlar en iyi şekilde temizlendi

4.Yabancı Otlarla Mücadele Yönetimi Yaklaşımları

Yabancı ot yönetimi, tarımda sürdürülebilirliği ve ürün verimini artırmak için kritik bir bileşendir. Geleneksel yöntemler genellikle manuel ya da geniş ölçekte herbisit kullanımı gibi yöntemlere dayanırken, modern teknolojiler robotik sistemler ve hassas tarım yaklaşımlarını içermektedir.

Fiziksel ve Mekanik Mücadele Yöntemler

Fiziksel yabancı ot temizleme yöntemleri, genellikle yabancı otların manuel olarak çıkarılmasını veya mekanik ekipmanlarla yok edilmesini içerir. Mekanik yabancı ot temizleyiciler, otonom tarım robotlarına entegre edildiğinde hem doğruluk hem de hız açısından büyük avantajlar sağlar. Örneğin, Mekanik Çapalamada: Robotik çapalama sistemleri, sıralar arasında hassas bir şekilde

çalışabilir. Wiltshire ve ark. (2003), görsel rehberlik kullanan bir çapalama robotunun %95'e varan başarı oranıyla yabancı otları temizlediğini belirtmiştir.

Kimyasal Mücadele Yöntemler

Kimyasal yabancı ot yönetimi, herbisitlerin belirli bölgelerde hassas bir şekilde uygulanmasını içerir. Bu yöntem, özellikle değişken oranlı teknoloji (VRT) ile entegre edildiğinde çevresel etkileri en aza indirebilir. Partel ve ark. (2019), akıllı püskürtme sistemlerinin herbisit kullanımını %50'ye kadar azalttığını göstermiştir.

Isıl ve Lazer Mücadele Yöntemler

Yabancı otları öldürmek için termal enerji veya lazer teknolojileri kullanılabilir. Bu yöntemler, hassasiyet gerektiren organik tarım uygulamaları için uygundur. Hussain ve ark. (2020), lazer tabanlı sistemlerin çevredeki mahsule zarar vermeden yabancı otları etkili bir şekilde yok ettiğini bulmuştur.

Biyolojik Mücadele Yöntemler

Biyolojik yabancı ot yönetimi, yabancı otları kontrol etmek için doğal düşmanların veya mikroorganizmaların kullanılmasını içerir. Bu yöntem, özellikle kimyasal kullanımını azaltmak isteyen organik çiftçiler için sürdürülebilir bir alternatif sunar.

Entegre Mücadele Yaklaşımlar

Entegre yabancı ot yönetimi (IPM), yukarıda bahsedilen yöntemlerin bir kombinasyonunu içerir. IPM stratejileri, farklı teknolojilerin avantajlarını bir araya getirerek çevresel sürdürülebilirliği ve ekonomik verimliliği artırır.

5.Sonuçlar

Bu çalışmada elde edilen bulgular aşağıdaki gibi özetlenebilir:

RTK-GPS ve makine görüşü rehberlik sistemleri, robotların doğru ve hassas bir şekilde hareket etmesini sağlamaktadır. Bununla birlikte, sinyal kaybı gibi çevresel faktörler sistemin performansını etkileyebilir

Derin öğrenme (DL) teknikleri, yabancı otların gerçek zamanlı ve doğru bir şekilde sınıflandırılmasında umut verici sonuçlar sunmaktadır. Ancak, yüksek işlem gücü ve veri ihtiyacı nedeniyle uygulamada bazı zorluklar bulunmaktadır

Navigasyon sistemleri ve görüntüleme sensörleri, ışık değişimleri ve sinyal kesintileri gibi çevresel faktörlerden etkilenebilir. Bu zorlukların üstesinden gelmek için sensör füzyonu ve gelişmiş algoritmalar önerilmektedir.

Robotik sistemlerin yüksek maliyeti, küçük ve orta ölçekli çiftliklerde benimsenmesini zorlaştırabilir. Düşük maliyetli sensörler ve açık kaynaklı yazılım çözümleri bu sorunu hafifletebilir.

Kaynaklar

- Alam, M., Alam, M.S., Roman, M., Tufail, M., Khan, M.U., Khan, M.T., 2020. Real-time machine-learning based crop/weed detection and classification for variable-rate spraying in precision agriculture.
- Arjun, U. Zhang, Y. Koparan, C., Rai, N. Howatt, K. Bajwa, S. (2024) Xin Sun, Advances in ground robotic technologies for site-specific weed management in precision agriculture: A review. *Computers and Electronics in Agriculture*.
- Christensen, S., SOgaard, H.T., Kudsk, P., NORremark, M., Lund, I., Nadimi, E.S., JOrgensen, R., 2009. Site-specific weed control technologies. *Weed Res.* 49, 233–241. DOI: 10.1111/j.1365-3180.2009.00696.x.
- Emmi, L., Le Fl'echer, E., Cadenat, V., Devy, M., 2021. A hybrid representation of the environment to improve autonomous navigation of mobile robots in agriculture. *Precis. Agric.* 22, 524–549. <https://doi.org/10.1007/s11119-020-09773-9>
- Herrmann, I., Shapira, U., Kinast, S., Karnieli, A., Bonfil, D.J., 2013. Ground-level hyperspectral imagery for detecting weeds in wheat fields. *Precis. Agric.* 14, 637–659
- Hussain, T., Raja, K. B., & Yousaf, M. (2020). Variable rate spraying systems for weed management in agricultural fields. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 183, 108044.
- Kim, T., Zhao, H., & Liu, R. (2023). Sensor Fusion Strategies for Autonomous Navigation in Agricultural Robots. *Computers and Electronics in Agriculture*, 204, 107434.
- Lee, H., Park, S., & Kim, D. (2022). Integrating AI with Variable Rate Technologies for Enhanced Field Applications. *Agricultural Systems*, 198, 103397.
- Liu, J., Abbas, I., Noor, R.S., 2021. Development of deep learning-based variable rate agrochemical spraying system for targeted weeds control in strawberry crop. *Agronomy* 11.
- Louargant, M., Jones, G., Faroux, R., Paoli, J.N., Maillot, T., G'ee, C., Villette, S., 2018. Unsupervised classification algorithm for early weed detection in row-crops by combining spatial and spectral information. *Remote Sens.* 10, 1–18.
- Lyle, G. (2013). Enhancing precision agriculture through sensor fusion techniques. *Precision Agriculture*, 14(4), 453–464.
- Nagasaka, Y., Umeda, N., Kanetai, Y., Taniwaki, K., Sasaki, Y., 2004. Autonomous guidance for rice transplanting using global positioning and gyroscopes. *Comput. Electron. Agric.* 43, 223–234.

- Partel, V., Kakarla, S. C., & Ampatzidis, Y. (2019). Development and evaluation of a low-cost and smart technology for precision weed management utilizing artificial intelligence. *Computers and Electronics in Agriculture*, 157, 339–350.
- Perez-Ruiz, M., Slaughter, D.C., Gliever, C., Upadhyaya, S.K., 2012. Tractor-based Realtime Kinematic-Global Positioning System (RTK-GPS) guidance system for geospatial mapping of row crop transplant. *Biosyst. Eng.* 111, 64–71.
- Shalal, N., Low, T., McCarthy, C., Hancock, N., 2013. A Review of Autonomous Navigation Systems in Agricultural Environments
- Wang, A., Zhang, W., Wei, X., 2019. A review on weed detection using ground-based machine vision and image processing techniques. *Comput. Electron. Agric.* 158, 226–240.
- Wiltshire, J. J., Mouazen, A. M., & Missotten, B. (2003). Site-specific weed control for sugar beet crops. *Computers and Electronics in Agriculture*, 40(1–3), 47–55.
- Zhang, Y., Wang, J., & Lee, J. (2023). Advances in Precision Agriculture Technologies for Weed Management. *Journal of Precision Agriculture*, 12(3), 456–468. DOI: 10.1016/j.precision.2023.05.002
- Zheng, Y., Zhu, Q., Huang, M., Guo, Y., Qin, J., 2017. Maize and weed classification using color indices with support vector data description in outdoor fields. *Comput. Electron. Agric.* 141, 215–222..

2. Bölüm

Pitaya (*Hylocereus spp.*) Yetiştiriciliği ve Sağlık Açısından Önemi

Vildan PEPE¹
Civan ÇELİK²

¹ Arş. Gör. Ayşe Vildan PEPE¹, Dr. Öğr. Üyesi Civan ÇELİK²

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Böl., Isparta,
aysepepe@isparta.edu.tr; ORCID:0000-0002-4565-8602

²Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyoteknoloji Böl., Isparta,
civancelik@isparta.edu.tr; ORCID:0000-0002-1696-5902

ÖZET

Pitaya (*Hylocereus spp.*) kırmızı rengi, dikkat çeken görünümü ve sağlık açısından yararları nedeniyle beğenilen ve besin açısından zengin bir meyve türüdür. Kalorisi düşük, C ve B vitamini, magnezyum ve kalsiyum gibi minerallerce zengindir. Ayrıca, serbest radikalleri temizlemeye ve oksidatif stresin insan vücudu üzerindeki zararlı etkilerini azaltmaya yardımcı olan fenolik bileşikler, flavonoidler ve betalainler gibi antioksidanlar içermektedir. İçerdiği yüksek fitokimyasallar ile diyabet, kanser ve kardiyovasküler gibi hastalıklara yakalanma riskini de azaltıcı etkisi olduğu bilinmektedir. Özellikle çekirdeklerinde bulunan Omega-3 ve Omega-6 yağ asitlerinin kalp sağlığında önemli ölçüde katkı sağlamaktadır. Sağlık açısından bu denli önemli bir meyve olan pitayanın, ülkemizde çok fazla tanınmıyor olması bu konuda yürütülen kısıtlı çalışmalardan kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla bu derlemede, pitayanın yetiştiriciliği ve sağlık açısından önemi ortaya konulmuştur.

Anahtar kelimeler: Pitaya (*Hylocereus spp.*), meyve, biyoaktif bileşikler

GİRİŞ

Tropik meyve yetiştiriciliği, diğer türlerde olduğu gibi üreticilere gelir sağlama ve piyasada iş olanağının yaratılmasında önemli rol oynamaktadır. Ülkemiz özellikle sahip olduğu coğrafik konumu ve kendine has ekolojik yapısıyla özel ve önemli bir yere sahiptir. Özellikle ülkemizin güneyinde Alanya, Gazipaşa ve Anamur ilçelerimizde, Akdeniz'e bakan kısımlarının mikroklima iklimine sahip olması nedeniyle, başta tropik meyveler olmak üzere birçok meyve türleri yetiştirilebilmektedir (Gübbük, vd., 2017).

Son yıllarda ülkemizde muz ve avokado meyvelerine ek olarak papaya, longan, pitaya, mango, çerimoya, litchi, guava, karambola, passiflora ve kahve gibi çeşitli tropik meyve türlerine ait yetiştiriciliğinde ilgi odağı olduğu bilinmektedir (Öziyici, vd., 2024).

Pitaya, Caryophyllales takımının *Hylocereus* ve *Seleniurus* (Cactaceae) cinsine ait tropikal ve tırmanıcı bir meyve türüdür. Ülkeler ve bölgeler arasında farklı isimler ile adlandırılan bu bitkinin (Verona-Ruiz, vd.,2020; Shah, vd., 2023), Türkiye'deki adı "ejder meyvesi" olarak bilinmektedir.

Dünya genelinde yetiştirilen üç ana pitaya türü vardır. Bunlar: *Hylocereus undatus*, *Hylocereus polyrhizus* ve *Selenicereus megalanthus* (sinonim: *Hylocereus megalanthus*)'dur. Bu türlerden, *H. undatus*'da gövde beyazımsı bir kenar boşluğuna sahip olup, çiçeğinin dışı yeşilimsi ve içi beyazımsıdır. Meyve dış kabuk rengi, kırmızı-pembe ve et rengi ise beyaz ya da kırmızı renkli olup, meyvesi olgunlaştığı zaman yumuşak ve tatlıdır. Diğer bir tür olan, *H. polyrhizus*'un gövdesi 4 veya 5 kenarlı olup, ucunda daha fazla diken bulunmaktadır. Bu türde, çiçeğin dış kısmı kırmızımsı renkte, meyve kabuk ve et rengi kırmızı renkli olup, meyvesi iri, tatlı ve hafif asidik bir yapıya sahiptir (Gunasena vd., 2007; Le Bellec vd., ,2006). *H. polyrhizus* ve *H. undatus*'da, meyve eni, boyu ve ağırlığı farklılık göstermektedir. Ticari olarak yetiştirilen diğer bir tür olan *Selenicereus megalanthus*'da ise meyve kabuk rengi sarı ve meyve et rengi ise beyaz renklidir (Gunasena vd., 2007; Yi-Lu vd., 2015).

Pitaya (*Hylocereus spp.*), Meksika, Orta ve Güney Amerika kökenli tropikal ve subtropikal yağmur ormanlarına özgü olmasına rağmen Malezya, Vietnam ve Tayvan gibi ülkelerde ticari olarak yetiştirildiği bilinmektedir. Dünyanın birçok ülkesinde yetiştirilmesi ve artan tüketici talebi nedeniyle son yıllarda ise İsrail, Avustralya ve ABD' de de üretime başlanmıştır. Bitkinin sürgünleri bir yılda 5 m'ye kadar boynalırken, olgunluğa ulaştığında ise tüm bir bitkinin ağırlığı yaklaşık 50 kg'ın üzerine çıkabilmektedir. Dolayısıyla pitaya yetiştiriciliği için kurulacak terbiye sistemlerinde, 1.5-2 m yüksekliğindeki direkler kurulmakta ve direkler üzerinden çekilen teller aracılığıyla ağaçlar taçlandırılmaktadır. Bu sistem telli terbiye sistemi olarak adlandırılmaktadır. Bu sistem sayesinde

bitkilerde oluşan ağırlık desteklenmekte ve olgunlaşan meyvelerin hasat edilmesi için kolaylık sağlamaktadır (Le Bellec, vd., 2006; Trindade, vd., 2023).

Pitaya, ekolojik koşullar açısından tropik ve subtropik her bölgeye uyum sağlayabilmektedir. Tropik iklim koşullarında pitaya bitkileri açıkta yetiştirilebilirken, subtropik koşullarda ise bazı mikroklimalarda tül veya örtü altında yetiştirilebilmektedir (Nerd vd., 2002).

Pitaya kumlu-tınlı, iyi drenaja sahip ve pH düzeyi 5.5-6.5 arasında değişen özelliklere ait topraklarda yetişmektedir (Paull ve Duarte, 2012). Pitayada ticari çoğaltma çoğunlukla çelikleme (15-20 cm aralığındaki sürgünler) yöntemiyle yapılmaktadır. Çelikler ya esas yerlerine direk olarak ya da köklendirilmesi gerçekleştirildikten sonra drenajı iyi kum, perlit, vermikülit gibi yetiştirme ortamına dikilebilmektedir (Zee vd. 2004).

Pitaya çiçekleri erselik olup, bazı tür ve çeşitleri kendine verimli olmayabilir. Pembe veya beyaz renkte olabilen çiçekleri oldukça gösterişli, güzel kokulu ve yenilebilir özelliktedir. Pitaya ağacının çiçekleri akşam 20.00 civarında açılmakta ve sabah 10.00'a kadar açık kalmaktadır. Bu çiçeklerin tozlaşmalarında sabahları arılar ve çeşitli böcekler, geceleri ise yarasa ve bazı büyük kelebek türleri önemli rol oynamaktadır (Paull ve Duarte, 2012).

Pitayanın meyveleri dikkat çekici ve gösterişlidir. Meyvelerin ağırlığı 150 ile 600 g arasında değişmektedir. Sarı pitaya çeşitleri diğer çeşitlere göre daha küçük meyvelere sahiptir ve üzerinde diken kümeleri bulunmaktadır. Kolombiya'da yetiştiriciliği yapılan bu sarı çeşitlerin şeker içerikleri diğer çeşitlere göre yüksektir (Ortiz, 2015).

Hasat genellikle meyve tam olgunluğa ulaştığında, yani çiçeklenmeden 30 ile 40 gün sonra gerçekleşmektedir. Hasat sırasında meyve kabuğu pembe ile koyu kırmızı bir renk almakta ve kremsi, hamur, kremsi bir dokuya sahip olmaktadır (Marques, 2010).

Hasat sonrası araştırmalar, pitayanın çevresel koşullar altında kolay bozulduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, hasat sonrası raf ömrü kısadır ve oda sıcaklığında yaklaşık altı ile sekiz gün dayanmaktadır (Lim, vd.,2010). Hor vd. (2012), meyvenin herhangi bir kimyasal işlem uygulanmadan on güne kadar raf ömrüne sahip olabileceğini belirtmişlerdir.

Pitaya meyvesi besin içeriği nedeniyle dünya çapında önemli bir meyve olarak kabul edilmektedir (Kim, vd.,2011). Pitaya meyvesi, yüksek sıcaklıklara ve düşük su gereksinimlerine uyum sağlaması nedeniyle yeni bir Akdeniz meyvesi olarak büyük bir potansiyele sahiptir. Askorbik asit, flavonoidler, betalainler ve hidroksisinamatlar gibi antioksidanlar açısından güçlü, suda çözünen lif açısından zengin bir meyvedir. Kilo verme, sindirimi düzenleme, kolesterolü düşürme ve bağışıklık sistemini güçlendirme gibi birçok faydası bulunmaktadır

(Jamilah, vd., 2011). Hidroksisinamatların kanser riskini azalttığı, flavonoidlerin ise beyin ve kan atardamarlarının hücreleri üzerinde etki ederek kalp hastalığı riskini azalttığı bilinmektedir. Ayrıca antibakteriyel ve antifungal özelliklere sahiptir ve vücudun genel işleyişine faydalı bir meyvedir (Jadhav vd., 2023).

Pitaya ayrıca tıbbi amaçlarla da kullanılmaktadır. Eski mayalar geleneksel olarak *H. undatus*'un yapraklarını ve çiçeklerini hipoglisemik amaçlarla, idrar söktürücü ve iyileştirici olarak kullanmışlardır. Çiçekleri çay yapımında kullanılmakta, tohumları müshil etkisine sahiptir, meyvesi gastrit üzerinde etkilidir, sapı ve çiçekleri böbrek sorunları için kullanılmaktadır (Arquete vd., 1994; Stintzing vd., 2005). Mohd Adzim Khalili vd. (2009), pitayanın (*H. polyrhizus*) kalp hastalıklarının önlenmesinde etkin bir şekilde rol oynadığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar bunun yanı sıra kırmızı pitayanın lipid profil miktarını düzenlediğini ve kolesterol düşürücü etkisi olduğunu da belirtmişlerdir. Benzer şekilde Nishikito vd. (2023), kırmızı pitayanın (*H. polyrhizus*) kalp koruyucu özelliğinin olduğunu ve yüksek miktarda polifenol ve antioksidan içerdiğini yine Omidzadeh vd. (2014), kırmızı pitayanın (*H. polyrhizus*) diyabetik özelliği olduğunu bildirmişlerdir.

Lim vd. (2007) yaptıkları bir çalışmada *H. polyrhizus*'un yüksek oranda triterpenoid ve steroid bileşenlerini içerdiğini bildirmişlerdir. Bu kimyasal bileşikler kanser önleyici ve anti-HIV aktivitelere sahiptir (Guimarães, 2017).

Perez vd. (2005) *H. undatus*'un yapraklarından, kabuğundan, meyvesinden ve çiçeklerinden elde ettikleri özütlerin yara iyileştirici özelliklerinin olduğunu ve farelerde olumlu etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca, yakın zamanda yapılan bir klinik çalışma da, kırmızı pitaya suyunun tüketilmesinin hemoglobin ve eritrosit seviyelerini teşvik ettiğini ve böylece hamile kadınlarda anemi gelişimini önlemeye yardımcı olduğunu belirtmişlerdir (Yien, vd.,2012). Sindirim açısından yararlı olup, düzenli tüketildiğinde astıma, öksürüğe , kolestrol seviyesine ve kan basıncına fayda sağlamaktadır (İbrahim vd., 2018; Chowdhury vd., 2024). Ruzainah vd. (2009) pitayanın C vitamini içeriğinin 8-9 mg/100 g meyve olduğunu saptamışlardır. Tee vd (1997), pitayanın A vitamini içeriğini farklı meyve türleri ile karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar, A vitamini içeriğini pitayada 890.8 µm/100 g, mangoda 989 µm/100 g, şeftalide 787 µm/100 g ve ananasta ise 937 µm/100 g olarak belirlemişlerdir.

Taze tüketiminin yanı sıra birçok üründe yoğurtlarda meyve şerbetlerinde, sütlerde, ve birçok meyveli ürünün bileşiminde gıda boyası maddesi olarak yer almaktadır (Khalili vd.,2006; Nurul vd., 2014).

Oksidatif stres, kanser oluşumunu tetikleyen hücresel bir durumdur. Oksidatif stres sırasında hücre içerisinde reaktif oksijen türevleri (ROS) sentezlenmektedir ve ROS'lar ile mücadelede genel olarak antioksidan maddeler görev almaktadır.

Pitaya özleri, yüksek fenolik bileşik seviyeleri nedeniyle güçlü antioksidan özelliklere sahiptir. Dolayısıyla oksidatif hasarı engelleyerek kanser başlangıcını ve yayılmasını durdurmaya yardımcı olabileceği farklı çalışmalarda bildirilmiştir (Singh ve Kumar, 2023; El-Nashar, vd., 2024). Kemoterapi ilaçlarının kanser hücreleri üzerinde etki gösterdiği temel yöntemlerden biri apoptozis veya programlanmış hücre ölümüdür. Yapılan çalışmalar, pitayadaki bileşiklerin birçok kanser tipinde apoptozu tetikleyebileceğini göstermiştir. Pitaya özleri, apoptotik süreç için gerekli olan kaspaz enzimlerini aktive ederek dişi kanserli meme hücrelerinin apoptoza uğramasına neden olmuştur. Ayrıca pitaya özlerinin kolon kanseri hücrelerinin bölünmesini önemli ölçüde baskıladığını ve organik bir antikanser ilacı olarak tüketilebileceği vurgulanmıştır (Wu vd., 2006; Padmavathy vd., 2021; El-Nashar, vd., 2024).

SONUÇ

Pitaya, tropik ve subtropik bölgelerde uyum sağlayabilen, yüksek besin değeri ve sağlık açısından önemi ile dikkat çeken bir meyve türüdür. Antioksidan, vitamin, mineral ve lif içeriği sayesinde kilo verme, bağışıklık sistemini güçlendirme, kolesterolü düşürme ve sindirimi düzenleme gibi birçok fayda sağlamaktadır. Ayrıca, oksidatif stresle mücadelede etkili olan bileşikleri sayesinde kanser önleyici ve antioksidan özelliklere sahiptir. Geleneksel tıbbi kullanımlarının yanı sıra modern klinik araştırmalarda da diyabet, kalp hastalıkları ve anemi gibi sağlık sorunlarına olumlu etkileri kanıtlanmıştır. Ticari potansiyeli ve sağlık üzerindeki olumlu etkileri, pitayayı yalnızca bir gıda ürünü değil, aynı zamanda tıbbi ve endüstriyel uygulamalarda da değerli bir kaynak haline getirmektedir.

Bu derleme, pitayanın botanik özelliklerinden yetiştiricilik yöntemlerine, besin içeriğinden sağlık üzerindeki etkilerine kadar geniş bir perspektif sunarak, bu alanda yapılacak araştırmalara güçlü bir temel oluşturmaktadır. Ayrıca, ekolojik adaptasyonu, çoğaltma teknikleri ve ticari potansiyeline dair sunulan bilgiler ile sürdürülebilir tarım uygulamaları ve mikroklima bölgelerde yetiştiriciliğin yaygınlaştırılması adına hem bilimsel araştırmalar hem de tarımsal üretim için değerli bir kaynak niteliğindedir.

KAYNAKLAR

- Argueta, A., & Vázquez, M. C. G. (1994). *Atlas de las plantas de la medicina tradicional mexicana*. Instituto Nacional Indigenista.
- Chowdhury, MM, Sikder, MI, Islam, MR, Barua, N., Yeasmin, S., Eva, TA, ... & Hossain, MK (2024). *Hylocereus polyrhizus*'un etnomedisinal kullanımları, fitokimyası, besin değerleri ve farmakolojik aktivitelerinin bir incelemesi. *Journal of Herbmed Pharmacology* , 13 (3), 353-365.
- El-Nashar, H. A., Al-Azzawi, M. A., Al-Kazzaz, H. H., Alghanimi, Y. K., Kocaebli, S. M., Alhmmami, M., ... & Ali, M. A. (2024). HPLC-ESI/MS-MS metabolic profiling of white pitaya fruit and cytotoxic potential against cervical cancer: Comparative studies, synergistic effects, and molecular mechanistic approaches. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 244, 116121.
- Gunaseena, H.P.M., Pushpakumara, D.K.N.G., and Kariyawasam, M., 2007. Dragon fruit (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton and Rose. Chapter 4.In: Pushpakumara, D.K.N.G., Gunaseena, H.P.M., Singh, V.P. (Eds.), Underutilized fruit trees in Sri Lanka. World Agroforestry Centre, South Asia Office, New Delhi, pp. 110-141.
- Guimarães, D. D. A. B., De Castro, D. D. S. B., Oliveira, F. L. D., Nogueira, E. M., Silva, M. A. M. D., & Teodoro, A. J. (2017). Pitaya extracts induce growth inhibition and proapoptotic effects on human cell lines of breast cancer via downregulation of estrogen receptor gene expression. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2017(1), 7865073.
- Gübbük, H., Biner, B., Dal, B., Yıldırım, I., Taşgın, D., & Buhur, L. (2017). Değişik tropik meyve türlerinin Antalya koşullarına adaptasyonu üzerinde araştırmalar. *Proje sonuç raporu*.
- Hor, S. Y., Ahmad, M., Farsi, E., Yam, M. F., Hashim, M. A., Lim, C. P., & Asmawi, M. Z. (2012). Safety assessment of methanol extract of red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*): Acute and subchronic toxicity studies. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 63(1), 106-114.
- Ibrahim, SRM, Mohamed, GA, Khedr, AIM, Zayed, MF ve El-Kholy, AAES (2018). Cins *Hylocereus*: Faydalı fitokimyasallar, besinsel önem ve biyolojik alaka—Bir inceleme. *Gıda Biyokimyası Dergisi* , 42 (2), e12491.
- Jamilah, B., Shu, C. E., Kharidah, M., Dzulkily, M. A., & Noranizan, A. (2011). Physico-chemical characteristics of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) peel. *International Food Research Journal*, 18(1).
- Jadhav, S. B., & Jadhav, N. Y. (2023). An eye catching and comprehensive review on dragon fruit (An exotic super fruit). *Journal of Pharmacognosy and phytochemistry*, 12, 243–251.

- Khalili, R. M. A., Norhayati, A. H., Rokiah, M. Y., Asmah, R., Nasir, M. M., & Muskinah, M. S. (2006). Proximate composition and selected mineral determination in organically grown red pitaya (*Hylocereus* sp.). *Journal of Tropical Agriculture and Food Science*, 34(2), 269.
- Kim, H., Choi, H. K., Moon, J. Y., Kim, Y. S., Mosaddik, A., & Cho, S. K. (2011). Comparative antioxidant and antiproliferative activities of red and white pitayas and their correlation with flavonoid and polyphenol content. *Journal of Food Science*, 76(1), C38-C45.
- Le Bellec, F., Vaillant, F., & Imbert, E. (2006). Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a new fruit crop, a market with a future. *Fruits*, 61(4), 237-250.
- Lim, H. K., Tan, C. P., Karim, R., Ariffin, A. A., & Bakar, J. (2010). Chemical composition and DSC thermal properties of two species of *Hylocereus cacti* seed oil: *Hylocereus undatus* and *Hylocereus polyrhizus*. *Food Chemistry*, 119(4), 1326-1331.
- Lim, Y. Y., Lim, T. T., & Tee, J. J. (2007). Antioxidant properties of several tropical fruits: A comparative study. *Food Chemistry*, 103, 1003–1008.
- Marques, V. B. (2010). *Germinação, fenologia e estimativa do custo de produção da pitaita [Hylocereus undatus (Haw.) Britton & Rose]* (Doctoral dissertation, PhD thesis. Universidade Federal de Lavras, Lavras, Brazil).
- Nurul, S. R., & Asmah, R. (2014). Variability in nutritional composition and phytochemical properties of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) from Malaysia and Australia. *International Food Research Journal*, 21(4).
- Nerd, A., Sitrit, Y., Kaushik, R. A. and Mizrahi, Y. 2002. High summer temperature inhibit flowering in vine pitaya crops (*Hylocereus* spp.). *Scientia Horticulturae*, 96(1-4):343-350.
- Omidzadeh, A., Yusof, R. M., Roohinejad, S., Ismail, A., Bakar, M. Z. A., & Bekhit, A. E. D. A. (2014). Anti-diabetic activity of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) fruit. *RSc Advances*, 4(108), 62978-62986.
- Ortiz, T. A., & Takahashi, L. S. A. (2015). Physical and chemical characteristics of pitaya fruits at physiological maturity. *Genetics and Molecular Research*, 14(4), 14422-14439.
- Öziyici, H. R., Ünlü, M., Altinkaya, L., Tekin, A., & Gübbük, H. (2024). Comparative analysis for quality traits of pitaya varieties in protected cultivation. *Applied Fruit Science*, 66(1), 173-181.
- Padmavathy, K., Kanakarajan, S., Karthika, S., Selvaraj, R., & Kamalanathan, A. (2021). Phytochemical profiling and anticancer activity of dragon fruit *Hylocereus undatus* extracts against human hepatocellular carcinoma cancer (HepG-2) cells. *Int. J. Pharma Sci. Res*, 12(5), 2770-2778.

- Paull, R. E. and Duarte, O. 2012. Tropical fruits. Volume 2. Crop Production Science in Horticulture, 384 Pages.
- Perez G, R. M., Vargas S, R., & Ortiz H, Y. D. (2005). Wound healing properties of *Hylocereus undatus* on diabetic rats. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 19(8), 665-668.
- Rohin, M. A. K., Ali, A. M., & Mat Hasan, S. A. (2009). Hypocholesterolemic effect of red pitaya (*Hylocereus* spp.) on hypercholesterolemia induced rats. *International Food Research Journal*, 431-440.
- Ruzainah Ali Jaafar, R. A. J., Ahmad Ridhwan, A. R., Nor Zaini, C. M., & Vasudevan, R. (2009). Proximate analysis of dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*). *American Journal of Applied Sciences*, 6(7), 1341-1346
- Shah, K., Chen, J., Chen, J., & Qin, Y. (2023). Pitaya nutrition, biology, and biotechnology: A review. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(18), 13986.
- Stintzing, F. C., Herbach, K. M., Mosshammer, M. R., Carle, R., Yi, W., Sellappan, S., ... & Felker, P. (2005). Color, betalain pattern, and antioxidant properties of cactus pear (*Opuntia* spp.) clones. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(2), 442-451.
- Singh, S., & Kumar, S. (2023). A review on nutritional, medicinal and bio-active compound of dragon fruit *Hylocereus polyrhizus* (FAC Weber) britton & rose. *International Journal of Biochemistry Research & Review*, 32, 57–67.
- Tee, E. S., Ismail, M. N., Nasir, M. A., & Khatijah, I. (1997). Nutrient composition of Malaysian foods. Malaysian food composition database programme. *Institute for Medical Research, Kuala Lumpur*, 310.
- Trindade, A. R., Paiva, P., Lacerda, V., Marques, N., Neto, L., & Duarte, A. (2023). Pitaya as a new alternative crop for iberian peninsula: biology and edaphoclimatic requirements. *Plants*, 12(18), 3212.
- Wu, L. C., Hsu, H. W., Chen, Y. C., Chiu, C. C., Lin, Y. I., & Ho, J. A. (2006). Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. *Food Chemistry*, 95, 319–327.
- Verona-Ruiz, A., Urcia-Cerna, J., & Paucar-Menacho, L. M. (2020). Pitahaya (*Hylocereus* spp.): Culture, physicochemical characteristics, nutritional composition, and bioactive compounds. *Scientia Agropecuaria*, 11(3), 439 – 453
- Yi-Lu, J., Pi-Chuan, L., Pao-Hsuan, H.F. 2015. Improving pitaya production and marketing. *International Workshop Proceedings*. 7-9 September 2015, Fengshan, Kaohsiung, Taiwan.

- Yien Ong, Y., Siang Tan, W., Rosfarizan, M., Chan, E. S., & Ti Tey, B. (2012). Isolation and identification of lactic acid bacteria from fermented red dragon fruit juices. *Journal of food science*, 77(10), M560-M564.
- Zee, F., Yen, C.R. and Nishina, M. 2004. Pitaya (Dragon fruit, Strawberry pear) fruits and Nuts, 9, Univ. Hawaii, Coll. Trop. Agric. Hum. Resour., Coop. Ext. Serv.,USA.

3. Bölüm

Balıklarda Yaş Tayini Yöntemleri

Rahmi AYDIN¹
Fahrettin YÜKSEL²

¹ Munzur Üniversitesi Tunceli Meslek Yüksekokulu, raydin@munzur.edu.tr , Orcid No: 0000-0002-3002-0892

² Munzur Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, fahrettinyuksel@munzur.edu.tr , Orcid No: 0000- 0001-7015-4564

GİRİŞ

Balıklarda yaş tayini, balıkçılık biyolojisi ve populasyon dinamiği konularında yapılan çalışmaların temelini oluşturmaktadır. Balıklar ile ilgili yapılan bilimsel çalışmaların çoğu balığın yaşına bağlı olarak değerlendirilmektedir. Özellikle balık populasyonları ile ilgili yapılan bilimsel çalışmalarda balıkların yaşları oldukça önemli bir yere sahiptir. Balıkların yaşları ve büyüme hızlarının belirlenmesi sürdürülebilir balıkçılık bakımından da büyük bir önem taşımaktadır. Doğal ortamda balıkların eşeyssel olgunluğa erişme zamanları, ölüm oranları, yaşama süreleri, çevre şartlarının uygun olup olmadığı, balığın pazarlama büyüklüğüne erişme yaşı, yumurtlama zamanları, yaşam süreleri, yakalanma çağları, popülasyondaki yaş dağılımları, stok hesaplamaları, ölüm oranları gibi bilgiler balıkların yaşlarına göre değerlendirilmektedir. Bu nedenle balıklarda yaş tayini yapılırken daha önceden belirlenmiş güvenilir metotlara ve o balık türü için daha önceden önerilen en uygun kemiksi yapılar kullanılmalıdır. Çünkü, balıklar soğukkanlı canlılar olmaları nedeniyle vücutlarında meydana gelen fizyolojik olaylar, büyük ölçüde çevre şartlarına ve bu şartlarla ilişkili olan beslenme düzeylerine bağlı olarak kemiksi yapılar üzerine çizgiler şeklinde yansımaktadır. Bu nedenle, balıklarda büyüme, genel olarak süreklilik arz eden ve yaş ile birlikte ele alınan bir olgudur. Bu olgu, diğer canlılarda olduğu gibi hayatlarının ilk evrelerinde hızlı, daha sonraki dönemlerinde ise yavaş seyretmektedir. Balıklarda büyüme, süre bakımından bir takvim yılı olarak ifade edilmektedir. Bu süre içerisinde balığın büyümesi kas ve kemik hücrelerinin duplikasyonu sonucu oluşup, boy ve ağırlık artışı olarak ifade edilmektedir. Ancak, bu artış yıl içindeki mevsimlere göre değişiklik göstermektedir. Büyüme, yaz aylarında hızlı olup, kış aylarında yavaşlamaktadır. Çünkü balıkların besin almaları ve aldıkları besinleri değerlendirmeleri, içinde yaşadıkları su sıcaklığı ile çok yakından ilgilidir. Bu ilgi, balığın hızlı veya yavaş büyümesine etki etmektedir. İşte bu hızlı ve yavaş büyüme olayları halkavi zonlar veya açık, koyu bantlar şeklinde tıpkı ağaçlarda olduğu gibi balıklarda da pul, otolit, operkulum, omur, yüzgeç ışıını, kleitrum v.b. gibi kemiksi yapılar üzerine yansıtmakta ve bunların okunması ile yaş tayini yapılmaktadır. Yaş tayininde hata yapmamak, seçilen kemiksi yapıya ve okuyucunun sert kısımlarda meydana gelen değişikliği doğru olarak okuma yeteneğine bağlıdır. Ancak, balıklarda meydana gelen büyüme, vücuttaki sert kısımların yapısına bağlı olarak her zaman aynı değildir. Bu nedenle, yaş belirleme çalışmalarında daha önce yapılmış bilimsel araştırmalardan yararlanmak ve tavsiye edilen kemiksi materyalleri seçmek doğru sonucu bulmamız açısından bizlere yol gösterecektir. Balıklar üzerinde yapılan hemen

hemen bütün çalışmalarda yaş tespiti yapılmakta ve çalışma sonuçları yaşa bağlı olarak değerlendirilmektedir. Balıkların yaşlarının belirlenmesi bilimsel çalışmaların temelini oluşturmaktadır. Bu nedenle, balıklar hakkında bilimsel bilgilerimizdeki eksiklikleri tamamlamak ve bunlardan en iyi şekilde faydalanmak için balıkların yaş ve büyüme hızlarının bilinmesi büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, balıkların yaşamı boyunca vücutlarında meydana gelen değişimin düzenli olarak bütün kemiksi yapılara ve hatta aynı kemiksi yapıların simetri olanlarına aynı şekilde yansımadağı birçok araştırmacı tarafından ifade edilmiştir (Aydın, 2000). Burada okuyucunun tecrübesi de çok önem arz etmektedir. Kemiksi yapı ve okuyucu uyum değerlendirilmesi ile ilgili çeşitli araştırmalar yapılmıştır (Polat ve ark., 1993).

Yaş tayini ile ilgili temel bilgileri, Lagler (1956), Freshwater Fishery Biology; Chugunova (1963), Age and Growth Studies in Fish; Demir (1965), Balıkçılık Biolojisine Giriş; Tesch (1968), Age and Growth. In Methods for Assessment of Fish Production in Freshwaters; Ekingen (1983), Su Ürünleri ve Balıkçılık; Çelikkale (1991), Balık Biyolojisi; Age and Growth of Fish; Kara (1992) Balıkçılık Biyolojisi ve Populasyon Dinamiği; Erkoyuncu (1995), Balıkçılık Biyolojisi ve Populasyon Dinamiği; Geldiay ve Balık (1988), Türkiye Tatlısu Balıkları; Avşar (2005), Balıkçılık Biyolojisi ve Populasyon Dinamiği kitaplarında ayrıntılı bir şekilde vermişlerdir.

Yapılan bu derleme ile balıklarda yaş tespiti ile ilgili yapılan çalışmalarda belirtilen temel bilgiler özetlenip bir araya getirilerek araştırmacıların hizmetine sunulmuştur.

YAŞ VE BÜYÜME

Balıklarda büyüme birim zamanda (gün, ay veya yıl olabilir) meydana gelen boy ya da ağırlık artışı olarak ifade edilir. Balıkların yaş ve büyüme oranlarının belirlenmesi gibi bilgiler balıkçılık biyolojisinde önemli olan konulardan biridir. Uygun bir balıkçılık yöneticiliği için balık populasyonunun bilinmesi gerekir. Gölet veya balık çiftliklerinde pek önemli olamamakla birlikte balıkçılığın belirli dallarında yaş tespiti çok önemlidir. Ancak, balıkların büyüme oranlarının belirlenmesi uygun bir yöneticilik açısından vazgeçilmez bir durumdur. Her ne kadar balıkların yaşlarının saptanması ile büyümelerinin belirlenmesi ayrı konular olsa bile, birbirleriyle sıkı bir şekilde ilişkili olduklarından çoğu kez birlikte ele alınırlar. Zira balığın eşeyssel olgunluğa erişmesi veya yakalanma büyüklüğünün belirlenmesi yaş tespiti ile saptanmaktadır (Ekingen, 1983).

YAŞ VE BÜYÜMEYİ BELİRLEYEN GENEL METODLAR

Balıklarda yaş ve büyüme çoğu zaman birlikte ele alınan konular olduğu için belirli bir birim zaman içerisinde balığın boy ve ağırlığında meydana gelen artış olarak ifade edilmektedir. Bu birim zaman çalışmanın amacına bağlı olarak günlük, aylık veya yıllık zaman aralığı olabilir. Genel olarak balıkların yaş ve büyüme çalışmalarında yaygın olarak üç metot kullanılmaktadır. Bu metotlar şunlardır;

1. Bilinen yaş metodu
2. Uzunluk frekansı metodu
3. Vücudun sert yapılarının incelenmesi (Lager, 1956; Ekingen, 1983; Weatherley and Gill, 1987)

1. Bilinen Yaş Metodu

Yaşı bilinen balıkların vücut parametrelerinin yaşı bilinmeyen balıklar ile karşılaştırılması esasına dayanan bir yöntemdir. Bu metot genel olarak iki şekilde uygulanır.

1.1. Yaşı Bilinen Balıklar İle Karşılaştırma

Yaşı bilinen balıkların boy, ağırlık ve büyüme durumlarının incelenmesi esasına dayanır. Akvaryum veya havuz gibi kontrollü ortamlarda yumurtadan alınıp belirli bir büyüklüğe getirilen balıkların yaşlarının aynı türden olan balıkların çeşitli kriterleri ile karşılaştırılarak yaşlarının belirlenmesi esasına dayanır. Ancak bu metodun kendine göre sakıncaları vardır. Akvaryum ya da havuz gibi suni ortamlarda yetiştirilen balıkların büyüme hızları ile doğal ortamlarda yaşayan balıkların büyüme hızları oldukça farklı olacaktır. Bu nedenle bu metot daha çok diğer metotlarla yapılan yaş tayinlerinin doğruluğunu teyit etmek amacıyla kullanılır (Ekingen, 1983; Avşar 2005).

1.2. Markalama

Markalama yine yaşı bilinen balığın belli bir zaman sonra yakalanıp boy ve ağırlık gibi büyüme parametrelerinin incelenmesi esasına dayanır. Bilinen yaş metodunda balıklar suni ortamlarda tutulmayıp, markalama yapıldıktan sonra doğal ortamlarına bırakılarak gelişmelerini doğal ortamlarda tamamlaması sağladığı için daha doğru sonuçlar vermektedir.

Markalama, bir balığın veya bir balık grubunun daha sonraki çalışmalarda tanınmasını sağlamak için yapılan bir işlemdir. Markalama, balığın tekrar suya bırakılması ve belirli bir süre sonra yakalanarak incelenmesi esasına dayanır. Bu işaretleme veya numaralama ya tek tek veya grup olarak yapılmaktadır. Bunun

için de uygulanacak sistem farklılık arz eder (Stott, 1968; Ekingen, 1983; Çelikkale, 1991; Avşar, 2005).

Markalamanın Avantajları

Markalama pahalı ve zaman kaybına neden olan bir metottur. Ancak balık veya balık grupları ile ilgili birçok bilgilerin öğrenilmesi gibi avantajları vardır. Bunlar;

1. Populasyonlar ile ilgili bilgiler: Yoğunluk, büyüme oranı, ölüm oranı, avlanma oranı, stoka sonradan giren birey oranı,
2. Göç ve hareketler,
3. Yaş ve büyümenin belirlenmesi,
4. Kültür balıklarının doğal sulara stok edildiklerinde yaşama ve çevreye uymalarının incelenmesi,
5. Bireyin tanınmasını gerektiren hareket, davranış gibi diğer konuların incelenmesi,
6. Populasyonun büyüklüğü (Ekingen, 1983; Stott, 1968)

Markalama Çeşitleri

Markalama çeşitli şekillerde yapılmaktadır. Balıkların işaretlenmesi veya markalanması için çeşitli teknikler kullanılır. Bunları şu şekilde özetleyebiliriz;

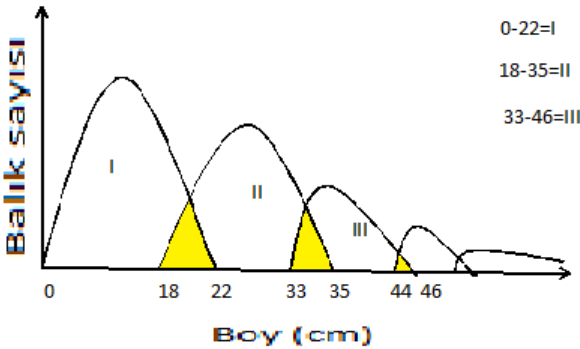
- 1- Operkulum ve yüzgeçlere takılan markalar,
- 2- Yüzgeç kesilmesi
- 3- Operkulum ve yüzgeçlerin delinmesi
- 4- Dağlama
- 5- Deri altına pigment verilmesi
- 6- Radyoaktif markalama

Araştırma yapılacak balık ya da balık gurubuna yukarıda belirtilen en uygun markalama yada etiketleme çeşidi seçilerek balıklar işaretlenir ve belirli bir birim zaman sonunda tekrar yakalanarak populasyon için gerekli bütün parametreler değerlendirilir. Balığın vücudunda meydana gelen hızlı ya da yavaş büyümenin balığın vücudunun sert kısımları üzerine halkalar şeklinde yansımaları yaş tespitinde kullanılan önemli parametrelerdir (Stott, 1968; Ekingen, 1983; Ekingen 1989).

2. Uzunluk Frekansı Metodu (Peterson Metodu)

Uzunluk frekansı metodu aynı yaş grubu balıkların ortalama uzunluk etrafında dağılımı göstermesi esasına dayanır. Bu istatistiksel yaklaşıma göre

bir balık topluluğunun her yaş grubundaki yaş dağılımı ayrı bir çan eğrisi gösterir (Şekil 1). Her yaş grubu ayrı kümeleşir ve değişik eğri gösterir. Bir popülasyonda alınan örneklerin yaş grubuna ayrılmaksızın boylarının eğrisi çizildiğinde birçok tepeler görülür. Bu tepelerin her birisi bir yaş grubunun eğrisinin tepe noktasına eşit olduğu kabul edilir. Bu şekilde bireylerin boy frekanslarının dağılım eğrisini çizmek suretiyle eğrideki tepe sayısına göre kaç yaş grubunun olduğu ve bunların ortalama büyüklükleri az çok bir yaklaşımla bulunabilir. Oluşan tepe noktalarından ilki en küçük yaşı temsil etmektedir. Fakat burada dikkat edilmesi gereken nokta en küçük yaşın sıfır mı yoksa bir yaşını mı gösterdiğidir. Üreme dönemi dikkate alınarak buna karar verilir, şayet örnekleme balığın üreme dönemi öncesi yakalanmış ise en küçük tepe noktası I yaş grubunu oluştururken, üreme dönemi sonrası yakalanan balıkların oluşturduğu en küçük tepe noktası 0 yaş grubunu temsil eder. Bu yöntem şu şekilde uygulanmaktadır. Belirli uzunluktaki balıkların sayıları “Y” ekseninde, uzunlukları ise “X” ekseninde işaretlenmektedir. Burada balıkların uzunluk aralarının seçimi önemlidir. Şayet ara çok az ise buraya az balık rastlayacağından sağlıklı sonuç alınmayabilir. Aralık çok fazla ise, değişik yaş gruplarındaki balıkları içine alacağından yine yanlış sonuçlar elde edilebilir. Ayrıca, bu yöntemin başarılı sonuç vermesi için doğal üreme sonucu oluşan bireylerin boy dağılımının normal bir eğri göstermesi, büyümenin belli bir süre içinde olması ve bireylerin tümünün aynı zamanda meydana gelmesi gerekir. Bunun ön şartı da balıkların bir yılda bir kez üreme yapmasıdır. Bunun yanı sıra aynı boy balıkların birlikte gezmesinden dolayı bir sürüden alınan örnekler aynı boyda olacaklarından bu balık grubunun yapısını tam olarak yansıtmaz. Burada ağın seçiciliğini de dikkate almak gerekmektedir.



Şekil 1. Uzunluk frekans metodu (Peterson Metodu)

Bu yöntemin iyi çalışabilmesi için şu koşulların bilinmesi gerekir.

1. Örnekte çok sayıda balık bulunmalıdır.
2. Alınan örneğin yapısı populasyonun yapısını yansıtmalıdır.
3. Örnekler çok kısa zaman içerisinde alınmalıdır.
4. Ağın selektivesine dikkat edilmelidir.

Uzunluk frekansı metodu yukarıda belirttiğimiz tüm şartlara uysa bile bazı şartlarda iyi sonuç vermediği bilinmektedir. Bunları da aşağıdaki şekilde özetlemek mümkündür.

1- Bu yöntem ekvatorial bölgelerde uygulanmaz. Bu bölgelerde populasyona yılın her mevsiminde genç balıklar girmektedir. Bu nedenle bu metod yılda bir kez üreme yapan balıklara uygulanabilmektedir. Bir yıl içinde belirli aralıklarla birkaç kez üreme gösteren topluluklar da yeni bireylerin boy dağılımı olağan bir eğri göstermez.

2- Balıklarda 3. veya 4. yaştan sonra büyüme hızının azalması bu yaş grupları arasında boy farkının azalması nedeniyle çan eğrilerindeki çakışmalar çoğalmaktadır. Bunun sonucunda tepeler birbirine çok yaklaşır ve hangi gruba ait oldukları seçilmez.

3- Aynı boydaki balıklar sürü halinde gezmeye eğilim gösterirler. Her sürünün dolaştığı yerlerdeki ekolojik şartlar farklı olduğundan büyümede farklı olur. Bu nedenle aynı yaş grubundaki balıkların bir kısmı uzun bir kısmı kısa boylu olabilir.

4- Kulaçkalanma düzensiz olabilir. Bu durumda aynı yaş grubu balıklar farklı uzunlukta olabilirler.

5- Bazı yıllara veya yıla ait balıklar örnekler de yeterli sayıda olmayabilir (Ekingen, 1983; Lagler, 1956; Tesch, 1968; Sarıhan, 1988; Ekingen, 1989; Geldiay ve Balık, 1988; Avşar, 2005).

3. Vücutun Sert Kısımlarının İncelenmesi

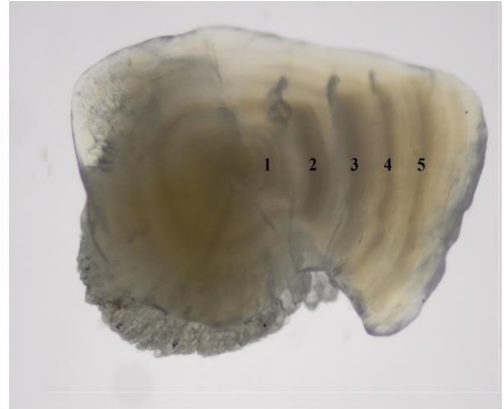
Balıklar soğukkanlı canlılar oldukları için vücutlarında meydana gelen büyümeler mevsimsel olarak değişiklik gösterdikleri için hızlı ya da yavaş olmaktadır. Dolayısıyla bu hızlı ve yavaş büyüme vücutun kemiksi yapılarına yansırken sık ve seyrek halkalar şeklinde olmaktadır. Kemiksi yapılarda oluşan bu halkaların değerlendirilmesi, balıklarda yaşın belirlenmesinde kullanılan en yaygın yöntemdir. Pul, otolit denilen iç kulak kemikleri, yüzgeçlerin kemiksi ışınları, omur, cleithrum, operkulum, urostyl, hypural plaka gibi sert kısımlar balıkların yaşlarının belirlenmesinde kullanılan en yaygın materyallerdir (Chugunova, 1963; Ekingen, 1989).

Bu metodların güvenilir olması için şu kriterlerin gerçekleşmesi gerekir.

- 1- Yıl halkaları yaşı bilinen balığın aynı yıl halkaları ile uyum sağlamalıdır.
- 2- Vücuttaki normal büyüme yıl halkalarıyla paralellik göstermelidir.
- 3- Pulların sayısı balığın yaşamı boyunca sabit kalmalıdır.
- 4- Büyüme halkaları yıllık olarak ve yılın aynı zamanında oluşmalıdır (Lager, 1956; Ekingen 1989).

3.1. Otolitlerle yaş tayini (Otolithometri)

Bu metodun esası, balıkların iç kulaklarında bulunan ve genellikle kalkerden ibaret olan otolitler üzerindeki yaş halkalarının okunmasına dayanır. Nitelik ve nicelik yönünden oluşan bu değişimler birçok balık türlerinde halkalı bölgeler oluşurlar. Bu halkalar yıllık halkalar olarak nitelendirilirler (Şekil 2). Otolitler genellikle pulsuz ya da pullardaki yıllık halkaları iyi okunmayan (*Angullia angullia* gibi) balıklarda yaşın saptanmasında kullanılırlar. Zira yılan balıkları bilindiği gibi larva safhasından ergin safhaya geçerken büyük bir metamorfoz geçirirler. Dolayısıyla pulların ilk meydana gelişi 15-20 cm boya eriştikleri zaman olur. Meydana gelen bu pullar deri içerisine gömülü olduklarından yaş tayinine uygun değildirler ve olsa bile balığın gerçek yaşını vermesi mümkün değildir. Otolitin merkezindeki nukleus, larvanın sudaki ilk senesine tekabül eder. Bunun etrafındaki koyu zonların sayısı ise birinci yıla ilave edilerek hesaplanırlar. Otolitler yardımı ile yılan balıklarında yapılan yaş tayinleri çalışmalarda 16 yaşına kadar otolit okunmaları yapılabilmektedir. Bundan sonraki yaşlarda ise, büyüme zonlarının birbirine çok yaklaşmalarından dolayı yaş tahminlerinin çok zorlaştığı ifade edilmiştir. Uzunluk frekansında olduğu gibi yaşlı balıklarda oluşan halkalarda çakışmalar görüldüğü ifade edilmiştir (Geldiay ve Balık, 1988; Ekingen 1989).



Şekil 2. Otolit ile yaş tayini (Yüce, 2014)

Otolitler aynı zamanda balıkların işitme ve denge organı vazifesini de yapmaktadırlar. Esas itibarıyla balıklarda üç çeşit otolit vardır. Bunlar buldukları yere göre sagitta, astericus ve lapillus isimlerini alırlar. Bunların en büyükleri olan ve yaş tayininde kullanılanı sagittalardır. Balıkların büyümesiyle çok yakından ilgili olan bu yapılar büyüme esnasında dış satırlarına devamlı olarak kalker biriktirirler ve dolayısıyla büyüklükleri de artar. Kalker birikim oranı mevsimlere ve dolayısıyla balığın iyi ve kötü beslenmesine göre farklı olmaktadır. Bu durum ise otolit yapısında heterojen bir tabakalaşmaya sebep olmaktadır. Dolayısıyla böyle bir otolit kuvvetli ışık altında binokülerde incelendiğinde balıkların yaşları tespit edilebilir. Yaş halkaları belirgin olmayan otolitler bazen kırılarak, bazen de yakılarak yaş halkaları daha belirgin bir hale geldikten sonra mikroskop altında incelenerek yaş tespiti yapılır. Otolitlerde yaş tayininde sadece kemikli balıkların otolitleri kullanılır. Kıkırdaklı balıkların otolitleri bu amaca uygun bir yapı göstermezler. Otolitler oluşurken önce organik madde, sonra CaCO_3 salgılanır. Bunun sonucunda otolit taşlaşmış duruma gelir. Oluşması bu şekilde devam eden otolit, pul gibi belli bir büyüklükte iken değil, larva devresinin başlangıcında oluşur. Balığın büyümesi süresince organik madde oluşumu da devam eder. Oluşan organik maddenin içine, balığın büyümesinin yavaş veya hızlı olmasına bağlı olarak, az ya da çok CaCO_3 kristalleri oluşur.

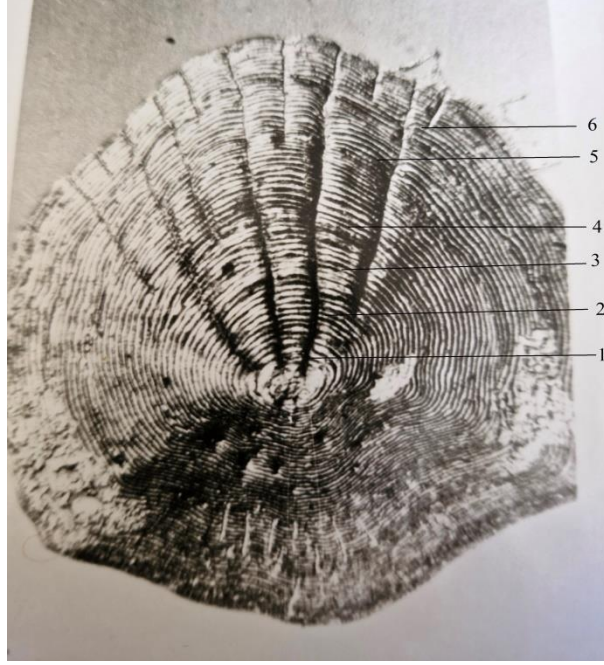
Bu oluşumun hızlı veya yavaş büyümeye göre değişmesi, pullarda olduğu gibi otolitlerde de izlenir. Çünkü otolitlerde yavaş veya hızlı büyümeyi gösteren alanlar farklı renkte görülür. Bu otolitler mikroskop altında incelendiğinde ışık üstten verildiğinde, hızlı büyüme alanı beyaz, yavaş büyüme alanı camsı renkte görülür. Otolit alttan aydınlatılırsa bu durumda hızlı büyüme alanı siyah, yavaş büyüme veya duraklama devresine ait alan berrak gözüktür (Geldiay ve Balık, 1988; Sarıhan, 1988; Polat ve ark. 2005).

3.2. Pullardan yaş tayini (Scalimetri Metodu)

Pullar, diğer kemiksi yapılarda olduğu gibi mevsimsel olaylarla balığın büyümesinde meydana gelen değişimleri gösteren bir vücut aksamıdır. Pulun objektif altındaki görünüşü, fokus adı verilen bir merkez etrafında dolanan sirkulus ve annuluslar ile odaktan dışa doğru giden radiuslar şeklindedir (Şekil 3). Genel olarak balıklarda 4 çeşit pul vardır. Bunlar; plakoid, ganoid, kozmoid ve kemik kenarlı pullardır. Kemik kenarlı pullar da ctenoid ve cycloid olmak üzere iki çeşittir.

Bu metotla yaş tayininde balığın vücudundan alınacak birkaç pulun, balığa herhangi bir zarar vermediği bilinmektedir. Zira alınan pulların yerine yenileri teşekkül edebilir. Kemikli balıkların birçoğunda pullar yaş tayininde önemli bir rol oynar. Pullarla yaş tayini metodunun yaygın olmasının nedeni, pulların alınmasının ve saklanması hem kolay hem de pratik olmasıdır. Balığın ve dolayısıyla pulların büyümeleri özellikle çevre faktörlerine bağlıdır. Bu faktörler içerisinde en önemlisi sıcaklık faktörüdür. Sıcaklık düştükçe büyümeyi oluşturan fizyolojik olaylar da yavaşlamaktadır. Sıcaklık sucul ortamdaki gıda maddelerinin çokluğunu ya da azlığını da etkilemektedir. Balıkların en önemli besin kaynaklarından olan sucul böcekler kışın ya bulunmaz ya da çok az bulunurlar. Bu nedenle de büyüme beslenme durumuna göre değişmektedir (Ekingen, 1983; Lagler, 1956).

Pullar, yumurtadan çıkan balıkların larva safhasını tamamlaması ile teşekkül etmeye başlar ve baş ile yüzgeçler hariç olmak üzere tıpkı bir ev çatısının kiremitleri gibi birbirinin üzerine örtülerek hemen hemen bütün vücudu kaplarlar. Balıklarda pulların kalınlıkları türden türe farklılık göstermekle beraber, zarımsı bir yapıdan çok kalın bir yapıya kadar değişmektedir. Bazı balıklarda pulun deri ile olan bağlantısı çok zayıf, bazılarında ise oldukça kuvvetlidir. Pulu alınacak balık önce akan bir su altında, baş kuyruk istikametinde yere dik olarak yıkanır. Bu esnada balık üzerinde bulunan yabancı madde ve diğer balıklara ait yapışmış pullar su ile yıkanır. Yıkama esnasında özellikle uskumru gibi pulları çabuk dökülen balıklara dikkat etmek gerekir. Pul balıktan pens yardımı ile alınır. Eğer pul balığa ait ise bir zorlama gösterir. Aksi halde balığa ait olmadığına karar verilir (Demir, 1965; Kara, 1992).



Şekil 3. Puldan yaş tayini (Orijinal)

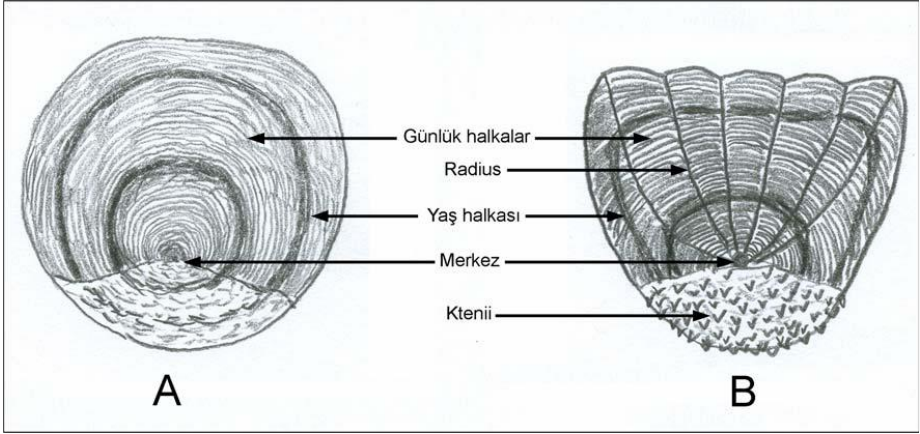
Bir pul merkezi, pul nukleusunun teşkili ile başlar ve yaz ile kış büyüme halkaları bu merkezden dışa doğru gelişir. Büyümenin hızlı olduğu, yaz büyüme halkaları birbirinden oldukça ayrı ve koyu çizgiler halinde, büyümenin yavaş olduğu kış büyüme halkaları ise, birbirine çok yaklaşıktır. Bu nedenle halkalar çok sık bir şekilde gelişir. Balığın bir yıllık büyümesi, pul üzerindeki geniş aralıklı halkalar ile dar aralıklı halkalar serisinden ortaya çıkarılır (Şekil 3). Hızlı büyüme halkaları ilkbahar ve yaz aylarında, yavaş büyüme halkalarının meydana gelmesi ılıman iklim kuşağında yaşayan balıklarda görülmektedir. Dolayısıyla yukarıda sözü edilen farklı büyüme halkaları ancak dört mevsimin hüküm sürdüğü ülkeler için söz konusudur.

Balıklar, yaşam şartları uygun olduğu müddetçe büyüme gösterirler ve büyüme periyodu her yıl tekrarlanır. Pul üzerindeki sık aralıklı olan ve kış halkalarına tekabül eden serinin dış kenarı o yılın büyüme sınırı olarak kabul edilir ve sınıra yıl halkası veya annulus adı verilir. Şu halde bir balığın yaşı annulusları sayılarak hesap edilir. Bazı cycloid pullarda (Alabalıklarda olduğu gibi) yaz ve kış halkaları arasında belirli farklar olmayabilir. Böyle pullarda, annulus denilen yıl işareti yerine, devamsız bir circuliyi devamlı bir seri halkasının takip etmesi hali kabul edilir.

Balıkların yaşı belirlenirken dikkat edilecek noktalardan birisi yalancı halkalardır. Bu halkalar yanılgılara neden olmaktadır. Gerçek annulusların

oluştugu dönemin dışında olabilecek fizyolojik değişiklikler sonucu oluşurlar. Balığın normal büyüme oranını etkileyecek faktörler bunların oluşumuna neden olurlar. Örneğin balık çiftliklerinde yetiştirilen alabalıklar bir yaşından küçükken akarsulara stok edildiğinde pullarında “stok halkası” olarak isimlendirilen halkalar oluşur. Bunun nedeni akarsulara konulan bu halkaların doğal yemle besleme alışkanlığını kazanıncaya kadar büyümelerinde görülen yavaşlamadır (Lagler, 1956; Bond, 1979; Ekingen, 1983; Geldiay ve Balık, 1988).

Kemikli balıkların çoğu cycloid ve ctenoid pullar içerirler ve yaş tayininde kullanılan yalnız bu pullardır (Şekil 4). Bunun yanında köpek balıklarında bulunan placoid, mersin balıklarında bulunan gonoid pullarla yaş tayini yapılmamaktadır. Çünkü, her iki çeşit pul tipinin üzerleri dışın mine tabakasına benzer bir tabakayla kaplıdır. Halbuki cycloid ve ctenoid pul tipleri saydamsı bir yapıya sahiptirler. Kalkan balıklarında bulunan düğme şeklinde pullar, bazı balıkların dorsal, anal ve ventral yüzgeçlerin gerisinde bulunan karina pulları, deniz iğnesi ve deniz atında bulunan ve özel bir yapıya sahip pullar, balon balığında bulunan dikenimsi pullar da yaş tayininde kullanılmazlar. Bazen, özellikle ctenoid pullarda, radiuslar da yaş tayininde bir kıstas olarak kullanılabilirler. Bazen radiuslar odak noktasından başlar, herhangi bir yaş halkasında biter. Bazı radiuslar da, herhangi bir yaş halkasından başlar, ya kendinden sonra gelen bir yaş halkasında veya çoğunlukla pulun sonunda biter. Böyle durumlarda radiusun başladığı veya bittiği yerde bir yaş halkası olduğu sonucuna varılır. Bu daha çok yaş halkalarının belirgin olmadığı durumlarda işe yarayan bir ölçüdür. Pulların okunması ancak fazla yaşlı olmayan balıklarda genellikle kolaydır ve güvenilir sonuçlar verebilir. Fakat yaş ile birlikte güçlükler artar. Zira büyüme çizgileri, balık yaşlandıkça daralır yani sıklaşır, pul nukleusu küçülür dolayısıyla 15 yaşından sonra bir sazan balığının pulu okunarak yaşının tayin edilmesi; hiçbir zaman doğru sonuç vermez (Chungunova, 1963; Geldiay ve Balık 1988; Sarıhan, 1988; Çelikkale, 1991).



Şekil 4. Yaş tayininde kullanılan (A) sikloid ve (B) ktenoid pullar (Devries and Frie, 1996)

3.3. Kemik yapılar ile yaş tayini (Osteometri)

Bu metod pul ve otolitlerin netice vermediği hallerde müracaat edilen bir yol olup, özellikle omurların ve dorsal yüzgecin 1. Kemik ışınımın enine kesitleri, cleithrum, yüzgeç sipinaları, hypural plaka ve urostyl gibi kemiksi yapıların incelenmesi esasına dayanır. Tıpkı pul ve otolitlerde olduğu gibi, bu kemik aksamlar üzerinde de büyümenin mevsimsel varyasyonlarını dolayısıyla senelik büyüme zonlarını görmek mümkündür. Bu özellikle yayın balıklarında bu metod kullanılmaktadır. Balığın iskelet kısımlarından yaş tayini yaparken alınan kısımların kuru olarak saklanması durumunda kokuşma ve bozulmalar olmamaktadır. Olabilecek kokuşmaları önlemek için balığın bu kısımları üzerindeki kaba etler temizlendikten sonra su içerisinde kaynatılarak yağlarının erimesi sağlanır (Geldiay ve Balık, 1988; Tesch, 1968; Kara, 1992; Chugunova, 1963; Aydın, 2000).

3.3.1. Omur ile yaş tayini

Balıklarda omurların ayrılması için önce balığın kaba etleri keskin bistürü ile kesilerek atılır. Geriye kalan kısmın üzerinde bulunan etleri ayırmak için omurlar % 10-20'lik NaOH, Klorak, içerisine atılarak 12-18 saat kadar bekletilir. Başka bir metod ise 1 kısım gliserin, 9 kısım etil alkol veya % 3'lük trisodyum fosfat da bu amaç için kullanılmaktadır. Bu zaman süresince omur üzerindeki etler iyice yumuşar ve çürümüş bir hal alır. Bu duruma gelen omur üzerindeki etler pens yardımı ile dikkatlice temizlenir. Etlerin temizlenmesi için omurlar eter veya kloroform içine atılır. Yağlar tamamen temizleninceye kadar

burada tutulur. Koyu renkli görünen omurları parlatmak için %2-5' hidrojen peroksit (H₂O₂) içerisinde atılarak yaklaşık olarak 10-15 dakika bekletilir. Bazı durumlarda omurların üzerindeki etlerin temizlenmesi için su içinde haşlama yapılır. Haşlanan etler bir bez veya kağıt ile kolay bir şekilde kemik üzerinden ayrılır.



Şekil 5. Omurdan yaş tayini (Yüce, 2014)

Tamamen hazırlanmış olan omurlar ksilol veya benzeri sıvılar içerisinde mikroskop altında incelenir (Şekil 5). Eğer omurun halkalarının görülmesinde güçlük çekiliyorsa düşey yönden kesit alınarak mikroskop altında incelenir (Tesch, 1968; Chungunova, 1963; Geldiay ve Balık, 1988, Çelikkale, 1991; Aydın, 2000).

3.3.2. Yüzgeç ışınları ile yaş tayini

Bu metod, dorsal, pektoral, anal gibi yüzgeçlerin ışınlarının transversal olarak kesilmesinden elde edilen kısımların incelenip, yaş halkalarının okunması esasına dayanır (Şekil 6). Alınan yüzgeç ışınları çeşitli balık gruplarına göre farklılık göstermektedir. Örneğin kedi balıklarında pektoral yüzgeçler daha kolay ve daha iyi sonuçlar vermektedir. Diğer kemiksi yapılarda olduğu gibi yüzgeç ışınları üzerinde vermektedir. Diğer kemiksi yapılarda olduğu gibi yüzgeç ışınları üzerinde de balığın yaşamı boyunca büyümesini gösteren yaş halkaları oluşmaktadır.

Mcfarlane ve Beamish (1987), köpek balıklarının dorsal yüzgeçlerinin önünde bulunan sipinalardan yaş tayini yapmışlardır. Öncelikle köpek balıklarına anestezi maddeler vererek balıklar bayıldıktan sonra sipinaları alınıp tekrar denize bırakmışlardır. Sipinalar horizontal olarak kesildikten sonra dondurulup, ultra viyole ışınları altında incelenerek yaş halkaları sayılmıştır.

Yüzgeç ışınları temizlenmesi de omurların temizlenmesinde kullanılan metotlarla yapılır (Geldiay ve Balık, 1988). Bazı kaynaklar, yüzgeç ışınları ve çok ince kemiksi yapıların temizlenmesinde otolitlerin temizlenmesinde kullanılan metotların uygulanabildiği bildirilmektedirler (Tesch, 1968).



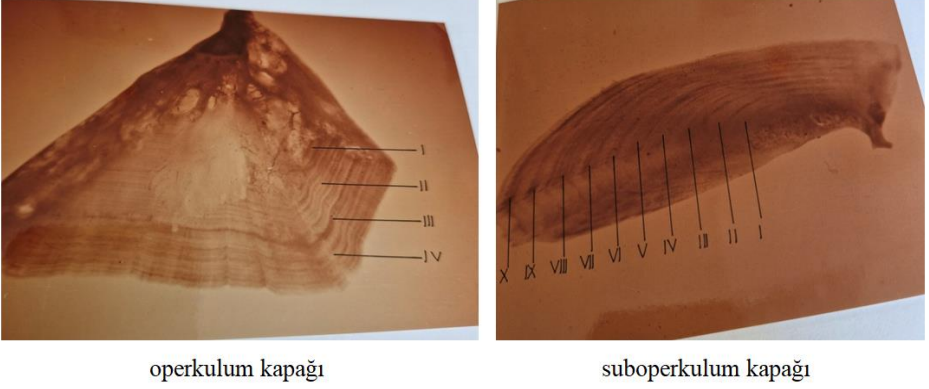
Şekil 6. Dorsal yüzgeç ışını kesitinden yaş tespiti (Aydın, 2000).

Yüzgeçlerin temizlenmesi tamamlandıktan sonra 2-3 saat açık havada bekletip kurutulduktan sonra kesme işlemi yapılmalıdır. Birinci yıl halkasının görünmesi için yüzgeçlerden alınan kesitlerin baş kısımlarından 1 cm kadar uzakta olmasına dikkat etmek gerekmektedir. Alınan bu parçaların kalınlığı 1 mm' den küçük olmalıdır. Kalın olarak kesilen parçaların okunması zorlaşmaktadır. Bu nedenle kesitler lam üzerine yapıştırılarak parlatma aletinde ışığı geçirene kadar indirgenir. Bazen ışınların kesilmesi için elektrikli kesme aletleri kullanılmaktadır. Bazen kesilen parçalar termostatlı ısıtıcılarda 60-70 °C ısıtılıp kesilen yüzeyi hafifçe sardığı zaman alınıp incelendiği zaman daha iyi sonuçlar vermektedir (Chungunova, 1963; Geldiay ve Balık, 1988; Aydın 2000).

3.3.3. Operkulumlarla Yaş Tayini (Operculimetri)

Balıkların solungaçlarını örten solungaç kapakları veya operkulum olarak bilinen kemik parçaları üzerindeki yaş halkalarının sayılmasıyla da yaş tayini yapılabilmektedir (Şekil 7). Operkulum kapağı, operkulum, suboperkulum, interoperkulum ve preoperkulum kemiklerinden oluşmaktadır. Aydın (2000),

yapmış olduğu bir çalışmada operkulum kapağının dört kemiğinden de yaş tayini yapmıştır.

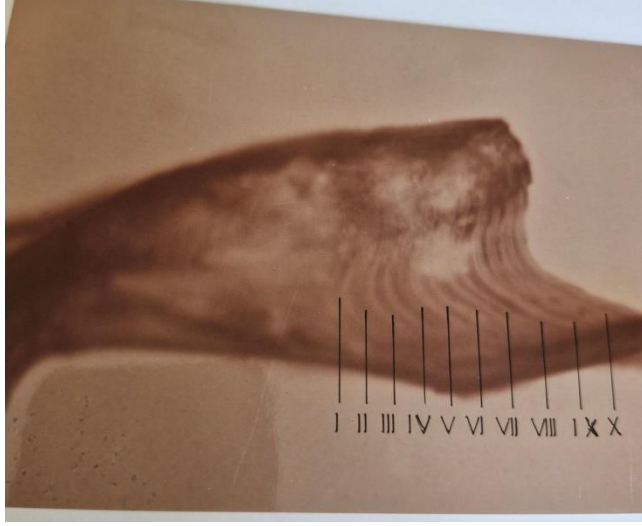


Şekil. 7. Operkulum ve suboperkulum kapaklarından yaş tayini (Aydın, 2000)

Burada sözü edilen yaş halkaları devamlı daireler şeklinde olmayıp, uçları kesik ve eğik çizgiler halindedirler. Büyüme zonlarının incelenmesi için operküller üzerindeki etlerin ve yağların temizlenmesi diğer kemikli yapılarda olduğu gibi yapılmaktadır. Mikroskop altında incelendiğinde alttan ışık verildiği zaman yaz halkaları koyu renkli görülür. Mersin balıkları gibi kıkırdaklı balıklarda operküllerden yaş tayini yapılabilmektedir (Geldiay ve Balık, 1988; Tesch, 1968; Sarihan, 1988; Aydın, 2000).

3.3.4. Kleitrum kemiğinden (Cleithrum) yaş tayini

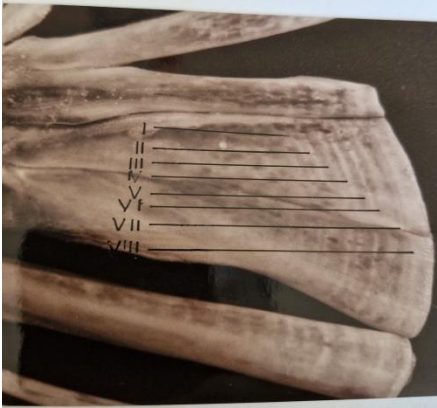
Genel olarak, solungaç kapaklarının arkasında bulunan ve pektorol yüzgeç kemerini oluşturan cleithrumlardan da diğer kemikli yapılarda olduğu gibi yaş tayini yapılmaktadır (Şekil 8). Bu kemik parçalarının da temizlenmesi ve incelenmesi diğer kemikli yapılarda olduğu gibi yapılmaktadır. Yassı bir yüzeye sahip olduklarından kesit alınmadan doğrudan yaş tayininde kullanılırlar. Mersin balıkları gibi yarı kıkırdaklı balıkların cleithrumlarından yaş tayini yapılabilmektedir (Chugunova, 1963; Geldiay ve Balık, 1988; Sarihan, 1988; Aydın, 2000).



Şekil 8. Kleitrum kemiğinden yaş tayini (Aydın, 2000)

3.3.5. Hypural plaka ve urostyl kemiklerinden yaş tayini

Bu tip kemiksel yapılar yalnızca kuyruk yüzgeci homoserkal olan balıklarda yapılmaktadır. Bu kuyruk şeklinde son omurgadan birkaçının birleşmesiyle urostyli oluşur ki, bu ve buna bağlı olan hypural plaka kuyruk ışınlarının yapışmasına yardımcı olurlar (Şekil 9).



hypural plaka



urostyl

Şekil 9. Hypural plaka ve urostyl kemiklerinden yaş tayini (Aydın, 2000)

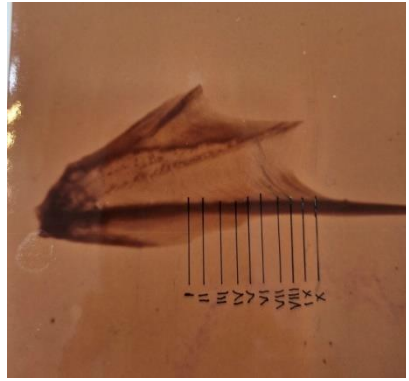
Diğer kemiklerde olduğu gibi bu yapılar üzerinde de balığın büyümesindeki gelişmeleri gösteren yaş halkaları mevcut olup, bu halkaların sayımı ile balıkların yaşları tespit edilmektedir. Kemikli balıkların çoğunda homoserkal

kuyruk çeşidi vardır. Bu kuyruk kemiklerinin temizlenmesi ve incelenmesi diğer kemiklerin temizlenmesinde olduğu gibidir. Yassı bir yapıya sahip olduklarından temizlenmesi kolaydır (Chugunova, 1963; Ekingen, 1983; Aydın 2000).

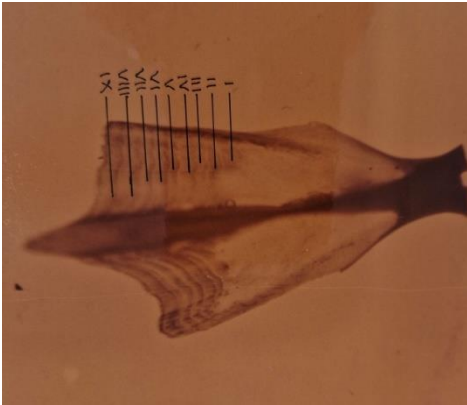
Aydın (2000), yapmış olduğu bir çalışmada *Capoeta capoeta umbla* balık populasyonunun her bir bireyinin farklı 67 kemiksi yapısından yaş tayini yapmış ve kemiksi yapılar aralarındaki uyumları istatistiksel olarak ifade etmiştir. Kemiksi yapılardaki yıllık yaş halkalarının görünürlüğü yapının kemikleşme durumuna göre değişim gösterdiği ifade edilmiştir. Bu kemiksi yapılardan hyomandibula, dorsal yüzgeç ptergioforu, urohyal ve lakrimal kemiklerinde yaş halkaları Şekil 10'da gösterilmiştir.



Hyomandibula kemiği



Dorsal yüzgeç ptergioforu



Urohyal kemik



Lakrimal kemik

Şekil 10. Bazı kemiksi yapılardan yaş tespiti (Aydın, 2000)

Sonuç olarak yukarıda da ifade edildiği gibi kemikli balıkların hemen hemen bütün kemiksi yapılarından yaş tayini yapılabilir. Ancak kemiksi yapının kemikleşme durumuna göre yaş halkalarının belirginliği değişim göstermektedir. Bu nedenle balıklarda yaş tayini yapılırken en uygun kemiksi yapının seçilmesi gerekmektedir. Bu yapıların seçilirken daha önceden çalışılan ve araştırmacılar tarafından önerilen kemiksi yapıların tercih edilmesi doğru yaş tespitinin elde edilmesini sağlayacaktır. Çünkü bazı yapılar bazı türler için uygun olurken, aynı yapılar başka türler için uygun olmayabilir. Yayın balığı gibi balık türlerinde pul olmadığı için diğer kemiksi yapıların kullanılması zorunlu olmaktadır. Bazen yaş tespitinde kullanılan her kemiksi yapı her balık türü için uygun olmayabilir. Bir tür için uygun olan bir yapı başka bir tür için uygun olmayabilir. Bu nedenle yaş tespiti için kemiksi yapı seçilirken daha önceden yapılmış bilimsel çalışmalarda o balık türü için önerilen kemiksi yapının kullanılması oldukça önem arz etmektedir.

Kaynaklar

- Avşar, D., (2005). Balıkçılık Biyolojisi ve Popülasyon Dinamiği, Nobel Kitabevi, ISSB: 975-8561-44-8, Adana, 332 s.
- Aydın, R., (2000). Hazar Gölü'nde Yaşayan *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843)' da Kemiksi Yapılardan Karşılaştırmalı Yaş Tayini, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Temel Bilimler Ana Bilim Dalı, Sayfa: 100
- Bond, C. E., (1979). Biology of Fishers. W.B. Saunders Company Philadelphia, London, Tronto. 514 p.
- Chugunova, N. I., (1963). Age and Growth Studies in Fish, Israel Program Scientific Translation No: 610 National Science Foundation, Washington D.C. 132 pp.
- Çelikkale, M. S., (1991). Balık Biyolojisi, Karadeniz Teknik Üniv. Sürmene Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu, Genel Yayın No: 101, Fakülte Yayın No: I, Trabzon, 387 s
- Demir, M., (1965). Balıkçılık Biyolojisine Giriş. İstanbul Üniversitesi Yayınları, Sayı:1129, Fen Fakültesi No:64, 107s.
- DeVries, D. R., Frie, R. V., (1996). Determination of age and growth, in B.R.Murphy and D.W.Willis, eds, Fisheries techniques, American Fisheries Society, 483- 512, Methesda, Maryland, USA.
- Ekingen, G., (1983). Su Ürünleri ve Balıkçılık Fırat Üniv. Veteriner Fak. Yayınları: 32, Ders Kitabı: 14, Ankara Üniv. Basımevi Ankara. 162 s.
- Ekingen, G., (1989). Balıkçılık Biyolojisi ve Populasyon Dinamiği, Ders notları. Fırat Üniv. Su Ürünleri Fak.
- Erkoyuncu, İ., (1995). Balıkçılık Biyolojisi ve Populasyon Dinamiği, Ondokuz Mayıs Üniv. Yayınları No:95, 265 s.
- Geldiay, R. ve Balık, S., (1988). Türkiye Tatlısu Balıkları. Ege Üniv. Fen Fak. Kitapları Seri No: 97 Bornova. İzmir. 519 s
- Kara, Ö. F., (1992). Balıkçılık Biyolojisi ve Populasyon Dinamiği. Ege Üniv. Basımevi Bornova, İzmir. 168 s.
- Lagler, K. F., (1956). Freshwater Fishery Biology. W.M.C. Brown Company Publishers, Dubuque, lowq. 421 p.
- Mcfarlane, G. A. ve Beamish, R. J., (1987) Validation of the Dorsal Spine Method of Age Determination for Spiny Dogfish. In Age Growth of Fish. Managing Editor R.C. Summerfelt, Technical Editor G. E. Hall. Iowa State University Press, Ames, 50010, 287-300.
- Polat, N., Bostancı, D. ve Yılmaz, S., (2005). Differences between whole otolith and broken-burnt otolith ages of red mullet (*Mullus barbatus ponticus*

- Essipov, 1927) sampled from Black Sea (Samsun, Turkey), Turkish Journal of Veterinary and Animal Science, 29: 429-433.
- Polat, N., Işık, K., ve Kukul, A. (1993), Bıyıklı balık(Barbus plebejus escherichi Steindachner, 1897)'ın Yaş Tayininde Kemiksi Yapı-Okuyucu Uyum Değerlendirmesi, Turkish Journal of Zoology, 17, 503-509.
- Sarıhan , E., (1988). Balıkçılık Biyolojisi Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Ofset ve Teksir Atelyesi, ZT-407, Adana, 120 s.
- Stott, B., (1968). Marking and Tagging. In Methods for Assessment of Fish Production in Freshwaters, Edited by W. E. Ricker. IBP. Handbook No: 3, Blackwell Scientific Publ. Oxford and Edinburg, 78-92.
- Tesch, F. W., (1968). Age and Growth. In Methods For Assessment of Fish Production in Freshwaters, Edited by W. E. Ricker. IBP. Handbook No: 3, Blackwell Scientific Publ. Oxford and Edinburg, 93-123.
- Yüce, S. (2014). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Elazığ Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Dr. Songül YÜCE'nin Laboratuvar çalışmalarından elde ettiği fotoğraf arşivinden.

4. Bölüm

Batman İli Balık Tüketim Alışkanlığının Belirlenmesi

Saadet AKKUŞ¹
Gülderen KURT KAYA²

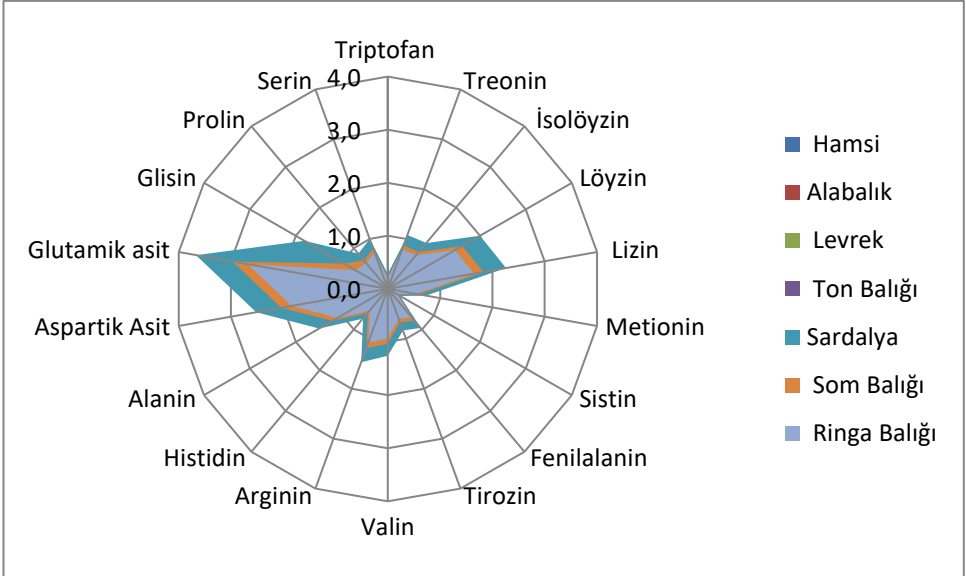
¹

² Munzur University, Faculty of Fisheries, Department of Fish Processing Technology, Tunceli, Turkey.
ORCID ID: 0000-0001-8988-2238 gkurtkaya@munzur.edu.tr

1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızlı artışına paralel olarak beslenme ihtiyacı da artmaktadır. 2024 yılı itibariyle dünya nüfusunun yaklaşık 8 milyar iki yüz milyona ulaşmış olması, daha fazla gıda üretimi ve kaynakların daha verimli kullanılması gerekliliğini ortaya koymuştur. Bu artan talepleri karşılayabilmek için insanlık, çeşitli alternatif kaynaklara yönelmekte ve su ürünleri, bu kaynaklar arasında ön plana çıkmaktadır. Özellikle, hayvansal protein ihtiyacını karşılamak için su ürünleri bu anlamda önemli bir yere sahiptir (Aniş, 2004).

Balık, yüksek protein içeriği, zengin yağ asitleri, vitaminler ve mineraller açısından dikkat çeken bir besin kaynağıdır. Ayrıca, balık eti esansiyel amino asitler açısından da zengindir ve bu da onu sağlıklı bir diyetin önemli bir bileşeni haline getirmektedir (Mohanty ve ark., 2019; Deniz, 2019). Balıkların içerdiği yüksek kaliteli proteinler ve esansiyel aminoasitler, sporcular için de önemli bir besin kaynağıdır, çünkü kas dokusunun iyileşmesine ve yenilenmesine katkı sağlar. Bunun yanı sıra, balık eti, sağlıklı bir diyetle protein kaynağı olarak tercih edilmesi gereken, vücut fonksiyonlarını düzenleyen ve pek çok biyolojik süreçte kritik rol oynayan bir besin ögesidir. Bu nedenle, düzenli balık tüketimi, hem bireysel sağlık, hem de toplumsal düzeyde sağlık açısından büyük önem taşımaktadır (Valverde ve ark., 2000).



Şekil 1. Farklı balık türlerinin aminoasit içerikleri (%).

Çeşitli araştırmalar, düzenli olarak balık tüketen toplumların, et ve sebze ağırlıklı beslenen topluluklara kıyasla daha uzun yaşam sürelerine ve daha güçlü fiziksel yapıya sahip olduklarını ortaya koymuştur. Balık içeriğindeki çoklu doymamış yağ asitleri, kolon, prostat ve meme kanseri de dahil olmak üzere çeşitli kanser türlerine karşı koruyucu etkiye sahiptir. Ayrıca, omega-3 yağ asitleri, vücudun patojen mikroorganizmalara karşı direncini artırarak bağışıklık sistemini güçlendiren antienflamatuvar özelliklere sahiptir (Göçer ve Yılmaz, 2024). Yapılan çalışmalarda, balık tüketiminin birçok farklı faydasını göstermektedir. Balık tüketiminin kalp hastalıkları riskini azaltma üzerinde de etkili olduğu belirlenmiştir; örneğin, ayda 1-3 kez balık yiyen bireylerde kalp hastalığı riski %11 oranında azalırken, haftada 5 veya daha fazla balık tüketenlerde bu oran %38'e kadar düşmektedir. Ayrıca, gebelik sırasında balık tüketiminin erken doğum riskini azalttığı ve düşük doğum ağırlığı riskini engellediği belirlenmiştir (Baysal, 2002). Bunun yanı sıra içerdiği EPA (eikosapentaenoik asit) ve DHA (dokosaheksaenoik asit) sayesinde damarlarda kan pıhtısı oluşumunu önlemeye yardımcı olan balık, özellikle LDL (düşük yoğunluklu lipoprotein) kolesterol seviyelerini düşürerek felç riskini azaltmaktadır (Chen ve ark., 2022; Elmadfa ve Meyer, 2017).

Balık etinin sağlık üzerindeki olumlu etkilerinin yanı sıra, beslenme bilminde hastalıkların tedavisinde ve önlenmesinde de önemli rol oynadığına dair çeşitli araştırmalar yapılmıştır (Turan ve ark., 2006; Atar ve Alçıçek, 2009). Balık tüketiminin, sağlıklı yaşamın temel unsurlarından biri olduğu günümüzde, bu gıdanın tüketiminin yaygınlaştırılması ve halkın bu konuda bilinçlendirilmesi oldukça önemlidir.

2019 yılında tüketime konu olan 157 milyon ton su ürününün %72'si Asya Kıtasında tüketilmiştir. Su ürünleri tüketiminde ilk sırada Çin, Endonezya, Hindistan, ABD ve Japonya gelmektedir. Dünya geneline bakıldığında 2019 yılında hayvansal protein ihtiyacının %17'sinin balıktan karşılandığı ve bu rakamın tüketilen tüm proteinlerin %7'sine denk geldiği tespit edilmiştir. Dünyada balık tüketimi, 1961 yılında kişi başına 9 kg iken, 2020 yılında 20,2 kg'a yükselmiştir. Kişi başı su ürünleri tüketiminin 2019 yılında %75'i balıklardan %12'si yumuşakçalardan, %13'ü kabuklu deniz ürünlerinden karşılandığı

belirtilmiştir. Avrupa’da kişi başına düşen yıllık ortalama balık tüketimi 23,1 kg civarındadır. Ülkeler arasında balık tüketim miktarındaki farklılıkların; tüketicilerin gelir seviyesi ve beslenme kültüründeki farklılıklardan kaynaklandığı tespit edilmiştir. Düşük gelirli, gıda açığı bulunan ülkelerde 2019’da kişi başına balık tüketimi 5,4 kg olarak tespit edilirken, orta gelirli ülkelerde 15,2 kg, yüksek gelirli ülkelerde ise 26,5 kg olarak belirlenmiştir (FAO, 2022). Ülkemizde ise 2000’li yıllarda balık tüketim miktarı kişi başı 8 kg iken 2023 yılında 7,2 kg’a gerilemiştir (TUİK, 2023).

Su ürünleri, sağlıklı beslenme öğelerinin vazgeçilmezleri arasında yer alan bir besin maddesidir. Özellikle obezite ile mücadelede Dünya Sağlık Örgütü iyi bir hayvansal protein kaynağı olarak balık ve su ürünlerine vurgu yapmaktadır. Ancak kişi başı tüketim verileri incelendiğinde, Türkiye’de su ürünleri tüketim alışkanlığının gelişmemiş ülkelerin dahi gerisinde olduğu görülmektedir. Bu bağlamda tüketimi artırmaya yönelik yayım çalışmaları yapılması gerekmektedir.

Su ürünleri tüketimi üzerine yapılan birçok yerel çalışma, Türkiye’deki balık tüketim alışkanlıklarını ortaya koymaktadır. Örneğin, Isparta’da kişi başına yıllık balık tüketimi 1,03 kg (Hatırlı ve ark., 2004), Antalya’da ise 19,2 kg (Hatırlı ve ark., 2004) olarak belirlenmiştir. Diğer illerde ise balık tüketim miktarları şu şekilde ölçülmüştür: Bitlis’te Van Gölü çevresindeki ilçelerde yaklaşık 5 kg (Gürgün, 2006), Elazığ’da 0,79 kg (Şen ve ark., 2008), Tokat’ta 13 kg (Erdal ve Esengün, 2008), Trabzon ve Giresun’da 29,5 kg (Aydın ve Karadurmuş, 2013) ve Hatay’da 21,5 kg (Demirtaş ve ark., 2014). Bu tür çalışmalar, Türkiye’nin farklı bölgelerinde balık tüketim alışkanlıklarının büyük farklılıklar gösterdiğini ve bu farklılıkların kültürel ve ekonomik faktörlerle ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Bu bilgiler ışığında, bu çalışmanın amacı Batman İl’inde balık tüketim alışkanlıklarını incelemek ve insanların balık tüketim tercihlerini belirlemektir. Çalışma, en çok tercih edilen balık türleri, balıkların hangi şekillerde tüketildiği, tüketim sıklığı, pişirme yöntemleri, balık temin edilme kaynakları ve tüketim tercihlerini etkileyen faktörler üzerine odaklanmayı hedeflemektedir. Bu bağlamda, balık tercih etme sebepleri ve çeşitli demografik faktörlerin tüketim alışkanlıkları üzerindeki etkisi de ele alınacaktır. Bununla birlikte, çalışma aynı zamanda balık

tüketiminin sağlık üzerindeki etkilerini de araştırmayı amaçlamaktadır. Balık tüketiminin insan vücudu için önemli olan besin değerleri ve omega-3 yağ asitleri bakımından zengin olduğu bilinmektedir. Bu nedenle, çalışma balık tüketiminin insan sağlığı üzerindeki olumlu etkilerini ve dzenli balık tüketiminin önemini vurgulamayı amaçlamaktadır. Ayrıca, alışma kapsamında Batman İl'inde balık tüketiminin sosyal ve ekonomik etkileri de değerlendirilecektir. Balık tüketiminin yerel ekonomiye katkısı, balıkçılık sektöründeki istihdam olanakları ve balıkçılık faaliyetlerinin sürdürülebilirliği üzerindeki etkileri incelenecektir. Ayrıca, balık tüketimiyle ilgili sosyal normlar ve kültürel faktörler de araştırılacak ve insanların balık tüketimiyle ilgili tutumlarının nedenleri ve değişkenleri analiz edilecektir. Sonuç olarak, bu alışma Batman İl'inde balık tüketim alışkanlıklarını detaylı bir şekilde inceleyerek, insanların balık tüketim tercihlerini ve motivasyonlarını anlamayı hedeflemektedir. Bu çalışmanın sonuçları, balık tüketimiyle ilgili bilinçlendirme çalışmalarının planlanması ve balıkçılık sektörünün desteklenmesi gibi alanlarda kullanılabilir. Ayrıca, sağlık politikalarının oluşturulmasında ve toplum sağlığının geliştirilmesinde önemli bir referans kaynağı olabilir.

2. MATERYAL VE METOT

Bu araştırma, Batman ilindeki balık tüketim alışkanlıklarının incelenmesi amacıyla, 2016 yılı Aralık ile 2017 yılı Şubat ayları arasında gerçekleştirilen anket çalışmaları sonucunda elde edilen verilerle yapılmıştır. Araştırmaya katılan bireyler rastgele seçilmiş ve toplamda 350 katılımcıya anket uygulanmıştır. Anket, 38 sorudan oluşmuş olup, bu soruların 7'si katılımcıların demografik bilgilerini öğrenmeye yönelik, 31'i ise balık ve diğer su ürünleri tüketim alışkanlıklarıyla ilgili sorulardan oluşmaktadır.

Demografik özellikleri belirlemeye yönelik sorular, katılımcıların yaş, eğitim düzeyi, meslek ve gelir düzeyine göre farklılıklarını değerlendirebilmek amacıyla tasarlanmıştır. Tüketim alışkanlıklarını belirlemeye yönelik sorular ise, balık tüketim sıklığı, tercih edilen balık türleri, balık tüketim tercihleri, tüketicilerin eğitim durumunun balık tüketimine etkisi, balık dışındaki diğer deniz ürünleri tüketimi, balık satın alırken dikkate alınan faktörler, balık yenilen mekanlar, balığın pişirilme

yöntemleri, fiyatların balık tüketimine etkisi ve balığın çocuk gelişimine olan etkisi gibi konuları kapsamaktadır.

Verilerin analizi MS Excel yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiş, veriler sistematik bir şekilde düzenlenmiş ve analiz edilmiştir. Çalışma sonuçları, benzer temalarla yapılan önceki araştırmalarla karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiş ve elde edilen bulguların literatürdeki bulgularla tutarlılığı analiz edilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Katılımcıların Demografik Özelliklerinin Dağılımı

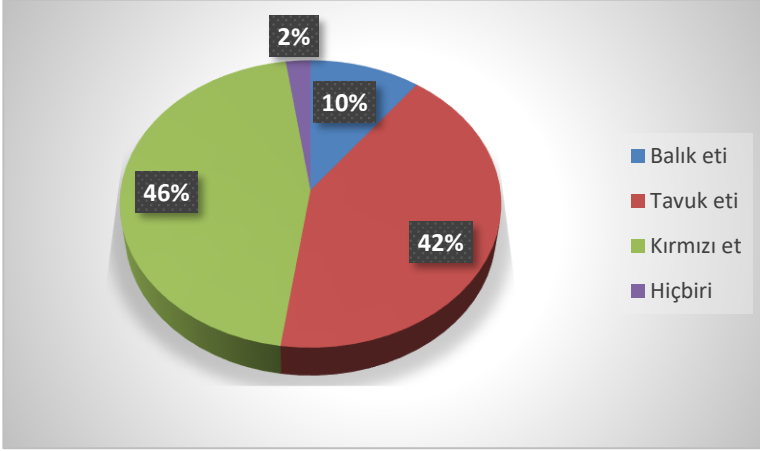
Araştırmada katılımcıların sosyo-demografik özelliklerine yönelik 7 soru sorulmuştur. Bu sorular, bireylerin yaş, cinsiyet, ekonomik durum, sosyal statü, eğitim seviyesi gibi özelliklerinin balık tüketim alışkanlıkları üzerindeki etkisini belirlemeye yönelik olarak hazırlanmıştır. Katılımcıların demografik verileri, balık tüketim sıklığı ve tercihleri gibi faktörler ile nasıl bir ilişki gösterdiği analiz edilmiştir. Tablo 1’de, anket katılımcılarının demografik özelliklerine ait veriler sunulmuştur. Bu veriler, katılımcıların sosyo-ekonomik durumlarını ve yaşam tarzlarını daha iyi anlayabilmek amacıyla toplanmış ve değerlendirilmiştir. Ayrıca, bu analizlerin sonuçları, balık tüketim alışkanlıklarının çeşitli demografik etmenlere göre nasıl farklılıklar gösterdiğini anlamamıza olanak sağlamaktadır.

Tablo 1. Demografik özelliklerine ilişkin bulgular

Sosyo-ekonomik özellikler		Sayı	%
Cinsiyet	Kadın	202	58
	Erkek	148	42
Yaş aralığı	18 -24	178	51
	25 - 31	97	28
	32 - 38	39	11
	39 - 45	18	5
	46 - 52	11	3
	>53	7	2
Eğitim düzeyi	Okur yazar değil	7	2
	İlköğretim	24	7
	Lise	114	33
	Ön Lisans	47	13
	Lisans	137	39
	Lisansüstü	21	6
Gelir düzeyi	0-500	170	49
	1000-2000	81	23
	2000-3500	57	16
	3500-5000	30	9
	5000 üzeri	12	3

3.2. Tüketicilerin Et (Balık, Kırmızı Et, Tavuk) Tüketim Tercihleri ve Eğilimleri

Araştırma kapsamında katılımcıların et tüketim tercihlerine yönelik yapılan değerlendirmelerde, kırmızı et %46 oranıyla en çok tercih edilen et türü olarak belirlenmiştir. Bunu %42 ile tavuk etinin tercih edilmesi izlerken, balık eti tercihi ise %10 seviyelerinde kalmıştır. Ayrıca, %2'lik bir kesim hiçbir et çeşidi tüketmemektedir.



Şekil 2. Tüketicilerin et tüketim tercihleri

3.3. Tüketicilerin Eğitim Durumunun Balık Tüketimine Etkisi

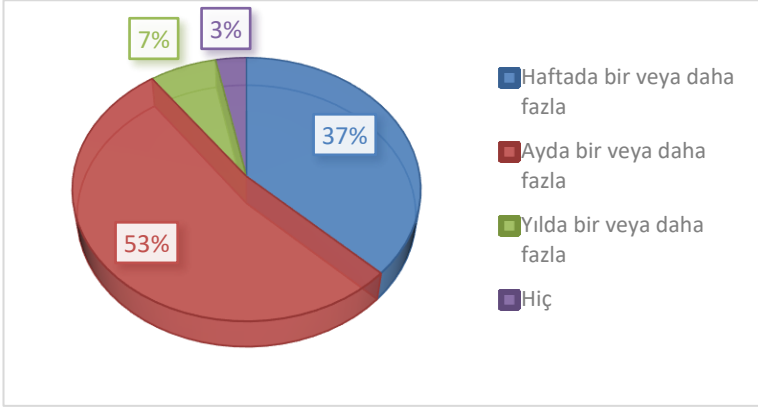
Katılımcıların eğitim seviyesi ve gelir durumu ile aylık balık tüketim miktarları arasındaki ilişki Tablo 2'de yer almaktadır. Eğitim düzeyine göre en fazla balık tüketen grup lisans düzeyinde olan katılımcılardır. Bu grup, ortalama aylık 126,7 kg balık tüketimi ile en yüksek rakama ulaşmıştır. Diğer yandan, eğitim seviyesi düşük olan (okuryazar olmayan) katılımcıların balık tüketimi ise 5,9 kg olarak belirlenmiştir. Gelir düzeyi arttıkça balık tüketimi de artmaktadır; 5000 TL üzerinde gelir elde eden katılımcılar daha fazla balık tüketme eğilimindedir.

Tablo 2. Eğitim ve gelir düzeyine göre aylık balık tüketimi

Eğitim Düzeyi	Katılımcı Sayısı	Ortalama Aylık Balık Tüketimi (kg)
Okur yazar değil	7	5,9
İlköğretim	24	18,7
Lise	114	113,1
Ön Lisans	47	40,9
Lisans	137	126,7
Lisansüstü	21	10,7
Gelir Düzeyi		
0-500 TL	170	12,9
1000-2000 TL	81	65,8
2000-3500 TL	57	55,3
3500-5000 TL	30	28,9
5000 TL Üzeri	12	15,1

3.4. Tüketicilerin Balık Eti Tüketim Sıklıkları

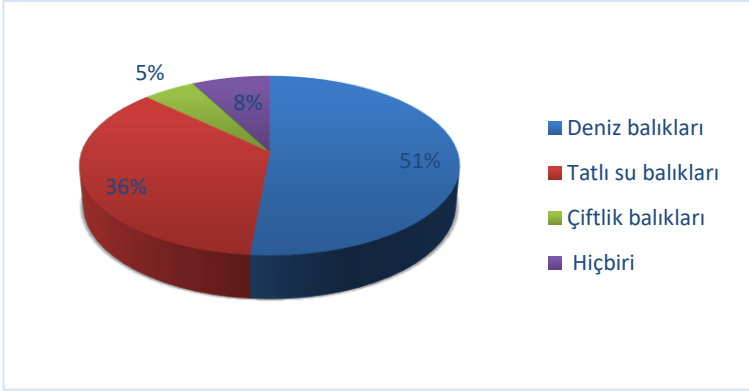
Anket sonuçlarına göre, katılımcıların %53'ü ayda bir veya daha fazla balık tüketmektedir. Haftada bir veya daha fazla balık tüketenlerin oranı ise %37'dir. Diğer taraftan, yılda bir veya daha az balık tüketenlerin oranı %7'ye düşerken, %3'lük bir grup ise hiç balık tüketmediğini belirtmiştir.



Şekil 3. Tüketim sıklığı

3.5. Tüketicilerin En Çok Tercih Ettiği Balık Türü

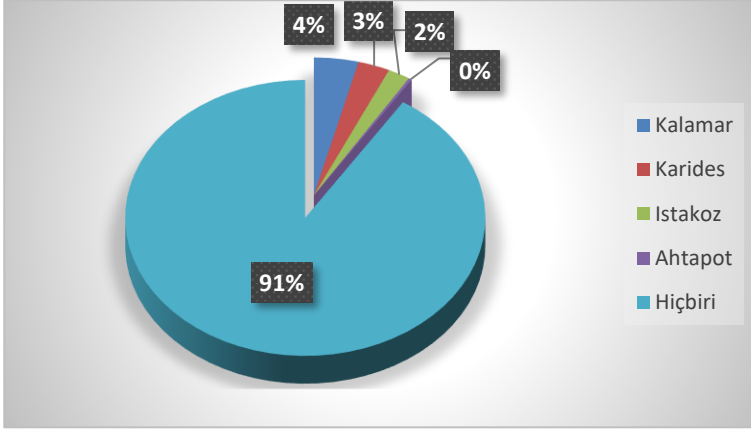
Katılımcıların tercihleri incelendiğinde, %51 oranla deniz balıkları en çok tercih edilen tür olmuştur. Tatlı su balıklarına ilgi ise %36 ile ikinci sıradadır. Çiftlik balıkları ise %5 gibi düşük bir oranla tercih edilmektedir. %8'lik bir kesim ise balık tüketmediğini belirtmiştir.



Şekil 4. En çok tercih edilen balık

3.6. Tüketicilerin Balık Dışında Tükettiği Diğer Su Ürünleri

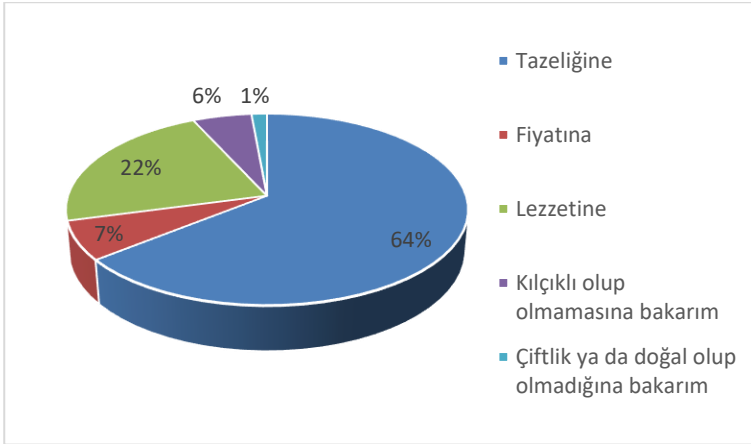
Katılımcıların balık dışında tercih ettikleri su ürünleri arasında kalamar %4, karides %3 ve istakoz %2 oranında tercih edilmiştir. Bunun dışında balık haricinde su ürünleri tüketmeyenlerin oranı %91'dir .



Şekil 5. Balık dışında tüketilen diğer su ürünleri

3.7. Tüketicilerin Balık Satın Alırken Dikkat Ettiği Faktörler

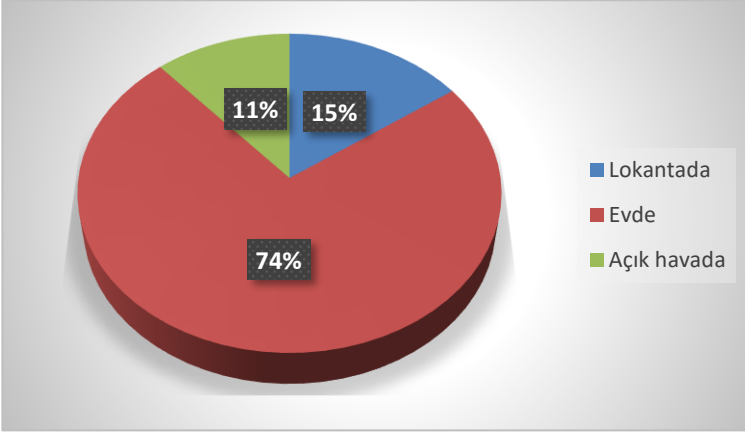
Balık satın alırken katılımcıların %64'ü tazeliğe dikkat ettiğini belirtmiştir. Lezzet ise %22'lik bir oranla ikinci sırada yer almaktadır. Balığın fiyatı %7, kılçıklı olup olmaması %6 ve doğal ya da çiftlik balığı olması ise %1 oranıyla daha düşük önceliklere sahiptir.



Şekil 6. Balık alırken dikkat edilmesi gerekenler

3.8. Tüketicilerin Balık Yemeyi Tercih Ettiği Mekanlar

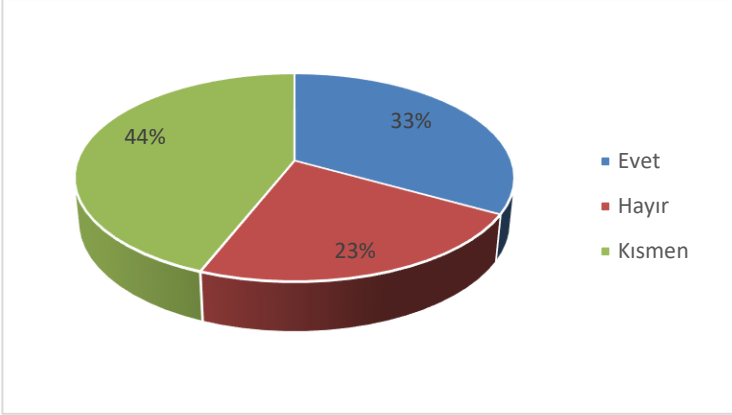
Katılımcıların %74'ü balığı evde tüketmeyi tercih etmektedir. Lokantalarda yemek ise %15, açık hava mekanlarında ise %11 oranında tercih edilmektedir.



Şekil 7. Balık yemeyi tercih ettiği mekan

3.9. Tüketicilerin Balık Satın Almasındaki Fiyat Durumu

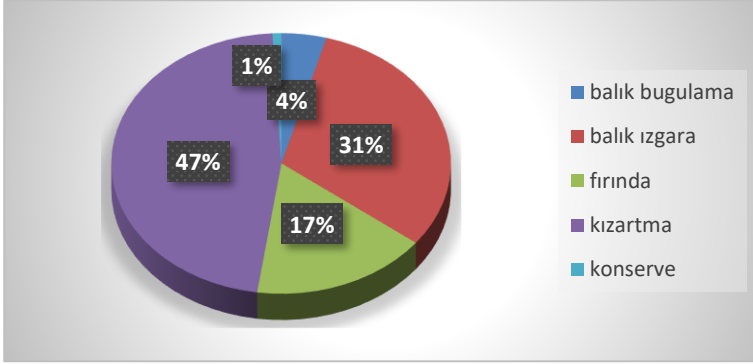
Balık satın alırken fiyatın etkili olup olmadığı sorusuna %44'ü fiyatın kısmen etkili olduğunu, %33'ü ise evet fiyatın etkilediğini belirtmiştir. %23'lük bir kesim ise fiyatın balık alımı üzerinde etkisi olmadığını söylemiştir.



Şekil 8. Balık satın alma da fiyat durumu

3.10. Tüketicilerin Balık Tüketim Yöntemleri

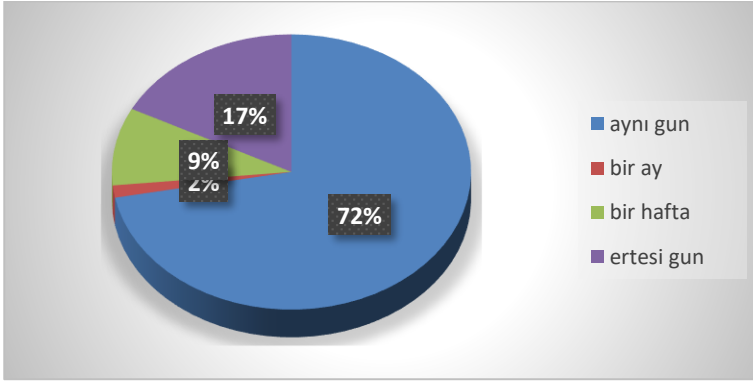
Katılımcıların %47'si balığı kızartarak tüketirken, %31'i ızgarada, %17'si ise fırında balık pişirmektedir. %1'lik bir kesim buğulama yöntemini tercih etmekte, %4'lük bir grup ise konserve gibi hazır ürünlerle balık tüketmektedir.



Şekil 9. Balık pişirme yöntemi

3.11. Tüketicilerin Balık Aldıktan Sonraki Tüketim Süresi

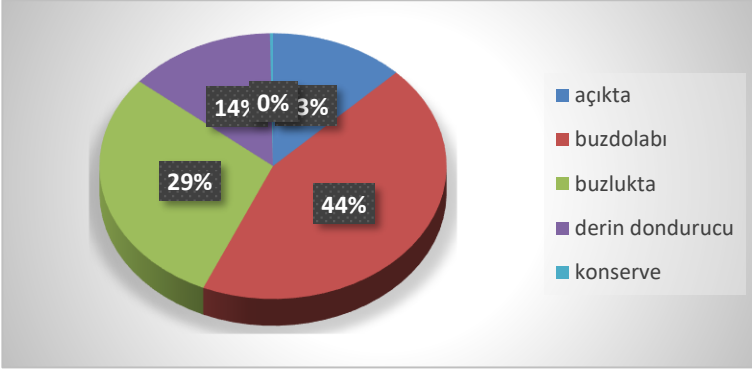
Katılımcıların %72'si balığı satın aldıktan aynı gün içinde tüketmektedir. %17'si ertesi gün, %9'u bir hafta içinde ve %2'si ise bir ay sonra balığı tükettiklerini belirtmiştir.



Şekil 10. Balık aldıktan sonraki tüketim süresi

3.12. Tüketicilerin Balığı Muhafaza Etme Eğilimleri

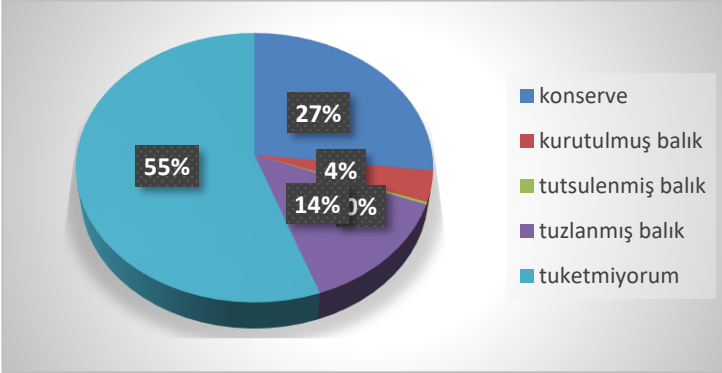
Katılımcıların %44'ü balığı buzdolabında sakladığını, %29'u buzlukta, %14'ü derin dondurucuda, %13'ü ise açıkta muhafaza ettiğini belirtmiştir.



Şekil 11. Balığı tüketene kadar ki bekleme koşulları

3.13. Tüketicilerin İşlenmiş Balık Tüketim Eğilimleri

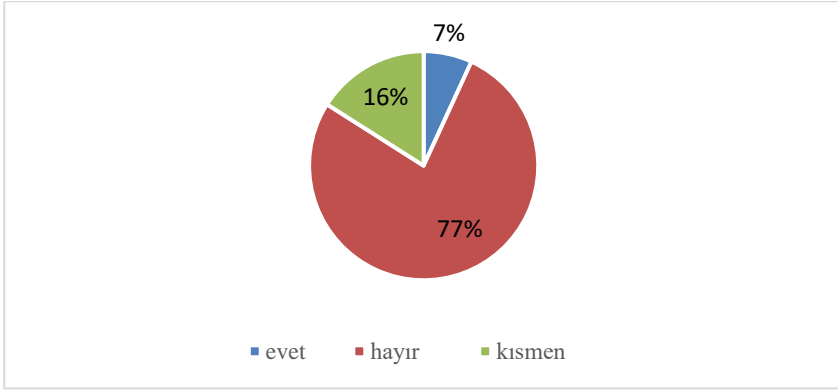
İşlenmiş balık ürünlerine yönelik katılımcıların tüketim eğilimleri incelendiğinde, %27'sinin konserve balık, %14'ünün tuzlanmış balık ve %4'ünün kurutulmuş balık tükettiği belirlenmiştir. Diğer taraftan, katılımcıların %55'lik bir kesimi ise işlenmiş balık tüketmediğini belirtmiştir.



Şekil 12. İşlenmiş balık tüketimi

3.14. Tüketicilerin Tütsülenmiş Balık Hakkındaki Bilgisi

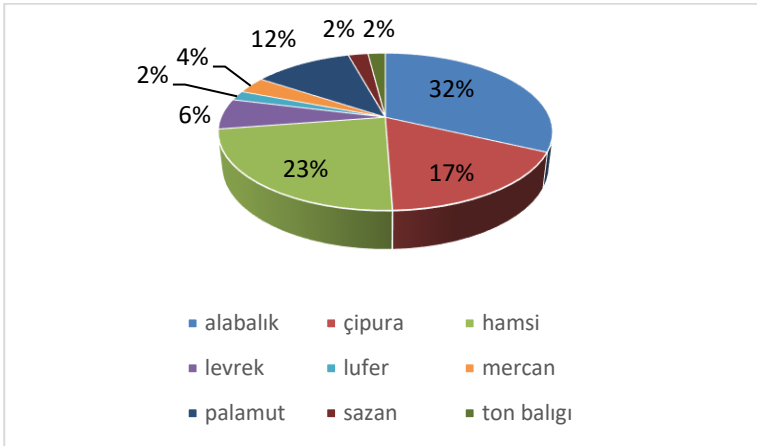
Tütsülenmiş balık hakkında bilgi sahibi olup olmadıkları sorusuna verilen yanıtlara göre, katılımcıların %77'si tütsülenmiş balık hakkında bilgi sahibi olmadığını ifade etmiştir. %16'lık bir kesim evet cevabını verirken, %7'lik bir grup ise kısmi bilgiye sahip olduğunu belirtmiştir.



Şekil 23. Tüketicilerin tütsülenmiş balık hakkındaki bilgisi

3.15. Tüketicilerin En Çok Sevdiği Balık Türü

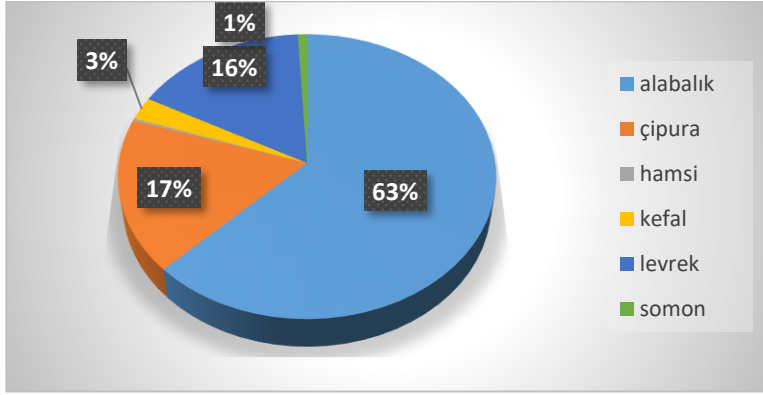
Katılımcıların en çok sevdiği balık türü %32 oranıyla alabalık olmuştur. Alabalığı sırasıyla %23 oranla hamsi, %17 ile çipura ve %12 ile palamut takip etmektedir. Levrek, mercan, lüfer, sazan ve ton balığı ise daha düşük oranlarla tercih edilmiştir. Özellikle lüfer, sazan ve ton balığı, aynı oranla (%2) tercih edilmektedir.



Şekil 3. En çok sevilen balık

3.16. Tüketicilerin Kültür Koşullarında En Çok Tercih Ettiği Balık

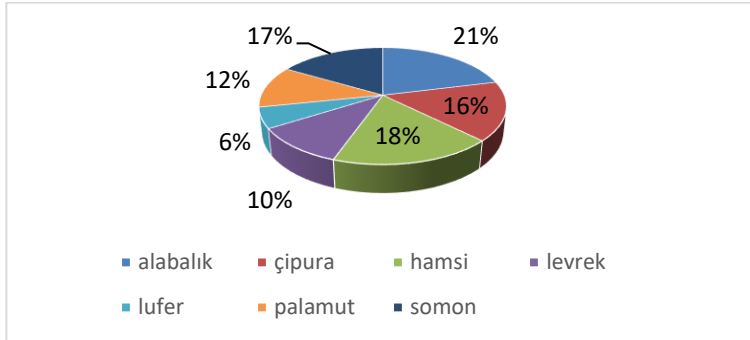
Kültür koşullarında yetiştirilen balıklar arasında katılımcıların %63'ü alabalığı tercih ettiğini belirtmiştir. Bu tercihi sırasıyla %17 ile çipura, %16 ile levrek, %3 ile kefal ve %1 ile somon takip etmektedir.



Şekil 45. Kültür koşullarında en çok tercih edilen balık

3.17. Tüketicilerin Fiyatları Aynı Olduğunda En Fazla Tercih Edeceği Balık

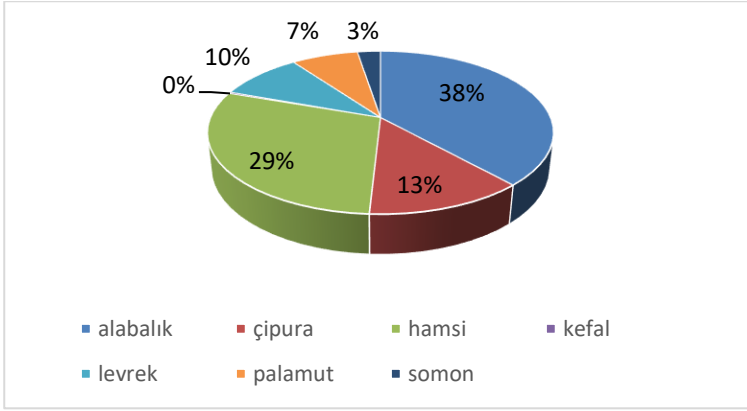
Fiyatları eşit olan durumlarda katılımcıların en çok tercih edeceği balık türü, %21 oranla alabalık olmuştur. Hamsi %18, somon %17, palamut %12, levrek %10 ve lüfer %6 ile sırasıyla tercih edilmektedir.



Şekil 56. Fiyatları aynı olsa en fazla tercih edilecek olan balık türü

3.18. Tüketicilerin En Çok Tükettiği Balık Türü

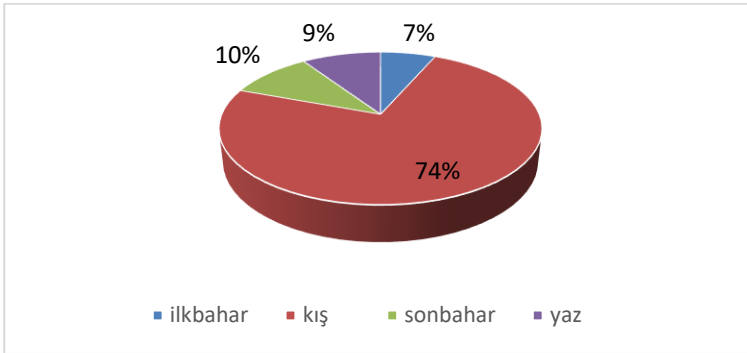
Batman ilinde en çok tüketilen balık türü %38 oranla alabalık olmuştur. Hamsi %29, çipura %13, levrek %10, palamut %7, lüfer %6 ve somon %3 ile diğer balık türlerini izlemektedir.



Şekil 67. Batman ilinde en çok tüketilen balık türü

3.19. Tüketicilerin En Çok Balık Tüketmeyi Tercih Ettiği Mevsim

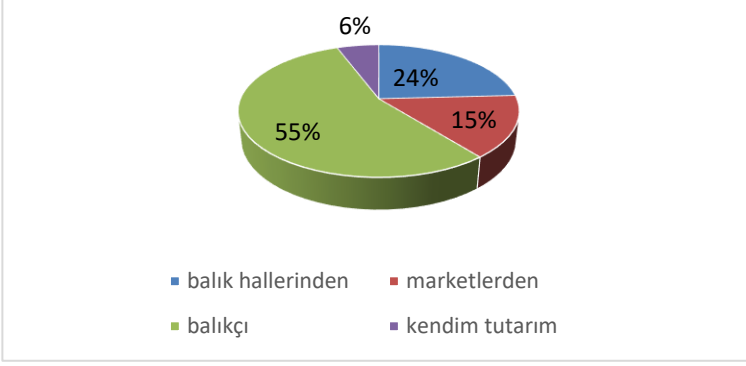
Balık tüketimi mevsimsel olarak değerlendirildiğinde, katılımcıların %74'ü balığı kış aylarında tükettiğini belirtmiştir. Bunu %10 ile sonbahar, %9 ile yaz ve %7 ile ilkbahar izlemektedir.



Şekil 78. Batman ilinde mevsimlere göre balık tüketimi

3.20. Tüketicilerin Balık Satın Almayı Tercih Ettiği Yer

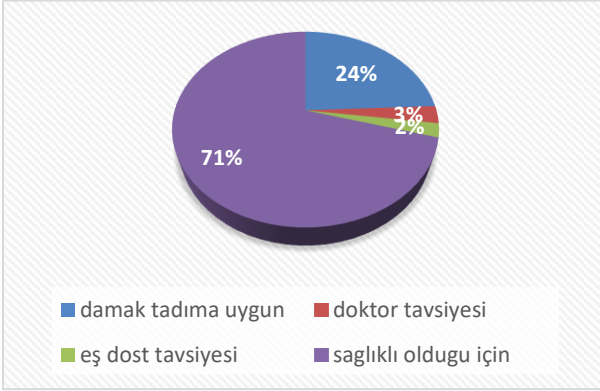
Katılımcıların balık satın almak için tercih ettikleri yerler sırasıyla balıkçı (yüzde 55), balık halleri (yüzde 24) ve büyük marketler (yüzde 15) olmuştur. %6'lık bir kesim ise balığı kendisi tutmayı tercih etmektedir.



Şekil 89. Tüketicilerin balık satın almayı tercih ettiği yer

3.21. Batman İlinde Balık Tüketme Sebepleri

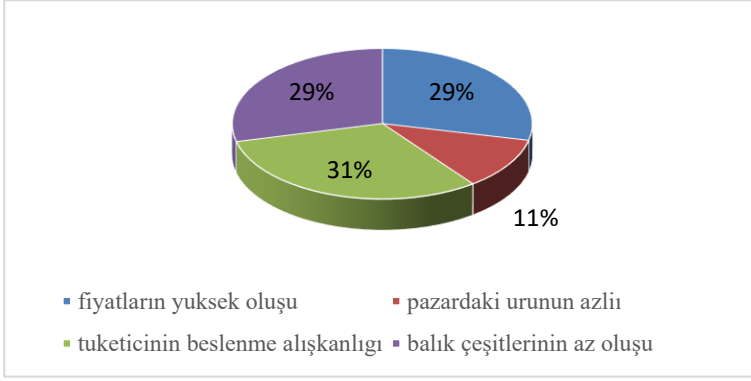
Katılımcıların balık tüketme sebeplerine göre, %71'i balığı sağlıklı olduğu için tükettiklerini belirtmiştir. %24'ü damak tadına uygun olduğu için, %3'ü doktor tavsiyesiyle ve %2'si ise eş dost tavsiyesiyle balık tükettiklerini ifade etmiştir.



Şekil 20. Tüketicilerin balık tüketme sebebi

3.22. Tüketicilerin Batman İlinde Balık Tüketimi ile İlgili Bulduğu Eksiklikler

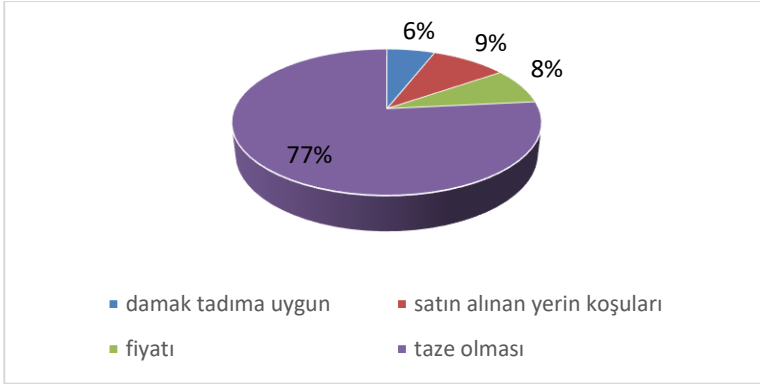
Katılımcılar, Batman ilinde balık tüketimiyle ilgili en büyük eksikliklerin, %31 oranında beslenme alışkanlıklarından kaynaklandığını, %29'u balık çeşitlerinin yetersiz olduğunu ve yine %29'u fiyatların yüksek olduğunu belirtmiştir. %11'lik bir kesim ise pazardaki ürün sayısının az olduğunu ifade etmiştir.



Şekil 91. Batman ilinde balık tüketimi ile ilgili eksiklikler

3.23. Tüketicilerin Balık Satın Alırken Öncelikli Koşulu

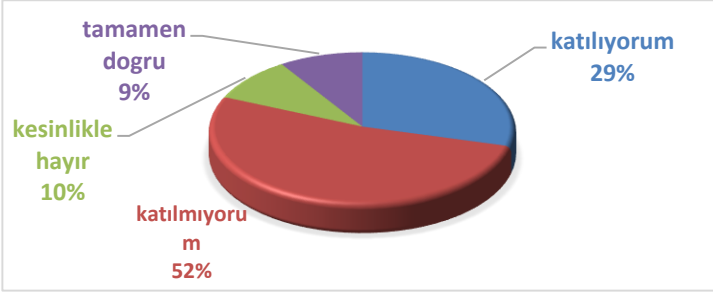
Katılımcıların balık satın alırken en çok dikkat ettikleri kriterin tazelik olduğu ortaya çıkmıştır. Katılımcıların %77'si balığın taze olmasına öncelik verirken, sırasıyla %9'u satın alma koşullarına, %8'i fiyatına ve %6'sı damak tadına uygun olup olmadığına dikkat etmektedir.



Şekil 102. Tüketicilerin balık satın alırken öncelikli koşulu

3.24. Balık Fiyatlarının Tüketicilerin Balık Tüketimine Etkisi

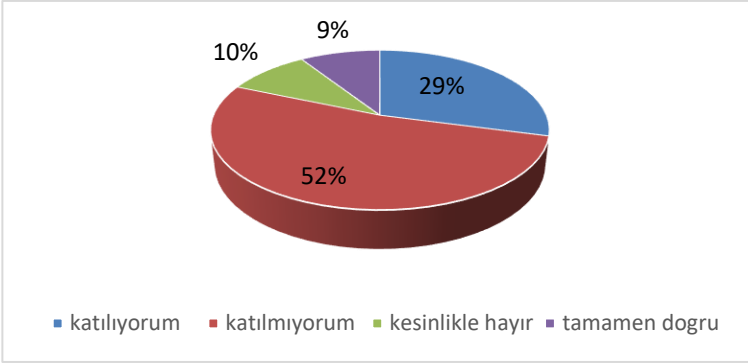
Katılımcıların büyük çoğunluğu (%52) balık fiyatlarının balık tüketimini etkilemediğini belirtmiştir. %29'u fiyatın etkili olduğunu, %10'u kesinlikle etkilemediğini ve %9'u tamamen etkilediğini ifade etmiştir.



Şekil 113. Balık fiyatlarının tüketicilerin balık tüketimine etkisi

3.25. Tüketicilerin Batman'da İstedikleri Zaman Taze Balık Bulabilmesi

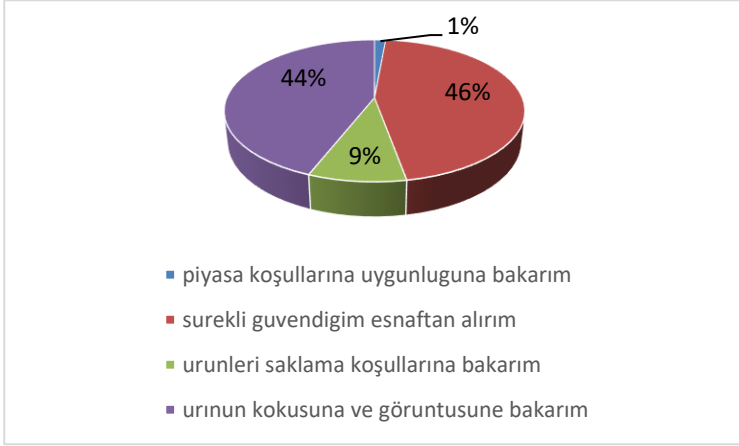
Katılımcıların %52'si, istedikleri zaman taze balık bulabildiklerini belirtmişlerdir. Ancak %29'u balık bulmanın her zaman mümkün olmadığını, %10'u kesinlikle bulamadığını ve %9'u ise tamamen bulamadığını ifade etmiştir. Genel olarak, Batman'da tüketicilerin çoğunluğunun taze balık bulabilme konusunda bir sıkıntı yaşamadığı görülmektedir.



Şekil 124. Tüketicilerin Batmanda istedikleri zaman taze balık bulabilmesi

3.26. Tüketicilerin Balık Alırken Güvenilirlik Eğilimleri

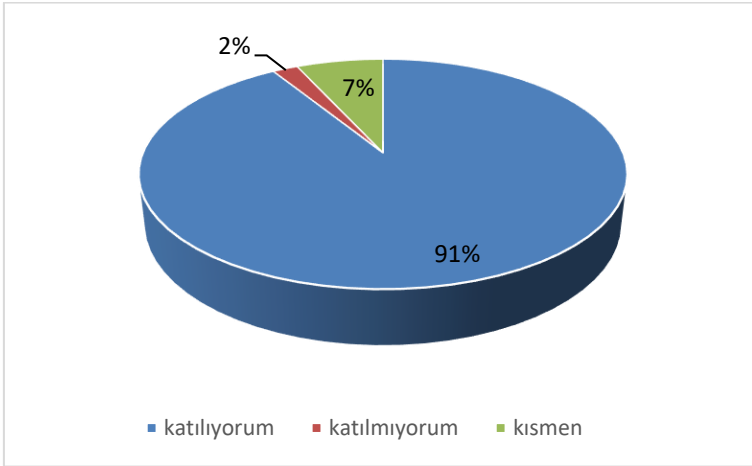
Katılımcılara, pazar ve benzeri yerlerden balık alırken güvenilirliklerini nasıl değerlendirdikleri sorulmuş ve %46'sı, güvenilir esnaftan alışveriş yapmanın önemli olduğunu belirtmiştir. %44'ü ise ürünün kokusuna ve görüntüsüne dikkat ederken, %9'u balıkların saklama koşullarına, %1'i ise fiyatın piyasa koşullarına uygun olup olmadığına bakmaktadır. Bu veriler, tüketicilerin güvenilirlik konusunda öncelikli olarak esnafın güvenilirliğine odaklandığını göstermektedir.



Şekil 135. Tüketicilerin Pazar ve benzeri yerler de balık alırken güvenilir olduğunu nasıl anlar

3.27. Tüketicilerin Balığı Çocuk Gelişimi Açısından Değerlendirmesi

Katılımcıların büyük bir kısmı (%91) balığın çocuk gelişimine olan olumlu etkilerini bildiklerini ifade etmiştir. %7'lik bir grup balığın çocuk gelişimine kısmi etkisi olduğunu belirtirken, %2'lik bir kesim ise bu konuda bilgi sahibi olmadığını söylemiştir.



Şekil 146. Balığın çocuk gelişimi açısından değerlendirilmesi

4. TARTIŞMA

Çalışmamızda tüketicilerin sosyoekonomik özellikleri incelendiğinde, katılımcıların %58'inin kadın, %42'sinin erkek olduğu belirlenmiştir. Yaş dağılımı incelendiğinde ise, %51'lik oranla en büyük pay 18-24 yaş aralığına aitken, %28'i 25-31, %11'i 32-38, %5'i 39-45, %3'ü 46-52, %2'si ise 53 ve

üzeri yaş grubundadır. Çolakoğlu ve ark. (2006) Çanakkale ilinde yaptıkları çalışmada, ankete katılan bireylerin %67,79'unun erkek, %32,21'inin ise kadın olduğunu, yaş ortalamasının ise genellikle 21-30 yaş arasında (%39,56) olduğunu belirtmişlerdir. Yüksel ve ark. (2011) tarafından yapılan çalışmada ise katılımcıların %55'inin erkek, %45'inin kadın olduğu, yaş dağılımlarının ise %4,3'ünün 21 yaşından küçük, %42,5'inin 21-30, %35,4'ünün 31-40, %12,6'sının 41-50 yaşları arasında ve %5,2'sinin ise 50 yaşından büyük olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmalarda kadın katılımcıların daha az olduğu gözlemlenmiştir.

Çalışmamızda, ankete katılan bireylerin eğitim durumlarına bakıldığında, en büyük payı %39 oranıyla lisans mezunları almıştır. Bunu sırasıyla %33'ü lise, %13'ü ön lisans, %7'si ilköğretim, %6'sı lisansüstü, %2'si ise okur yazar olmayan bireylerden oluşmaktadır. Hatırlı ve ark. (2004) Isparta ilinde yaptıkları çalışmada, katılımcıların eğitim durumunu, %27,54'ünün ilköğretim, %10,63'ünün ortaokul, %26,57'sinin lise, %33,33'ünün ise üniversite mezunu olarak belirlemişlerdir. Yüksel ve ark. (2011) Tunceli ilinde gerçekleştirdikleri çalışmada katılımcıların %55,5'inin üniversite mezunu, %24,4'ünün lise mezunu olduğunu tespit etmiştir. Aydın ve Karadurmuş (2013) ise Giresun ve Trabzon illerinde yaptıkları araştırmada katılımcıların %45'inin lisans mezunu olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen bulgular, yapılan önceki çalışmalara paralel olarak, en fazla lisans mezunu katılımcıya sahip olunması açısından benzerlik göstermektedir.

Gelir düzeyine bakıldığında, katılımcıların büyük çoğunluğu 0-500 TL (%49) arasında gelir elde etmektedir. Bunu sırasıyla 1000-2000 TL (%23), 2000-3500 TL (%16), 3500-5000 TL (%9), 5000 TL ve üzeri (%3) gelir grupları takip etmektedir. Adıgüzel ve ark. (2009) Tokat ili Almus ilçesinde gerçekleştirdikleri çalışmada katılımcıların gelirinin %36,54'ünün 1000 TL ve altında olduğunu belirtmişlerdir. Yüksel ve ark. (2011) tarafından Tunceli ilinde yapılan çalışmada ise katılımcıların gelirinin büyük çoğunluğunun (%46) 1000-2000 TL arasında olduğu tespit edilmiştir. Arslan ve İzci (2016) Antalya ilindeki çalışmasında ise katılımcıların gelirinin %35,09'unun 1001-2000 TL, %34,36'sının ise 2001-3000 TL arasında olduğunu belirlemişlerdir. Bu çalışmamız, yapılan diğer araştırmalarla benzer gelir düzeylerine sahip bireylerden oluşmuştur.

Batman ilindeki bu çalışmada yıllık su ürünleri tüketimi 37,9 kg olarak tespit edilmiştir. Aydın ve Karadurmuş (2013) Trabzon ilinde yaptığı çalışmada kişi başına düşen yıllık balık tüketiminin 22,56 kg, Aydın ve Karadurmuş (2012) Ordu ilinde 26,3 kg, Çolakoğlu ve ark. (2006) ise Çanakkale ilinde 18 kg olarak belirlemişlerdir. Batman'ın denize kıyısı olmamasına rağmen yıllık balık

tüketimi oldukça fazladır. Trabzon ve Ordu gibi denize kıyısı olan illerde ise yıllık balık tüketimi Batman'dan daha azdır.

Bölge halkının et tüketim tercihleri incelendiğinde, %46 ile kırmızı et en fazla tercih edilen et türü olmuştur. Bunu %42 ile tavuk eti, %10 ile balık eti takip etmiştir. Oğuzhan ve ark. (2009) Erzurum ilindeki çalışmada, et tüketiminde %56 kırmızı et, %37,33 tavuk eti ve %6,6 balık eti tüketildiğini belirtmişlerdir. Yüksel ve ark. (2011) yaptıkları bir çalışmada, Tunceli halkının en çok tercih ettiği et türlerini sırasıyla %48 balık eti, %34 kırmızı et ve %18 tavuk eti olarak tespit etmişlerdir. Batman'daki bu çalışmada ise kırmızı et en çok tercih edilen et türü olup, et tüketimi açısından benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Katılımcıların balık tüketim sıklığına bakıldığında, %53'ü ayda bir veya daha fazla balık tükettiğini belirtmiştir. Gözener ve ark. (2016) Ordu ili Fatsa ilçesinde yapılan çalışmada ise %55,51'inin ayda bir veya daha fazla balık tükettiği, %41,92'sinin haftada bir veya daha fazla balık tükettikleri tespit edilmiştir. Saygı ve ark. (2006) İzmir ilindeki çalışmada ise %72'sinin en az ayda iki defa, %28'inin ayda bir ve bir defadan az, %17'sinin haftada en az bir defa balık tükettikleri belirtilmiştir. Batman'da yapılan çalışmada ise balık tüketim sıklığı daha yüksektir.

Katılımcıların balık muhafaza yöntemlerine bakıldığında, %44'ü buzdolabında, %29'u buzlukta, %14'ü derin dondurucuda ve %13'ü açıkta balığı muhafaza etmektedir. Çadır ve Duman (2013), Keban Baraj Gölü Ova Bölgesi Halkının balık tüketim alışkanlıklarını incelediklerinde %74,82'sinin balığı hemen tüketmek istediklerini, %12,23'ünün ise buzdolabı ve derin dondurucuda muhafaza ettiklerini belirtmişlerdir.

Katılımcıların en çok sevdiği balık türü alabalık (%32) olup, bunu hamsi (%23) takip etmektedir. Ayrıca, deniz balıklarının (%51) tatlı su balıkları (%36) ve çiftlik balıklarından (%5) daha fazla tercih edildiği belirlenmiştir. Hatırlı ve ark. (2004) Erzurum ilindeki çalışmada katılımcıların en çok tercih ettiği balık türünü hamsi (%65,21), alabalık (%32,64) olarak tespit etmişlerdir.

Balık dışında diğer deniz ürünlerine yönelik tercihler incelendiğinde, katılımcıların %4'ü kalamar, %3'ü karides ve %2'si istakoz tüketmektedir. Orhan ve Yüksel (2010) Burdur ili merkez ilçesinde yaptıkları araştırmada %89,10'unun balık dışında su ürünü tüketmediğini belirtmişlerdir. Çaylak (2013), İzmir'de balık dışında su ürünleri tüketen katılımcıların %53'ünün bu ürünleri tükettiklerini saptamıştır. Batman'daki katılımcıların su ürünleri tüketim oranının daha düşük olduğu, bu durumun denize kıyısı olmayan bir bölgede yaşamaktan kaynaklandığı düşünülebilir.

Katılımcıların balık satın alırken tercih ettikleri yerler incelendiğinde, %55'inin balıkçıdan, %24'ünün balık hallerinden ve %15'inin ise büyük marketlerden balık aldıkları tespit edilmiştir. Erdal ve Esengün (2008) Tokat ilindeki çalışmada, katılımcıların %85'inin sabit balık satıcılarından balık aldığını belirtmişlerdir. Yapılan çalışmada da en çok tercih edilen yer balıkçılardır.

Balık pişirme yöntemlerine bakıldığında, katılımcıların %47'sinin balığı kızartarak, %31'inin ızgarada, %17'sinin fırında pişirdiği, %1'inin balık buğulama ve %4'ünün ise konserve gibi yöntemlerle pişirme tercihi olduğu görülmüştür. Kızılaslan ve Nalinci (2013) Amasya'daki çalışmasında, balık tüketiminde en çok tercih edilen pişirme yönteminin %45,68 ile kızartma olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, %32,23'ü ızgara, %21,09'u ise fırında pişirmektedir.

Bu çalışmada, Batman ilindeki tüketicilerin balık tüketim alışkanlıkları, bölgenin sosyoekonomik yapısı, yerel gelenekler ve kültürlerle şekillenmiştir. Elde edilen bulgulara göre, balık tüketimi sıklığı ve tercih edilen pişirme yöntemleri, genel olarak diğer bölgesel çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Ancak, balık tüketiminde önemli farklılıklar, denize kıyısı olmayan bölgelerde daha fazla balık işlenmiş ürünlerinin tercih edilmesiyle kendini göstermektedir. Bu bağlamda, halkın sağlıklı beslenme alışkanlıkları konusunda bilinçlendirilmesi ve yerel üretimle desteklenen su ürünleri tüketiminin artırılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

5. SONUÇ

Yapılan bu çalışmada Batman İl Merkezinde balık tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi amacıyla cinsiyet, yaş, meslek, gelir düzeyine ve su ürünleri tüketimine yönelik bazı sorular sorulmuş ve elde edilen sonuçlar şu şekilde özetlenmiştir:

En fazla tercih edilen et türünün kırmızı et (%46) olduğu tespit edilmiştir. İkinci sırada ise tavuk eti (%42) tüketilmektedir. Batman İlinde tarımsal faaliyetlerin büyük ölçüde küçükbaş hayvancılığa dayalı olması, bölgedeki beslenme alışkanlıklarını doğrudan etkilemiştir. Kırmızı et ve tavuk etinin önde olmasının, bölge halkının alışıktığı et tüketim alışkanlıklarını yansıttığı söylenebilir. Ancak, bu durumda balık tüketiminin artırılabilmesi için küçükbaş hayvancılıkla benzer şekilde bölgedeki beslenme alışkanlıklarına entegre edecek stratejiler geliştirilmelidir. Örneğin, alabalık gibi yerel olarak yetiştirilebilen ve sağlıklı alternatifleri tanıtarak, halkın balığa olan bakış açısını değiştirmek mümkündür.

Bölge halkının balık eti tüketim sıklığının ayda bir veya daha fazla olduğunun tespit edilmesi, halkın farklı et türlerine olan ilgisinin yanı sıra, sağlıklı beslenme bilincinin gelişmeye başladığını göstermektedir. Ancak, bu sıklığın daha da artırılması için, balığın sağlık üzerindeki faydaları konusunda daha fazla eğitim ve farkındalık çalışması yapılmalıdır. Balık etinin zengin protein, omega-3 yağ asitleri ve diğer besin öğeleri bakımından sağlıklı bir seçenek olduğu vurgulanmalıdır.

Balık eti tercihlerinde fiyatların etkili olduğu tespit edilmiştir. Balık fiyatlarının, özellikle taze ve kaliteli balığa ulaşılabilirliği etkileyen önemli bir faktör olduğu görülmüştür. Bu durumu iyileştirmek için, su ürünleri yetiştiriciliği sektörünün bölgede teşvik edilmesi gerekmektedir. Bölgedeki su kaynaklarının etkin kullanımı ve yerel balık üretiminin artırılması, hem fiyatların düşmesine hem de taze balığa daha kolay erişilmesine olanak tanıyacaktır. Bu şekilde, halkın balık etini daha sık tüketmesi teşvik edilebilir.

Yapılan çalışmalarda, balık tüketiminin genellikle kızartarak yapıldığı gözlemlenmiştir. Ancak kızartma yöntemi, sağlıklı bir pişirme yöntemi olarak önerilmemektedir. Bu sebeple, halkı daha sağlıklı pişirme yöntemlerine yönlendirecek bilgilendirme kampanyaları ve eğitimler düzenlenmelidir. Özellikle balığın ızgara, fırın veya buğulama gibi yöntemlerle pişirilmesinin sağlık açısından daha faydalı olduğu vurgulanmalıdır. Ayrıca, halk arasında balık pişirme teknikleri konusunda çeşitlilik oluşturmak, balık tüketim alışkanlıklarını artırmaya yardımcı olabilir.

Alabalık, hem yetiştiriciliği yaygın hem de fiyatının geniş bir kesime hitap ediyor olması nedeniyle en çok tercih edilen balık türüdür. Bu durum, alabalığın ulaşılabilirliğinin artırılmasını kolaylaştırmaktadır. Ancak alabalık dışında diğer balık türlerinin de tanıtımı yapılmalı ve farklı tatlar sunulmalıdır. Yerel tatlar ve tarifler üzerinden yapılan tanıtımlar, halkın çeşitliliğe olan ilgisini artırabilir. Alabalık dışındaki balık türlerinin de, besin değeri yüksek ve lezzetli seçenekler olduğu anlatılmalıdır.

Bu çalışmada, bölge halkının taze balığa ulaşımının kolay olduğu ve iç sularda (alabalık gibi) yetişen balıkların tercih edildiği görülmüştür. İç sularda balık yetiştiriciliği, bölgenin doğal kaynaklarına dayalı olarak artırılabilir ve halkın taze balık talebini karşılamak için çeşitli programlar geliştirilebilir. Ayrıca, deniz balıkları ve diğer su ürünlerine de yönlendirme yapmak, daha geniş bir su ürünü çeşitliliği sunarak, tüketimi artırabilir. Balıkçılık sektörü yerel halkın ekonomik gelirine de katkı sağlayabilir.

Tüketicilerin balığı genellikle güvendikleri esnaflardan almayı tercih etmeleri, sağlıklı beslenme konusunda bilinçli olduklarını gösteren bir durumdur. Ancak, balık alım yerlerinin denetlenmesi ve hijyen standartlarının

artırılması gerekmektedir. Bu, halkın balığa olan güvenini artırır ve sağlıklı gıda güvenliği konusunda endişeleri ortadan kaldırır. Ayrıca, esnaflara yönelik düzenlenecek eğitimler, onları doğru saklama, taşıma ve satış yöntemleri konusunda bilgilendirebilir.

Bölge halkının, tarımsal faaliyetler açısından olduğu gibi, kültürel olarak da balık avcılığı faaliyetlerine katılımının yok denecek kadar az olduğu belirlenmiştir. Balıkçılık kültürünün geliştirilmesi, geleneksel balık avcılığı yöntemleri yerine daha verimli ve sürdürülebilir balıkçılık tekniklerinin benimsenmesi için yerel yönetimler ve ilgili sektörler işbirliği yapmalıdır. Bu, balık üretiminin artırılması ve sürdürülebilirliğin sağlanması adına önemlidir. Ayrıca, balık avcılığına yönelik eğitim programları düzenlenerek, halkın bu alandaki bilgi ve becerileri artırılabilir.

Yapılan bu çalışmada, bölge halkının taze balık eti temin edebilmesi, su ürünleri sektörünün bölgedeki gelişim potansiyelinin güçlü olduğunu göstermektedir. Bu durumu daha da geliştirebilmek için, bölgedeki balıkçılık altyapısının iyileştirilmesi ve lojistik ağların güçlendirilmesi gerekmektedir. Bu sayede, balık tedarik zinciri daha etkin hale getirilebilir ve balığın taze bir şekilde daha geniş bir kitleye sunulması sağlanabilir.

Yemek kültürünün balık tüketimini sınırladığı, ancak gelir düzeyine göre balık eti tüketiminin sıklığının değiştiği gözlemlenmiştir. Gelir düzeyine göre balık tüketim alışkanlıkları farklılık göstermekte olup, düşük gelir grubundaki bireylerin balık alımında zorlandığı gözlemlenmiştir. Bu noktada, balık tüketimini daha ulaşılabilir kılmak için sosyal yardımlar ve teşvikler oluşturulabilir. Örneğin, yerel yönetimler ve su ürünleri sektöründen yapılan işbirlikleri ile balık fiyatlarının daha uygun seviyelere çekilmesi sağlanabilir.

Sonuç olarak, bu çalışmadan elde edilen bulgular ışığında, Batman ilinde balık eti tüketiminin artırılması adına yapılacak tanıtım ve bilgilendirme çalışmaları büyük bir önem taşımaktadır. Balığın sağlığa faydaları ve dengeli beslenmedeki rolü konusunda halkın bilgilendirilmesi, taze ve kaliteli balıkların daha uygun fiyatlarla sunulması, sağlıklı pişirme yöntemlerinin teşvik edilmesi gibi stratejilerle balık tüketiminin yaygınlaştırılması mümkündür.

KAYNAKLAR

- Adıgüzel, F., Civelek, O., Sayılı, M. ve Büyükbay, E. O., 2009.** Tokat ili Almus ilçesinde ailelerin balık tüketim durumu, GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi 26(2): 35-43
- Angiş, S., 2004.** Gökkuşacağı Alabalığı (*O. mykiss*)’nında soğuk tütsüleme nin bazı önemli kimyasal ve duyuşsal özellikler üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı. Erzurum, 36 s.
- Anonim. (2023).** Su Ürünleri İstatistikleri, Su Ürünleri Haber Bülteni. Türkiye İstatistik Kurumu, 2023. SAYI 49678
- Arslan, M., İzci, L., 2016.** Antalya ili su ürünleri tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi. Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 12(1):75-85.
- Atar, H., Alçiçek, Z., 2009.** Seafood consumption and health. TAF Preventive Medical Bulletin, 8 (2): 173-176
- Aydın, M. & Karadurmuş, U. (2013).** Consumer behaviors for seafood in Giresun and Trabzon province (in Turkish with English abstract). The Black Sea Journal of Sciences, 3(9): 57-71.
- Aydın, M. ve Karadurmuş, U., 2013.** Trabzon ve giresun bölgelerindeki su ürünleri tüketim alışkanlıkları. Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 3(9):57-71.
- Aydın, M., Karadurmuş, U. 2012.** Consumer behaviors for seafood in Ordu province. Yunus Araştırma Bülteni, 3: 18-23
- Baysal A. (2002).** Genel Beslenme. 11.Baskı. Hatipoğlu Yayınları: 14
- Chen, J., Jayachandran, M., Bai, W., Xu, B. (2022).** A critical review on the health benefits of fish consumption and its bioactive constituents. Food Chemistry, 369, 130874. <https://doi:10.1016/j.foodchem.2021.130874>
- Çadır, F., Duman, M. 2013.** Keban baraj gölü ova bölgesi halkının balık tüketim alışkanlıklarının araştırılması. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 25(1): 61-70.
- Çaylak, B. 2013.** İzmir ili su ürünleri tüketimi ve tüketici tercihleri üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Çolakoğlu, F.A., İşmen, A., Özen, Ö., Çakır, F., Yiğın, Ç., Ormancı, H.B. 2006.** Çanakkale ilindeki su ürünleri tüketim davranışlarının değerlendirilmesi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 23(3): 387-392.
- Demirtaş, B., Dağıstan, E., Akpınar, M. G., Sayın, C. 2014.** Fish consumption patterns of urban household in Hatay, Turkey. Journal of Academic Documents for Fisheries and Aquaculture, 2: 69-77.

- Deniz, B. (2019).** Kayseri ilinde balık tüketimi ve tüketici tercihlerinin araştırılması. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Kayseri.
- Elmadfa, I., Meyer, A.L. (2017).** Animal proteins as important contributors to a healthy human diet. Annual review of animal biosciences, 5, 111-131. <https://doi:10.1146/annurev-animal-022516-022943>
- Erdal, G. Esengün, K. 2008.** Tokat İlinde balık tüketimini etkileyen faktörlerin logit model ile analizi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 25(3): 203-209.
- FAO, (2022).** The State of World Fisheries and Aquaculture 2022, <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cc0461>
- Göçer, M., & Yılmaz, M. S. (2024).** Balık Etinin Sosis Üretiminde Kullanımı. Adyutayam Dergisi, 12(1), 32-44.
- Gözener, B., Sayılı, M., Antar, Ş. 2016.** Ordu ili fatsa ilçesinde hanelerin balık tüketim alışkanlıklarının tespiti. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Dergisi, 12: 31-43.
- Gürgün, Hatice (2006).** Van gölüne kıyısı bulunan bazı ilçelerdeki balık tüketimine yönelik bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Hatırlı, S. A., Özkan, B. and Aktaş, A.R., 2004.** Factors Affecting Fluid Milk Purchasing Sources in Turkey. Food Quality and Preference, 15(6):509-515.
- Kızılaslan, H., Nalinci, S. 2013.** Amasya ili merkez ilçedeki hane halkının balık eti tüketim alışkanlıkları ve balık eti tüketimini etkileyen faktörler. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, 5:61-75.
- Mohanty, B.P., Mahanty, A., Ganguly, S., Mitra, T., Karunakaran, D., Anandan, R. (2019).** Nutritional composition of food fishes and their importance in providing food and nutritional security. Food chemistry, 293, 561-570. <https://doi:10.1016/j.foodchem.2017.11.039>
- Oğuzhan, P., Angiş, S., Atamanalp, M. 2009.**Erzurum ilindeki tüketicilerin su ürünleri tüketim alışkanlığının belirlenmesi üzerine bir araştırma. XV. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 01-04 Temmuz, Rize. Olgunoğlu, İ.A., Bayhan Y.K.,
- Orhan, H., Yüksel, O. 2010.** Fishery product consumption survey in Burdur Province. Ziraat Fakültesi Dergisi-Süleyman Demirel Üniversitesi, 5(1): 1-7.
- Saygı, H., Saka, Ş., Fırat, K., Katağan, T. 2006.** İzmir merkez ilçelerinde kamuoyunun balık tüketimi ve balık yetiştiriciliğine yaklaşımı. Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Dergisi, 23(1-2): 133-138.

- Şen, B., Canpolat, Ö., Sevim, A. F., Sönmez, F., 2008.** Elazığ ilinde balık eti tüketimi. Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilim Dergisi. 20 (3), 433-437.
- Turan H, Kaya Y, Sönmez G. 2006.** Balık Etinin Değeri ve İnsan Sağlığındaki Yeri. E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences, 23: 505-508.
- URL-1,** www.tuik.gov.tr Türkiye İstatistik Kurumu, Su Ürünleri.23 Haziran 2017.
- URL-2,** www.tarim.gov.tr/sgb/Belgeler/Sag/MenuVeriler/BSG.11.02.2016.
- Valverde, I.M., Periago, M.J., Santaella M., 2000.** The Content and Nutritional Significance of Minerals on Fish Flesh in the presence and Absence of Bone. Food Chemistry 71:503- 509.
- Yüksel, F., Kuzgun, N.K., Özer, E.İ., 2011.** Tunceli ili balık tüketim alışkanlığının belirlenmesi. Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi. 3(2):5, 28-36.

5. Bölüm

Doğadan Toplanan Adaçayı Bitkisinin Organik Tarımda Üretim Potansiyeli Kayseri Örneği

SANCAR Bulut¹
YAŞAR DERAY SAYGI¹

¹ Kayseri University Safiye Çıkrıkçıoğlu Vocational Collage, Department of Plant and Animal Production, 38280, Talas-Kayseri, Turkey, sancarbulut@kayseri.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6261-0256

¹ Kayseri University Safiye Çıkrıkçıoğlu Vocational Collage, Department of Plant and Animal Production, 38280, Talas-Kayseri, Turkey, deraysaygi@kayseri.edu.tr , ORCID: 0009-0003-7993-7671

Özet

Ülkemiz, farklı iklim ve ekolojik koşullar ile zengin tür ve çeşitliliğe sahip olması sayesinde doğadan toplanan tıbbi ve aromatik bitkiler açısından büyük bir potansiyele sahiptir. Türkiye’de 2021 yılı verileri doğrultusunda 38,748 kayıtlı üretici tarafından 216,863.10 ha üretim alanı, 24,334.03 ha doğadan toplama alanı ve 2,581.71 ha nadas alanı ile birlikte toplam 243,778.85 ha alanda üretim yapılmakta ve bu alanda toplam 1,101,236.97 ton organik bitkisel üretim sağlanmaktadır. Ülkemizde tıbbi aromatik bitkiler hem doğadan toplanarak ve hem de kısmen de olsa kültüre alınma şeklinde değerlendirilir. Adaçayı da bu bitkiler arasında önemli bir yere sahiptir. Adaçayı, gıda sanayinde, eczacılık ve parfümeride yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Türkiye’de 2022 yılında 12.781 dekar alanda 2.356 ton adaçayı yetiştirilerek, 2.434 ton adaçayı ihracatından 8.489.836 dolar, 278 kg ada çayı yağından 5.354 dolar gelir elde edilmiştir. İklimsel ve toprak özellikleri ile ada çayı yetiştiriciliği için Kayseri uygun şartları bulundurmaktadır. Kayseri’de hemen hemen her ilçede doğada adaçayına rastlamak mümkündür. Ancak detaylı çalışma yapılmadığı için yörede kaç türünün yetiştiği bilinmemektedir. Bu çalışmada, başta doğadan toplanan ve yetiştiriciliği yapılan adaçayı bitkisinin Kayseri’de üretim potansiyeli hakkında derleme bilgileri sunulacaktır.

Anahtar kelimeler: Organik Tarım, Adaçayı, Doğadan Toplama, Üretim, Kayseri, Orta Anadolu

Production Potential of Sage Plants Collected from Nature in Organic Farming: The Case of Kayseri

Abstract

Turkiye has a great potential in terms of medicinal and aromatic plants collected from nature thanks to its different climate and ecological conditions and rich species and diversity. According to 2021 data, a total area of 243,778.85 hectares is under production by 38,748 registered producers in Turkey, of which 216,863.10 hectares is agricultural production area, 24,334.03 hectares is natural collection area and 2,581.71 hectares is fallow area. In this area, a total of 1,101,236.97 tonnes of organic plant production was achieved. In Turkiye, medicinal aromatic plants are utilised both by collection from nature and partially by cultivation. Sage has an important place among these plants. Sage is widely used in the food industry, pharmacy and perfumery. In 2022, 2,356 tonnes of sage was produced in 12,781 hectares of land in Turkey and \$8,489,836 was earned from the export of 2,434 tonnes of sage and \$5,354 was earned from 278 kg of sage oil. Kayseri has suitable conditions for sage cultivation with its climate and soil characteristics. It is possible to find sage in almost every district in Kayseri. However, since detailed studies have not been carried out, it is not known how many species of sage grow in the region. In this study, compiled information will be presented about the production potential of sage plant in Kayseri, which is mainly collected from nature and cultivated.

Keywords: Organic Farming, Sage, Naturally grown, Sage Cultivation, Kayseri, Central Anatolia

1. GİRİŞ

Günümüzde tıbbi ve aromatik bitkiler, farklı sektörlerde ve endüstrilerde geniş bir kullanım alanına sahiptir. Bu bitkilerin tüketimi arttıkça, dünya çapındaki ticaret hacmi de her geçen gün büyümektedir. Türkiye'nin önemli dış satım ürünlerinden biri olan adaçayı ve adaçayı yağı, bu alanda önemli bir yere sahiptir (Elmas, 2021). Latince "salvare" yani "iyileşmek" ya da "kurtulmak" anlamına gelen *Salvia* cinsi, tarih boyunca çeşitli amaçlarla kullanılmıştır. Bu tür, dünya çapında hem doğadan toplanan hem de yetiştirilen tıbbi ve aromatik bitkileri kapsamaktadır. Türkiye, sahip olduğu farklı iklim koşulları ve üç floristik bölgenin kesişim noktasında bulunması nedeniyle bitki çeşitliliği açısından oldukça zengindir. Yapılan araştırmalar, Türkiye florasında yaklaşık 11.707 tohumlu bitki türü bulunduğunu (tür altı taksonlar dahil) ortaya koymaktadır. Bu bitkilerden 3.750'si ise endemik olup, Türkiye'nin endemizm oranı %31,35'tir. Avrupa'da ise 12.000 bitki taksonu bulunmakta ve endemizm oranı %24 civarındadır (Ekim vd. 2000; Şehirli vd. 2005; Ekim, 2009).

Labiatae (*Lamiaceae*) familyası Türkiye florasının önemli familyalarından biridir. Dünyada geniş bir yayılım alanına sahip olan *Lamiaceae* familyasının, yaklaşık 200 cins ve 3200 türü bulunmaktadır. Türkiye'de ise bu familya, özellikle Akdeniz Bölgesi'nde yaygın olarak bulunan 45 cins ve yaklaşık 540 türle temsil edilmektedir (Uysal, 2015; Güner ve ark., 2000; Nakiboğlu, 1993). Labiatae (*Lamiaceae*) familyasının en geniş cinsi olan *Salvia*, dünya genelinde 900 türe sahip olup, Türkiye florasında 8 tür ve 93 taksonla yer almakta ve bunlardan 45'i endemik olarak bulunur (Güner ve ark., 2000; Uysal, 2015). Bu türler arasında özellikle ekonomik açıdan önemli olan dört tür vardır: *S. officinalis*, *S. fruticosa*, *S. tomentosa* ve *S. sclarea*. Özellikle *Salvia officinalis*, Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde, özellikle Kayseri'de doğal olarak yetişmektedir (Arslan, 1998).

Dünyada toplamda 71,5 milyon hektar organik tarım alanı bulunmaktadır (Bilen ve Çiçekli, 2019). Bu alanda Avustralya 35,7 milyon hektar ile en büyük paya sahipken, Arjantin 3,6 milyon hektar ve Çin 3,1 milyon hektar ile takip etmektedir. Türkiye'de ise 2021 yılında 267 farklı ürün çeşidiyle 48.244 üretici tarafından 351.919 hektar alanda (doğal toplama alanları dahil) 1.590.086 ton organik bitkisel üretim gerçekleştirilmiştir (Ünal ve Aydın Can, 2018; Willer et al., 2022; Anonim, 2023). Dünya organik ürün pazarının toplam değeri 96,7 milyar Euro'ya ulaşmış olup, bu pazarda en büyük paya sahip ülkeler sırasıyla ABD (40,6 milyar Euro), Almanya (10,9 milyar Euro) ve Fransa (9,1 milyar Euro) olmuştur (Anonim, 2020). Türkiye'nin 2018 yılı organik tarım alanı,

FİBL ve IFOAM verilerine göre, toplam tarımsal alanın %1,7'sini kapsamaktadır.

Türkiye’de doğal olarak yetişen yaklaşık 1.200 bitki türü, farklı bölgelerden toplanarak çiğ veya pişirilerek tüketilmektedir (Aytaç vd., 2020). Ülkemizde adaçayı ihracatının büyük bir kısmı, doğadan toplanan Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa*) ve büyük çiçekli adaçayı (*Salvia tomentosa*) türlerinden sağlanmaktadır (Karakuş ve ark., 2017). 2019 yılında 2.317 ton adaçayı için 8.680.563 dolar, 2020 yılında ise 2.176 ton adaçayı için 8.155.503 dolar gelir elde edilmiştir. Ayrıca, 2019 yılında 18.429 kg adaçayı yağı karşılığında 15.555 dolar ve 2020 yılında 27.396 kg adaçayı yağı karşılığında 173.504 dolar döviz girdisi sağlanmıştır (TÜİK, 2021). Doğal ortamdan toplama yönteminin ekonomik olmasına karşın, istenilen kalite ve standartlarda ürün elde etmek zor olabilmektedir. Bu nedenle, dünya pazarlarının taleplerini karşılamak amacıyla, son yıllarda Türkiye’nin çeşitli illerinde tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis*) yetiştiriciliği yapılmaya başlanmıştır (Bayraktar ve ark., 2017).

Adaçayının kullanılan bölümleri, herbası, yaprakları ve uçucu yağdır. İçeriğinde tanen, acı maddeler ve uçucu yağ (%1-2,5) bulunur. Uçucu yağında ise thujon (%30-50), cineole (%15) ve borneol (%10) oranları mevcuttur (Işık, 2008). Adaçayı kullanıldığı zaman, tüm bedeni güçlendirir, kalp krizi tehlikesini azaltır. Ayrıca kramplarda, omurilik rahatsızlıklarında ve beze hastalıklarında kullanılmaktadır. Gece terlemelerinde ve aşırı terlemelerde yardımcı olabilecek bir bitkidir. İştah açıcı özelliğe sahiptir. Adaçayı, çalkalama veya gargara şeklinde kullanıldığında, bademcik ve diş iltihabı, yutak ve ağız boşluğu iltihapları, boğaz enfeksiyonları, veya ülserlerinde önerilmektedir. Bunun yanı sıra, tahrişe bağlı öksürüklerin tedavisinde de etkili bir şekilde kullanılmaktadır (Santos-Gomes ve ark., 2002; Uysal, 2015).

Kayseri sanayisi gelişmiş bir il olması nedeniyle başta adaçayı gibi ilde doğal olarak üretimi yapılan tıbbi aromatik bitkiler için ticaret potansiyeli taşımaktadır. Bu derleme çalışmada, Kayseri’de organik tarımda doğadan elde edilen adaçayı bitkisinin üretim kapasitesi hakkında bilgiler sunulacaktır.

2. ORGANİK TARIMDA DOĞADAN TOPLAMA NEDİR

2.1. Doğal alanlar, ormanlar ve tarım arazilerinde, çevresel kirlilikten uzak bir şekilde yetişen yenilebilir bitki ve kısımlarının toplanması, doğadan toplama olarak adlandırılmaktadır.

2.2. Doğadan Toplamada İle İlgili Genel İlkeler

- a. Toplama alanı, 10 Ağustos 2010 tarihli ve 27676 Sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Organik Tarımın Esasları ve Uygulamasına İlişkin Yönetmeliğin Ek-1 ve Ek-2'sinde belirtilen ürünler dışında hiçbir şekilde işlenmemiş olmalıdır.
- b. Toplama alanı son iki yıl içinde yangına maruz kalmamış olmalıdır.
- c. Toplama alanında anız yakımı yapılmamalıdır.
- d. Toplama işlemi öncesinde ilgili otoritelerden gerekli izinlerin alınması ve yukarıda belirtilen koşulların doğruluğunun onaylanması gerekmektedir.
- e. Toplama alanındaki doğal denge ve tür çeşitliliği korunmalıdır.

2.2.Doğal Ortamlarda Hasat Yaparken Dikkat Edilmesi Gereken Noktalar:

- a. Hasat sırasında kullanılan araç ve gereçler, ekosistemde tahribat veya kirliliğe yol açmamalıdır.
- b. Elle yapılan toplama işlemlerinde, materyallerin organik özellikleri bozulmamalıdır.
- c. Toplanan materyaller hijyenik olmalıdır.

3. ADAÇAYI YETİŞTİRİCİLİĞİ

Adaçayı, sıcak iklimleri tercih eden ve toprak koşulları açısından sıcaklığı seven bir bitkidir. Üretiminin, özellikle rüzgârdan korunan alanlarda yapılması önerilmektedir. Bununla birlikte, soğuk kış koşullarına karşı ılıman iklim bölgelerinde bile büyük zarar görmeden dayanabilir. Genç gelişim döneminde yüksek nem ihtiyacı duyan adaçayı, büyüme döneminin ilerleyen aşamalarında ise kuraklığa karşı oldukça dirençli bir bitkidir. Adaçayı için en uygun topraklar, alkali özellik gösteren, geçirgen, iyi drenajlı, organik madde açısından zengin, tınlı-kumlu, kumlu-tınlı ve yüksek kireç içeriğine sahip olanlardır. Ekim nöbeti planlamasında, baklagiller veya ahır gübresi ile beslenmiş bir çapa bitkisinin ardından adaçayı ekilmesi önerilir. Ayrıca, adaçayı, lahanaya, havuç, çilek, domates ve mercanköşk gibi bitkilerle de uyumlu bir şekilde yetiştirilebilir. Adaçayının en fazla yağ verimi, sıcak, güneşli, kuru ve alçak rakımlı, eğimli arazilerde sağlanmaktadır (Bağdat, 2006; Bayram ve Sönmez, 2006; Dinçer, 2007).

Adaçayı, tohum ve çelik ile çoğaltılabilen bir bitkidir. Çelikler veya tohumlar önce ayrı yastıklarda fideye dönüştürülüp, sonra araziye dikilir. Fideler ekilmeden önce, toprak derinlemesine sürülmeli ve sonrasında diskaro-tırmık ya da kazayağı tırmık kombinasyonu ile yüzey düzgünleştirilmelidir.

Dikim işlemi, don riski geçtikten sonra, mart sonu ile mayıs ortası arasında gerçekleştirilmelidir. Fide dikildikten sonra mutlaka can suyu verilmelidir. Adaçayı için önerilen dikim mesafesi 50x35 cm'dir.

Adaçayı bitkisi, kıraç koşullarda yetişmeye uygun olup, genellikle yılda bir biçim alınır. Ancak, yaz aylarında yüksek yağış alan yıllarda iki biçim yapılması da mümkündür. Biçim sayısını artırarak birim alan verimini yükseltmek için, sulama imkânı varsa sulama yapılabilir. İlk yıl, bitkinin büyümesi yavaş olduğundan yabancı otlarla mücadele etmek ve kök boğazını açmak için birkaç kez çapalama yapılması gerekmektedir. Takip eden yıllarda ise, yabancı otları kontrol etmek, toprağın havalanmasını sağlamak ve buharlaşma yoluyla su kaybını azaltmak amacıyla en az bir kez çapalama yapılmalıdır. Adaçayı tarlaları kurulmadan önce, toprak yapısını iyileştirmek için dekara 5 tona kadar çiftlik gübresi verilmelidir. Verim süresi boyunca, dekara 8-10 kg azot (N) ve 4-6 kg fosfor (P) gübresi yeterli olacaktır. Potasyum ve diğer besin maddelerini içeren gübreler ise, toprak analizine göre uygulanmalıdır.

Adaçayı, üretimini olumsuz etkileyecek önemli bir hastalık veya zararlıya sahip değildir. Ancak, taban suyu yüksek, suyu tutan ve geçirimsiz topraklarda bitki köklerinin yeterince havalanamaması nedeniyle toprak kaynaklı fungal hastalıklar meydana gelebilir. Adaçayının hasadı, tür ve çeşitlere, iklim, toprak koşulları, rakım ve yönelime bağlı olarak farklılık gösterse de, genellikle Temmuz ayında çiçeklenmenin başladığı dönemden çiçeklerin tam olarak açıldığı döneme kadar yapılır. Hasat, bitkinin toprak seviyesinin 10 cm üzerinde, testereli ot bıçağı ile gerçekleştirilir. Toplanan bitkiler, kontrollü koşullarda 35°C sıcaklıkta kurutulur. Doğal ortamlarda ise uçucu yağ kaybını en aza indirmek için bitkiler gölge bir yerde kurutulmalıdır. Bitkilerin yüksekliği yaklaşık 20 cm olmalı ve düzenli olarak alt üst edilmelidir. Ortalama olarak, 4-5 birim yaş bitkiden 1 birim kuru materyal elde edilir. Kurutulmuş bitkiler, dallarından veya farklı yöntemlerle saplarından ayrılarak satışa sunulabilir. Kıraç koşullarda, bitki türü, iklim, toprak yapısı, rakım ve yönelime göre verim, genellikle 130-260 kg/da arasında değişmektedir.

4. ORGANİK ADAÇAYI ÜRETİM VE DESTEKLEME MİKTARLARI

Organik üretim yapan çiftçilere sağlanan destekler, her sene yayımlanan Cumhurbaşkanlığı kararı ve bu kararın uygulanmasına dair tebliğle düzenlenmekte olup, tebliğde bildirilen birim fiyatlar üzerinden destekleme ödemeleri sağlanmaktadır. 2019 yılında Türkiye'de, 51 çiftçi toplam 20.573 dekar alanda 236 ton organik adaçayı üretimi yapmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Türkiye Organik Adaçayı Üretim Verileri (2019)

Ürün Adı	Üretici Sayısı	Üretim Alanı (ha)	Üretim Miktarı (Ton)
Adaçayı	48	74,5	170
Adaçayı (Doğadan toplama)	3	1.982	66
Adaçayı Toplam	51	2.057	236

Kaynak: BÜGEM, 2020

Organik adaçayı üretimi yapan 51 çiftçiden 40'ı, toplamda 4 milyon dekar organik üretim alanının 269 dekarında adaçayı yetiştirerek, 26.931 TL tutarında destekleme ödemesinden yararlanmıştır.

Tablo 2. Adaçayı Doğadan Toplama Miktarları (Ton)

Ürün/Yıllar	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Adaçayı	410	341,7	324,9	342,8	578,0	279,6	229,0	281,0	261,4

Kaynak: OGM, 2020

2012 yılında, hem iç pazarda tüketilen hem de dışa ihraç edilen adaçayının %98'i doğadan toplanırken, %5'i tarla üretiminden elde edilmekteydi. Ancak 2019 yılı itibarıyla üretimin %17'si doğadan toplanmış, %83'ü ise tarla üretiminden sağlanmıştır (Tablo 1 ve Tablo 2). Adaçayı, 16 Orman Bölge Müdürlüğü (OBM) sınırları içinde 106.035 hektar alanda yayılmakta olup, 2019 yılı itibarıyla bu alanda 9.620.300 kg'lık potansiyel üretim kapasitesine sahiptir (OGM, 2020). Kayseri'de ise bakanlık verilerine göre sadece 3 dekar alanda adaçayı üretimi kaydedilmiş olup, diğer veriler mevcut değildir. Bu durum, Kayseri'de adaçayı üretim potansiyelinin daha detaylı bir şekilde ortaya konması gerektiğini göstermektedir.

5. ORGANİK TARIMDA DOĞADAN TOPLANAN ADAÇAYI BİTKİSİNİN BAZI İLLERDE ÜRETİM KAPASİTESİ

Ülkemizde tıbbi ve aromatik bitkiler, hem doğadan toplanarak hem de kısmen kültüre alınarak üretilmektedir. Doğadan toplama, bilhassa Türkiye, Macaristan, Arnavutluk ve İspanya gibi ülkelerde daha yaygın bir yöntemdir. Türkiye'de adaçayı üretiminde doğadan toplama oldukça yaygındır ve bu yöntem, özellikle Antalya, Isparta, İzmir, Manisa, Mersin ve Muğla illerinde uygulanmaktadır. Tablo 3'te, Türkiye'de adaçayı bitkisinin doğadan toplanan miktarları yer almaktadır.

Tablo 3. Türkiye’de adaçayı bitkisinin doğadan toplanma miktarları

Toplandığı İller	Toplanan Miktar (ton)	
	2014	2015
Antalya	51	41
Isparta	40	-
İzmir	14	94
Manisa	20	-
Mersin	250	-
Muğla	140	120
Toplam	515	255

Kaynak: Anonim, 2016

Tablo 3’e bakıldığında, Türkiye’de adaçayı bitkisinin toplanma miktarlarında 2015 yılında 2014 yılına kıyasla önemli bir azalma görüldüğü ortaya çıkmaktadır. 2014 yılında doğadan toplam 515 ton adaçayı toplanırken, bu miktar 2015 yılında 255 tona düşmüştür. 2014 yılında en fazla toplayıcılığın yapıldığı il Mersin olup 250 ton adaçayı toplanmıştır, 2015 yılında ise 120 tonla Muğla öne çıkmıştır. Bunun yanı sıra, 2014 yılında toplayıcılığın yapıldığı bazı illerden (Isparta, Manisa ve Mersin) 2015 yılına ait bir veri kaydedilmemiştir (Tablo 4) (Anonim, 2016).

Tablo 4. Adaçayı Bitkisinin İllere Göre Üretim Durumu (2019)

İller	Ekiliş Alanı (da)	Üretim Miktarı (ton)	Verim (kg/da)
Antalya	2.556	883	345
Denizli	1.637	157	96
Kütahya	541	70	129
Tekirdağ	362	50	138
Muğla	209	29	139
Manisa	185	28	151
Düzce	45	5	111
Adana	10	4	400
Karaman	23	3	130
Uşak	20	2	100
Eskişehir	5	1	200
İzmir	6	1	167
Kayseri	3	0	0
Toplam	5.602	1.233	-

Kaynak: TÜİK, 2020

6. TÜRKİYE ADAÇAYI DIŞ TİCARETİ ve BU POTANSİYELDE KAYSERİNİN YERİ

Ülkemiz, farklı iklim ve ekolojik özelliklere sahip olup, zengin florasıyla çok sayıda bitki türünü barındırmaktadır. Bu durum, kültürü yapılan ve doğadan toplanan tıbbi ve aromatik bitkiler açısından büyük bir ekonomik potansiyel yaratmaktadır. Türkiye’de ticareti yapılan tıbbi ve aromatik bitkiler arasında lavanta, rezene, safran, nane, tıbbi adaçayı, tıbbi papatya, şerbetçi otu, haşhaş, anason, biberiye, çay, çemen, çörek otu, dereotu, ekinezya, fesleğen, karabuğday, kekik, keten, kırmızı biber, kimyon, kinoa, kişniş, stevia ve yağ gülü gibi bitkiler bulunmaktadır. Özellikle Türk adaçayı, yüksek kaliteye sahip olup, yabani hayvan kılı bulaşıklığı oranının çok düşük olması sayesinde dünya genelinde büyük bir ilgi görmektedir. Örneğin, ABD’de salam, sosis ve jambon gibi işlenmiş et ürünlerinde baharat olarak kullanılan adaçayında kıl bulaşması kesinlikle kabul edilmez, bu nedenle Türk adaçayı tercih edilmektedir. Ancak Türkiye’de, baharatlar arasında tağşiş yapılan ürünlerin başında adaçayı yer almaktadır. Adaçayına, bozot (*Marrubium* spp.) ve karağan (*Cistus* spp.) gibi diğer bitki türlerinin öğütülmüş yaprakları katılarak tağşiş yapıldığına dair iddialar bulunmaktadır. Dünya piyasalarındaki Türk adaçayına duyulan güvenin devam etmesi adına, ticari amaçlı tağşişlerin önlenmesi için yasal tedbirlerin alınması önemlidir.

Ülkemizdeki adaçayı dış ticaretine dair veriler Tablo 5’te sunulmaktadır. Kayseri, adaçayı üretimi ve ticaretinde yüksek döviz girişi sağlayan bu sektörde önemli bir rol üstlenebilir, bu konuda hiçbir engel bulunmamaktadır. Dünyada bitkisel ürünlerin organik olarak üretimi ve tüketimi giderek daha fazla önem kazanmaktadır ve bu eğilim, tıbbi ve aromatik bitkilerde de belirgin şekilde görülmektedir. Bu nedenle, Adaçayının daha yüksek birim fiyatla ve daha kolay satılabilmesi amacıyla organik üretim yöntemlerine öncelik verilmesi veya tarımsal ilaçların kullanımı konusunda daha sıkı düzenlemelere gidilmesi, ihracatımız açısından büyük bir öneme sahiptir. Adaçayı, doğadan toplanan ve kültürü yapılan bir bitki olduğundan, üreticiler genellikle yıl içerisinde elde ettikleri ürünü hemen satarak stok oluşturmazlar. Hammadde kullanan diğer sektörlerin ise stok durumlarına dair herhangi bir veri mevcut değildir.

Tablo 5. Ülkemizde Adaçayının Dış Ticareti

Yıl	GTİP No	İhracat		İthalat	
		Miktar (Ton)	Değeri (Bin Dolar)	Miktar (Ton)	Değeri (Bin Dolar)
2017	Bitkisel Çay	63,51	328	0	0
	Adaçayı yağı	0,42	3,02	0,54	136
	Toplam	63,9	331	0,54	136
2018	Bitkisel Çay	28,3	214	0	0
	Adaçayı yağı	9,54	8,78	0,98	86,3
	Toplam	37,9	223	0,98	86,3
2019	Bitkisel Çay	6,94	120	0,11	0,41
	Adaçayı yağı	18,4	15,6	0,56	42,5
	Toplam	25,4	135	0,67	42,9

Kaynak: TÜİK, 2020

7. KAYSERİ'DE ADAÇAYI ÜRETİM POTANSİYELİ İÇİN GZFT ANALİZİ

Güçlü Yönler;

- ✓ Zengin bir flora yapısına ve doğal çeşitliliğe sahip olunması.
- ✓ Uygun ekolojik koşullar ve iklim faktörlerinin mevcudiyeti.
- ✓ Yeterli tarım alanının yetiştiricilik için kullanılabilir olması.
- ✓ Etnobotanik ve halk ilaçları bilgileriyle teknolojiye dönüştürülebilecek potansiyelin bulunması.
- ✓ Ürün işleme, distilasyon ve ekstraksiyon tesislerinin kurulması için olanakların varlığı.
- ✓ Sucuk ve pastırma üretim merkezi olma özelliği ile baharat sektörünün gelişmiş olması.
- ✓ Dış ticaret yapabilecek potansiyeli olan ihracatçıların bulunması.

Zayıf Yönler;

- ✓ Üretim, toplama ve pazarlama süreçlerine dair sağlıklı istatistiksel verilerin eksikliği.
- ✓ Sertifikalı veya kaliteli üretim materyallerinin yetersizliği.
- ✓ Tağşiş, kontaminasyon ve kalıntı sorunlarının yaygın olması.
- ✓ Tıbbi aromatik bitki yetiştiriciliği konusunda bilgi, kavram ve eğitim eksiklikleri.
- ✓ Katma değer üreten işletmelerin sayısının az olması.

✓ Toplama ve kurutma işlemlerinin hatalı ve bilinçsiz bir şekilde yapılması.

Fırsatlar;

✓ Şehirde ekoturizm ve sağlık turizmi alanlarında yetiştiricilik potansiyelinin bulunması.

✓ Marjinal arazilerin değerlendirilme imkânı.

✓ Bitkisel kaynaklı ürünlere olan talebin sürekli artması.

✓ Tıbbi aromatik bitki yetiştiriciliğinin cazip ve kârlı bir sektör olması.

Tehditler:

✓ Sentetik ürünlerin maliyetlerinin doğal ürünlere göre daha düşük olması.

✓ Tüketici taleplerindeki hızlı değişimler.

✓ Kırsal alandan kentlere olan göçün sürekli artması ve genç nüfusun azalması.

✓ Bitkisel üretimde girdi maliyetlerinin her geçen yıl yükselmesi.

8. SONUÇ

Son yıllarda, ülkemizin pek çok il ve ilçesinde adaçayı yetiştiriciliği yapılmasına rağmen, mevcut verilere bakıldığında doğadan toplanan adaçayı miktarının, yetiştirilen miktardan çok daha yüksek olduğu dikkat çekmektedir. Türkiye'nin tarımsal potansiyeli göz önüne alındığında, , adaçayı üretimi ve ticareti henüz istenen düzeyde değildir. Bitkilerin doğadan sürekli olarak bilinçsizce toplanması, doğal örtünün bozulmasına, nadir ve endemik türlerin kaybolmasına ve erozyonun artmasına yol açmaktadır (Özhatay ve Atay, 1997). Tıbbi ve aromatik bitkilerin üretimini artırmak ve yüksek kaliteli ürünler elde etmek için, doğadan yapılan toplamanın bitki florasına zarar vermemesi, talep edilen bitkilerin kültüre alınması, çeşit ıslahı çalışmalarının teşvik edilmesi, hasat sonrası işlemler, depolama ve taşımada uygun şartların sağlanması gerekmektedir (Bayram ve ark., 2010). Ayrıca, doğal kaynaklarımızın sürdürülebilirliğini sağlamak ve gelecekteki araştırmalar için genetik çeşitliliği korumak da son derece önemlidir. Doğal tahribatın engellenmesi, toplama işlemlerinin kontrol altına alınarak bilinçli şekilde yapılması ve bu bitkilerin kültüre alınması bu hedeflere ulaşmanın temel yollarıdır (Karık, 2013).

Adaçayı üretiminde, iklim değişikliğine uyum sağlama, münavebe uygulamaları ve çeşitli çiftlik sistemleri ile iş modellerinin geliştirilmesi büyük

önem taşımaktadır. Tarımsal sanayinin geliştirilmesi ve kaynakların sürdürülebilir kullanımı için, öncelikle marjinal alanlarda üretim artışını hedefleyen çalışmalar yapılmalıdır. Ayrıca, hazine arazileri ve orman içi alanlarda yapılan kültürel üretimlerde, endemik türlerin ön plana çıkarılması, kalite standartlarının belirlenmesi, ürün çeşitliliğinin artırılması ve üretici örgütlenmesinin sağlanması, katma değer artışını destekleyecektir.

Sonuç olarak, ülkemizde ve Kayseri’de adaçayı üretiminin sürdürülebilir bir şekilde yapılabilmesi ve pazar potansiyelinin verimli bir şekilde kullanılabilmesi amacıyla, tüketici ve sanayici taleplerine uygun, yüksek verim ve kaliteli ürünler elde edebilecek, ekolojik koşullara uygun çeşitlerle yetiştiriciliğin yaygınlaştırılması gerekmektedir. Pazarlama açısından, adaçayının ıslahı ve yetiştirilmesinin, ürün kontrolü ve sertifikasyonu ile güvenilir ve standartlara uygun ürünlerin elde edilmesine, sabit bir hammadde kaynağı sağlanmasına, kontrollü hasat sonrası işlemlerin dikkatle yapılmasına, ürün standartlarının tüketici taleplerine göre uyarlanmasına ve üreticiler ile toptancılar arasında iyi bir uyum sağlanmasına dayalı olduğunu unutmamalıyız.

KAYNAKLAR

- Anonim. (2016). Türkiye İstatistik Kurumu Organik tarımsal üretim verileri, Ankara.
- Anonim. (2020). The World of organic agriculture. FiBL& IFOAM- Organisc International Statistics and Emerging Trends. Organic World Congress 2020, 21-27 September, Fransa.
- Anonim. (2023). Çevresel Göstergeler (Organik Tarım Alanları ve Üretim Miktarları). Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği, Ankara, 2023. <https://cevreselgostergeler.csb.gov.tr/organik-tarim-alanlari-ve-uretim-miktarlari-i-85837>
- Arslan, N. (1998). Ekonomik Önemi Olan Doğal Tıbbi Bitkilerimizin Kültüre Alınması. Ege Bölgesi I. Tarım Kongresi, 7-11 Eylül, Aydın.
- Aytaç, Z., Ocak, A., İğci, B.K. (2020). Türkiye Bitkileri Doğa Rehberi, ISBN:978-625-402-074-2, Ankara.
- Bağdat, R. B. (2006). Tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanım alanları, tıbbi adaçayı (*Salvia Officinalis* L.) ve ülkemizde kekik adıyla bilinen türlerin yetiştirme teknikleri. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 15 (1-2): 19-28.
- Bayraktar, Ö. V., Öztürk, G., ve Arslan, D. (2017). Türkiye'de bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin üretimi ve pazarlamasındaki gelişmelerin değerlendirilmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 26 (2): 216-229.
- Bayram, E., ve Sönmez, Ç. (2006). Adaçayı yetiştiriciliği. Ege Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni, (48), 8.
- Bayram, E., Kırıcı, S., Tansı, S., Yılmaz, G., Arabacı, O., Kızıl, S. ve Telci, İ. (2010). Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Üretiminin Arttırılması Olanakları. Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı I, 11-15 Ocak, ss. 437-456, Ankara.
- Bilen, E., Çiçekli, Ö. (2019). Dünyada Ve Türkiye'de Organik Tarım. Bildiri Kitabı, sayfa: 3-12, VI. Organik Tarım Sempozyumu 15-17 Mayıs 2019 İzmir.
- Dinçer, C. (2007). Bazı adaçayı (*Salvia* spp.) ve dağ çayı (*Sideritis* spp.) türlerinin kimyasal ve duyuşal özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- BÜGEM. (2020). Tarım ve Orman Bakanlığı, Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü Verileri, Ankara.
- Ekim, T. (2009). Türkiye'nin Nadir Endemikleri. Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, ISBN: 978-9944-88-648-2, İstanbul.

- Ekim, T., Koyuncu, M., Vural, M., Duman, H., Aytaç, Z., Adıgüzel, N. (2000). Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı. Türkiye Tabiatını Koruma Derneği ve Van 100. Yıl Üniversitesi Yayınları, ISBN: 975-93611-0-8, Ankara.
- Elmas, S. (2021). Türkiye’de Adaçayı Yetiştiriciliği ve Ticari Önemi, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 3(1), 298-332.
- Guner, A., Ozhatay, N., Ekim, T. and Baser, K.H.C. (2000). Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Edinburgh University Press., Vol:11 (supplement 2), pp. 35-37, Edinburgh.
- Işık, B. (2008). Kayseri Yöresinde Doğal Olarak Yetişen Bazı Adaçayı (Salvia Sp.) Türlerinin Uçucu Yağ Oranları ve Uçucu Yağ Bileşenlerinin Belirlenmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Hatay.
- Karakuş, M., Baydar, H., ve Erbaş, S. (2017). Tıbbi adaçayı (Salvia officinalis L.) populasyonundan geliştirilen klonların verim ve uçucu yağ özellikleri. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 26: 99-104.
- Karık, U. (2013). Marmara Bölgesindeki Anadolu Adaçayı (*Salvia fruticosa* mill.) Populasyonlarının Morfolojik ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, Kültüre Alınma Olanaklarının Araştırılması. Doktora Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Nakiboğlu, M. (1993). Bazı Adaçayı (Salvia L.) Türleri ve Bu Türlerin Ekonomik Önemi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi 1: 45-48.
- OGM. (2020). Tarım ve Orman Bakanlığı, Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü Verileri, Ankara.
- Özhatay, N., Atay, S. (1997). Kekik in Trade in Turkey, Proceeding of the XI World Forestry Congress 13-22 October 1997, Antalya Vol:3:234-237.
- Santos-Gomes, P.C., Seabra, R.M., Andrade, P.B. and Fernandes-Ferreira, M. (2002). Phenolic Antioxidant Compounds Produced by In Vitro Shoots of Sage, Plant Science, 162: 981-987.
- Şehirli S., Özgen M., Karagöz A., Sürek M., Adak S., Güvenç İ., Tan A., Burak M., Kaymak H.Ç., Kenar D. (2005). Bitki Genetik Kaynaklarının Korunma Ve Kullanımı. Türkiye **Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi**, 3-7 Ocak, Ankara, Cilt I., S: 253-274.
- TÜİK. (2020). <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/>
- TÜİK, (2021). Dış Ticaret İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/disticaretapp/disticaret.zul?param1=25veparam2=0vesitcrev=0veisicrev=0vesayac=5802> Erişim 09 Şubat 2021.

- Uysal, F. (2015). Antalya Florasında Bulunan Anadolu Adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) Populasyonlarında Seleksiyon Islahı ile Üstün Özelliklere Sahip Genotiplerin Belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Antalya.
- Ünal, M., Aydın Can, B. (2018). Türkiye Organik Bitkisel Üretim Verileri ve Değerlendirilmesi. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 11(1): 41-48.
- Willer, H., Travnicek, J., Meier, C., and Schlatter, B. (2022). The World of Organic Agriculture Statistics and Emerging Trends 2022. Research Institute of Organic Agriculture FiBL, IFOAM – Organics International, 341 pp,

6. Bölüm

Su Kefiri: Üretim Ve Sağlık

Hatice İlkay YAŞAR¹

Elif Rabia ŞANLI²

Serkan ÖZKAYA³

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, ORCID ID: 0009-0001-5086-4726

² Arş. Gör., Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, ORCID ID: 0000-0002-6862-6048

³ Prof. Dr., Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, ORCID ID: 0000-0003-3389-0188

ÖZET

COVID-19 pandemisi sonrası, hastalıkları önlemek ve hafif atlatmak için dengeli beslenmeye verilen önem artmıştır. Bağışıklık sistemi, genetik, çevresel faktörler ve beslenme alışkanlıklarından etkilenmekte olup, sağlıklı beslenme alışkanlıkları bağışıklığın güçlenmesine katkı sağlayabilmektedir. Probiyotikler, yeterli miktarda alındığında konakçının sağlıklı olmasını sağlayan canlı mikroorganizmalar olarak tanımlanmaktadır. Kefir, antimikrobiyal, antitümör, antikanserojenik, hipokolesterolemik, antihipertansif, anti-diyabetik ve immünomodülatör etkiler gibi çok sayıda fayda sunan probiyotik bir gıdadır. Bu etkiler, kefirdeki mikroorganizmalar, bunların etkileşimleri ve fermantasyon sürecinde oluşan metabolik ürünlerden kaynaklanmaktadır. Ayrıca kefir, protein, kalsiyum, B vitaminleri ve probiyotikler bakımından zengindir ve sindirim sistemi sağlığını iyileştirerek bağışıklık sistemini desteklemektedir. Kefir, *Lactobacillus* kefiri, *Leuconostoc*, *Lactococcus* ve *Acetobacter* cinslerine ait bakteriler ile *Kluyveromyces* ve *Saccharomyces* türü mayalarla üretilmektedir. Süt veya su ile fermantasyon yoluyla elde edilen kefir, kaynağa bağlı olarak farklı özellikler göstermektedir. Süt kefiri, yüksek protein, probiyotik ve prebiyotik içeriğiyle öne çıkarken, su kefiri, süt ürünlerine alerjisi olanlar için önemli bir probiyotik ve antioksidan kaynağıdır. Sonuç olarak, kefir, fonksiyonel ve sağlık destekleyici bir gıda olarak önemli bir potansiyele sahiptir.

Anahtar Kelime: Kefir, su kefiri, mikroorganizmalar, sağlık

Water Kefir: Production and Health

Abstract

After the COVID-19 pandemic, the importance of balanced nutrition has increased to prevent diseases and mitigate their impact. The immune system is influenced by genetic and environmental factors as well as dietary habits, and adopting healthy eating practices can contribute to strengthening immunity. Probiotics are defined as live microorganisms that, when consumed in adequate amounts, provide health benefits to the host. Kefir is a probiotic food that offers numerous benefits, including antimicrobial, antitumor, anticarcinogenic, hypocholesterolemic, antihypertensive, antidiabetic, and immunomodulatory effects. These effects result from the microorganisms present in kefir, their interactions, and the metabolic products formed during the fermentation process. Additionally, kefir is rich in protein, calcium, B vitamins, and probiotics, supporting digestive health and enhancing the immune system. Kefir is produced using bacteria belonging to the genera *Lactobacillus kefiri*, *Leuconostoc*, *Lactococcus*, and *Acetobacter* as well as yeast species such as *Kluyveromyces* and *Saccharomyces*. Kefir can be obtained through the fermentation of milk or water, and its characteristics vary depending on the fermentation source. Milk kefir stands out with its high protein, probiotic, and prebiotic content, whereas water kefir serves as an important source of probiotics and antioxidants for individuals with dairy allergies or lactose intolerance. In conclusion, kefir holds significant potential as a functional food with health-supporting properties.

Keywords: Kefir, water kefir, microorganisms, health

1.GİRİŞ

COVID-19 pandemisi sonrasında, hastalıkları önlemek veya en az zararlarla atlatabilmek için yeterli ve dengeli beslenmeye daha fazla önem verilmektedir. Bağışıklık sistemi genetik, çevresel faktörler ve beslenme alışkanlıkları tarafından etkilenir. Bu nedenle, sağlıklı beslenme alışkanlıkları benimsenerek bağışıklık sistemi güçlendirilebilir (Cufaoglu ve Erdinc, 2023).

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından yapılan açıklamalara göre, probiyotikler, vücuda yeterli miktarda sağlandığında konakçıya sağlık faydası sağlayan canlı mikroorganizmalardır. Çeşitli raporlar, kefir tüketiminin çeşitli sağlık faydaları sağladığını öne sürmektedir; bu faydalar arasında antimikrobiyal, antitümör, antikanserijenik, hipokolesterolemik etkiler, antihipertansif, anti-diyabetik, immünomodülatör aktivite ve laktaz sindirimini geliştirme bulunmaktadır. Tüm bu sağlık teşvik edici özellikler, kefirde bulunan mikroorganizmaların, bunların etkileşimlerinin ve fermantasyon sürecinde oluşan metabolik ürünlerin bir sonucudur (Azizi vd., 2021).

Kefir, içeriğinde protein, kalsiyum, B vitaminleri ve probiyotikler bulundurur. Bu nedenle, sindirim sağlığını iyileştirmek, bağışıklık sistemini güçlendirmek ve genel olarak sağlığı desteklemek için en yaygın tüketilen fonksiyonel gıdalardandır.

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'nde kefir, "fermentasyon sürecinde özellikle *Lactobacillus* kefiri, *Leuconostoc*, *Lactococcus* ve *Acetobacter* cinslerinin çeşitli suşları ile laktozu fermante eden (*Kluyveromyces marxianus*) ve etmeyen mayaları (*Saccharomyces unisporus*, *Saccharomyces cerevisiae* ve *Saccharomyces exiguus*) içeren başlangıç kültürleri veya kefir tanelerinin kullanıldığı fermente süt ürünü" olarak tanımlanmaktadır (Tomar vd., 2017).

Kefir denildiğinde akla ilk gelen şey süt kefiridir ancak kefir terimi, kefir tanelerinin süt veya su ile fermantasyonu ile elde edilen gazlı, asidik ve düşük alkol oranına sahip bir fermante içeceği ifade eder (Cufaoglu ve Erdinc, 2023). Bundan dolayı kefirin özellikleri fermantasyon için kullanılan kaynağa göre değişir.

Süt kefiri ve su kefiri, fonksiyonel özelliklerinin yanı sıra sağlık açısından önemli potansiyel faydalar sunarlar. Süt kefiri, önemli miktarda protein ile birlikte probiyotikler ve prebiyotikler sağlarken, su kefiri ise vejetaryenler ve süt ürünlerine alerjisi veya laktoz intoleransı olanlar için önemli bir probiyotik, prebiyotik ve antioksidan kaynağıdır (Guzel-Seydim vd., 2021).

2.Su Kefiri Nedir?

Su kefirı, genellikle meyvemsi, hafif karbonlu ve ekşi bir tat profiline sahip olan geleneksel bir fermante içecektir. Laktik asit içeriği genellikle %2'ye kadar çıkar ve alkol içeriği %1'den azdır (Cufaoglu ve Erdinc, 2023).

Avrupa'da "su kefirı" olarak bilinen ürün, farklı bölgelerde farklı isimlerle anılabilmektedir. Örneğin, "Tibi" veya "Tibi taneleri", "California bees" veya "Kaliforniya arıları", "African bees" veya "Afrika arıları", "Ale nuts" veya "Ale yemişleri", "Balm of Gilead" veya "pelesenk ağacı", "Bèbées", "Japanese beer seeds" veya "Japon bira tohumları" gibi çeşitli isimlerle anılabilir. Bu isimler, ürünün kökenine, kullanılan bileşenlere veya bölgesel farklılıklara göre değişebilir (Değirmencioglu, 2020).

Su kefir tanelerinin kökeni tam olarak belirlenememiş olmakla birlikte, çeşitli teoriler bulunmaktadır. İngiliz askerlerinin 1855 Kırım Savaşı dönüşünde ülkelerine getirdikleri ve "zencefil birası bitkisi" olarak adlandırdıkları taneler, Ward tarafından ilk kez "mayadan ve bakterilerden oluşan simbiyotik bir karışım içeren ve sulu çözeltisinde yeterli miktarda azotlu organik madde ve şeker içeren bir içecek" olarak tanımlanmıştır. Bu tanım, su kefirı kültürüne ilişkin ilk yayımlanan açıklamadır. Başka bir teoriye göre, Lutz (1899), bir Meksika kaktüsü olan *Optunia*'nın yapraklarından koparılan "Tibi taneleri"ni bildirmiştir. 19. yüzyılda, farklı coğrafyalarda "Japon Bira Tohumları" ve "Gilead Balı" gibi çeşitli adlarla anılmıştır (Cufaoglu ve Erdinc, 2023). Geçmişte, Pidoux, onları sütü fermante eden tanelerden ayırt etmek için onlara "tatlandırılmış kefir taneleri" adını vermiştir (Pidoux vd. ,1990). Günümüzde, genellikle tüm bu tanelere "su kefirı taneleri" veya "şekerli kefir taneleri" denmektedir ve şeker-su çözeltilerinin fermantasyonunda kullanılmaktadırlar. Tarihsel kökeni belirsiz olsa da, su kefir taneleri nesiller boyunca aktarılmış ve dünya genelinde pek çok ülkede popülerlik kazanmıştır.

Su kefirı, küçük (genellikle 1-10 mm çapında) ve şeffaf tanelere sahip olan bir mikrobiyal kültürdür. Bu taneler, basınç altında kolayca deforme olabilen ve kırılğan bir yapıya sahiptir. Su kefirı, içine eklenen şeker türüne ve kültür ortamına bağlı olarak beyaz veya sarımsı renkte olabilir.



Şekil 1. Kurutulmuş su kefirı taneleri

3. Su Kefiri Üretimi

Su kefirini fermantasyonu, karanlık bir ortamda, %6–30 şeker ve %6–20 su kefir taneleri kullanılarak 20–37°C (optimal olarak 20–25°C) sıcaklıkta 24–72 saat boyunca inkübe edilerek gerçekleştirilir (Laureys vd., 2018; Pendon vd., 2021). Fermantasyon tamamlandıktan sonra, taneler steril bir süzgeçten süzülür, ortamdaki ayrılır, yıkanır ve aynı süreçler bir sonraki fermantasyon için tekrarlanır. Süzülen su kefirini içeceği tüketilmeye hazırlanmadan önce 4°C'de saklanır. Ancak su kefirini üretimi çoğunlukla ev düzeyinde gerçekleştirildiğinden fermantasyon koşulları değişkenlik gösterebilmektedir.

Sükrozun farklı kaynaklarının yanı sıra, meyveler de su kefirini yapımında kullanılabilir. Meyve türü, işleme yöntemi (örneğin, kurutulmuş olması), koruyucu maddelerin bulunmaması ve meyveden su kefirine geçebilecek mikroorganizmaların (örneğin, *Enterobacteriaceae*, *Pseudomonas spp.*) varlığı göz önünde bulundurulmalıdır. Bu bağlamda, en yaygın kullanılan ve üzerinde en çok araştırma yapılan meyvenin incir olduğunu vurgulamak önemlidir (Cufaoglu ve Erdinc, 2023).

Kuru meyveler, su kefirini fermantasyonu için gerekli olan amino asitler, vitaminler ve mineraller gibi besin maddelerini sağlar. Fermantasyon sürecinde mikrobiyal çeşitlilik, substrat tüketimi ve metabolit üretimi, kullanılan meyvenin türü ve miktarına göre değişir. Laureys vd. (2018), %3 ve %6 oranında kuru incir ile %6 oranında sukroz ekleyerek bu etkileri incelemiştir. İncir eklenmeyen grupta fermantasyonun yavaş olduğu, metabolit konsantrasyonlarının düşük kaldığı ve pH seviyesinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir. %6 kuru incir eklenen grupta, pH seviyesinde değişiklik olmaksızın hızlı fermantasyon ve yüksek metabolit konsantrasyonu tespit edilmiştir. %3 kuru incir kullanılan grupta da pH seviyesinde değişiklik olmadan yüksek metabolit üretimi görülmüştür. Yüksek sukroz konsantrasyonu ve artan osmotik basıncın, mikroorganizmaların fermantasyon hızını yavaşlattığı belirlenmiştir (Laureys vd., 2017). Ayrıca, su kefirini tanelerindeki mikroorganizmaların geniş bir şeker yelpazesine uyum sağlayabilmesi nedeniyle, su kefirini üretiminde farklı şeker kaynaklarının kullanılabilmesi belirtilmiştir (Bueno vd., 2021).

Su kefirini tanelerindeki mikroorganizmalar simbiyotik bir şekilde birlikte yaşarlar ve bu mikroorganizmalar, su kefirini tanelerinden su kefirini sıvısına geçebilirler. Fermantasyon işlemi tamamlandığında ve ürün süzüldüğünde, su kefirini taneleri bir sonraki fermantasyon için tekrar kullanılabilir. "Siyah süzme" olarak adlandırılan bir yöntem de kullanılabilir; bu yöntemde, önceki fermantasyon sürecinden elde edilen içeceğin bir kısmı, tanelerle birlikte yeni fermantasyon sürecine eklenir (Garofalo vd., 2020). Su kefirini üretiminde, su

kefiri taneleri süzöldükten sonra elde edilen sıvı, ikinci bir fermantasyon için kullanılabilir. Bu aşamada, daha aromatik ürünler elde etmek için sıvıya meyve veya meyve suyu eklenir ve genellikle elma, ananas, limon, portakal, mango, kiraz, çilek gibi meyve suları kullanılarak, 4°C'de 24 saat boyunca inkübe edilir (Bueno vd., 2021; Fiorda vd., 2017).

4.Fermantasyonda Etkili Mikroorganizmalar

Su kefiri taneleri, laktik asit bakterileri, asetik asit bakterileri ve mayaların bir araya gelmesiyle oluşan kompleks bir mikrobiyolojik sistemdir. Bu taneler, bakteriler tarafından üretilen polisakkarit matrisinde bulunur ve genellikle dekstran ve daha az ölçüde levan içerir. Her gram su kefiri tanelerinde yaklaşık olarak 10^8 koloni oluşturan birim (CFU) laktik asit bakterileri, 10^6 – 10^8 CFU asetik asit bakterileri ve 10^6 – 10^7 CFU maya bulunur. Laktobasiller çoğunluktadır ve genellikle maya miktarından 10–100 kat daha fazla bulunurken, asetik asit bakterilerinin sayısı sistemdeki oksijen seviyesine bağlı olarak değişir, ancak genellikle laktobasillerle benzerdir. Su kefiri tanelerinin temel mikrobiyel üyeleri arasında *Lactobacillus spp.* laktik asit bakterilerinden, *Acetobacter spp.* asetik asit bakterilerinden ve *Saccharomyces spp.* mayalardan gelir (Cufaoglu ve Erdinc, 2023).

1892'de Dr. Ward tarafından yapılan çalışmalar, su kefirinin mikrobiyal florasını ilk kez belirlemiştir. Su kefirinin sıvı kısmı ve taneleri üzerindeki araştırmalar, laktik asit bakterileri, mayalar ve fermantasyon süresinin uzaması veya fermantasyon sırasında ortamda oksijen bulunması durumuna bağlı olarak asetik asit bakterileri dahil olmak üzere çeşitli mikroorganizmaların varlığını ortaya koymuştur (Değirmencioğlu, 2020).

Özellikle son 30 yılda, su kefiri mikrobiyolojisi üzerine çeşitli çalışmalar dünyanın farklı bölgelerinde yürütölmüştür.

Tablo 1: Su kefiri florasında belirlenmiş mikroorganizmalar

<i>Lactobacillus</i>	<i>Candida</i>	<i>Lactococcus</i>
<i>L.harbinensis</i>	<i>C.californica</i>	<i>Lac.lactis</i>
<i>L.hilgardii</i>	<i>C.valida</i>	<i>Lac.cremoris</i>
<i>L.diolivorans</i>	<i>C.lambica</i>	
<i>L.nagelii</i>	<i>C.colliculosa</i>	
<i>L.ghanensis</i>	<i>C.magnoliae</i>	
<i>L.casei subsp.casei,</i>	<i>C.ethanolica</i>	
<i>L.paracasei</i>	<i>C.famata</i>	
<i>L.buchneri</i>	<i>C.kefyr</i>	
<i>L.parabuchneri</i>	<i>C.inconspicua</i>	
<i>L.lactis subsp.cremoris,</i>	<i>Candidatus</i>	
<i>L.plantarum</i>	<i>Oenococcus aquikefiri</i>	

<p><i>L.fructivorans</i> <i>L.satsumensis</i> <i>L.sunkii</i> <i>L. hordei</i> <i>L.mali</i> <i>L.brevis</i> <i>L.kefiri</i> <i>L.collinoides</i> <i>L.kefiranofaciens</i> <i>L.kefirgranum</i> <i>L.parakefir</i> <i>L.helveticus</i> <i>L.casei subsp.rhamnosus</i></p>	<p><i>C.valdiviana</i></p>	
<p>Acetobacter <i>A.lovaniensis</i> <i>A.aceii</i> <i>A.tropicalis</i> <i>A.sicerae</i> <i>A.okinawensis</i> <i>A.orientalis</i> <i>A.fabrarum</i></p>	<p>Gluconobacter <i>G.frateuri</i> <i>G.japonicus</i> <i>G.liquefaciens</i></p>	<p>Hanseniaspora <i>H.valbyensis</i> <i>H.vinae</i></p>
<p>Pichia <i>P.membranifaciens</i> <i>P.cecembensis</i> <i>P.occidentalis</i> <i>P.kudriavzevii</i> <i>P.caribbica</i></p>	<p>Bifidobacterium <i>B.psychraerophilum</i> <i>B.aquikefiri sp.nov.</i> <i>B.crudilactis</i></p>	<p>Zygosaccharomyces <i>Z.fermentati</i></p>
<p>Pseudoarthrobacter <i>Pseu.chlorophenolicus</i> <i>Pseu.orientalis</i> <i>Pseu.tropicalis,</i> <i>Pseu.okinawensis</i></p>	<p>Leuconostoc <i>Leu.citreum</i> <i>Leu.mesenteroides</i> <i>Leu.mesenteroides spp.</i> <i>d extranicum</i></p>	<p>Kluyveromyces <i>K.lactis</i> <i>K.marxianus</i></p>
<p>Saccharomyces <i>S.cerevisiae</i> <i>S.bayanus</i> <i>S.turicensis</i> <i>S.florentinus</i> <i>S.pretoriensis</i></p>		<p>Diger <i>Kloeckera apiculata</i> <i>Dekkera bruxellensis</i> <i>Torulaspota pretoriensis</i> <i>Torulaspota delbrueckii</i> <i>Meyerozyma caribbica</i> <i>Kazachstania aerobia</i> <i>Bacillus cereus</i> <i>Yarrowia lipolytica</i> <i>Enterobacter hormachei,</i> <i>Chryseomonas luteola</i> <i>Lanchancea fermentati</i> <i>Lanchancea meyersii</i> <i>Cellulosimicrobium</i> <i>cellulans</i></p>

		<i>Galactomyces geotrichum</i> <i>Arthrobacter</i> <i>chlorophenolicus</i>
--	--	--

4.1 Laktik Asit Bakterileri

Laktik asit bakterileri, su kefir tanelerinin gelişiminde önemli bir rol oynarlar ve özellikle *Lactobacillus hilgardii*'nin sakkarozdan eksopolisakkarit (EPS) üretme yeteneği, tanelerin hızlı büyümesini sağlar. Ancak, tüm *L. hilgardii* türlerinin EPS üretmediği ve bazı diğer laktik asit bakteri türlerinin de bu yeteneğe sahip olduğu bulunmuştur. Bu mikroorganizmalar arasında *L. paracasei*, *L. nagelii*, *L. hordei* ve *L. satsumensis* öne çıkmaktadır. Ayrıca, *L. hordei*'nin amino asit biyosentezi ve *S. cerevisiae*'nin kümeleşme ve biyofilm oluşumunu desteklediği belirtilmektedir (Marsh vd., 2013).

Su kefirinde bulunan diğer bir fakültatif heterofermentatif bakteri olan *L. harbinensis*, antifungal bileşikler üreterek mayaları inhibe edebilir. *L. casei* ise sağlıklı insanların ağız florasında bulunur ve su kefir ekosistemi, ticari *L. casei* suşları için bir potansiyel kaynak olabilir (Laureys ve De Vuyst, 2014).

Bununla birlikte, su kefirindeki Bifidobakteriler, zorunlu anaerobik bakterilerdir ve laktik aside nazaran daha çok asetik asit üretirler. Bu bakterilerin sindirim sistemindeki sağlığa olan faydaları, özellikle K ve B grubu vitaminleri sentezleyebilmeleri ve patojenleri inhibe edebilmeleri üzerinde odaklanır. Örneğin, *Bifidobacterium* türlerinden *B. psychraerophilum*, su kefir tanelerinin dış kısımlarında izole edilmiş nadir bir türdür (Laureys ve De Vuyst, 2014; 2017a; 2017b).

Sonuç olarak, su kefir mikroflorasındaki bu laktik asit bakteri ve Bifidobakterilerin varlığı, su kefirinin sağlık üzerindeki potansiyel etkilerini desteklemektedir. Bu mikroorganizmaların probiyotik özelliklerinin daha fazla araştırılması, su kefirinin sağlık yararlarını anlamamıza yardımcı olabilir.

4.2 Mayalar

Su kefirinde belirlenen dominant maya türü *Saccharomyces cerevisiae*'dir. Bu mayalar, sakkarozun glukoz ve fruktoza parçalanmasıyla başlayan fermantasyon sürecinde, laktik asit bakterilerinin gelişimini teşvik ederken, su kefirinin duyuşal özelliklerine katkıda bulunurlar. Özellikle, maya aroması oluşumunu desteklerler (Değirmencioğlu, 2020).

Su kefir, yüksek şeker konsantrasyonlarında (ozmotolerant) gelişebilen *Zygosaccharomyces* cinsleri ile *Zygotorulaspota florentina* ve *D.bruxellensis* gibi maya türlerini içerebilir. Bu mayalar, su kefirinin mikrobiyal yapısında bulunabilir ve bazı durumlarda gıda bozulmasına neden olabilirler.

Öte yandan, *Zymomonas* cinsi mayalar su kefirinde dominant olabilir ve etanol oluşturabilirler. Bu mayaların oluşturduğu metabolitler, su kefirinin kıvamı ve aroması üzerinde olumlu etkilere sahip olabilir. Ayrıca, *Zymomonas*'ların oluşturduğu levan adlı polisakkarit, antitümör, immunstimüle edici, prebiyotik ve lipid metabolizması üzerinde olumlu etkilere sahip olabilir. Diğer yüksek fermantasyon yeteneğine sahip maya cinsleri arasında *Hanseniaspora*, *Pichia* ve *Lachancea* bulunur. Bu mayalar, fermantasyonun başlangıcında, *Saccharomyces cerevisiae*'nin ortama hakim olmadan önce görülebilirler (Marsh vd., 2013; Laureys ve De Vuyst, 2014; 2017a; 2017b).

Bu çeşitlilik, su kefirinin bileşimi ve duyuşsal özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Mayaların ve laktik asit bakterilerinin etkileşimi, su kefirinin gelişimini ve lezzet profilini belirler.

4.3 Asetik Asit Bakterileri

Su kefir fermantasyonunda Asetik Asit Bakterileri, oksijen varlığının en önemli gelişim faktörlerinden biridir. Ancak, başlangıçtaki yetersiz oksijen seviyeleri, asetik asit bakterilerinin enerji kaynağı olarak kullandığı etil alkolün fermantasyonun ilerleyen aşamalarında oluşmasına neden olabilir. Bu durum, asetik asit bakteri sayısındaki artışın sadece su kefir tanelerinin canlandırılması ve yıkanması aşamalarında görülmesine yol açar (Guiltz vd., 2013).

Ayrıca, su kefirinde yüksek oksijen içeren ortamlarda gelişebilen asetik asit bakteri türleri, örneğin *A. fabarum* gibi, yanı sıra anaerobik koşullarda gelişebilen *A. indonesiensis* gibi türler de izole edilmiştir (Değirmencioğlu, 2020).

Aerobik fermantasyonlar, yüksek asetik asit oluşumuna neden olarak su kefir tanelerinin gelişimini yavaşlatabilir. Bu tür fermantasyonlar, asetik asit bakterilerinin kullanabileceğinden daha az düzeyde etanol, laktik asit ve meyvemsi ester bileşikleri ile daha yüksek oranda etil asetat oluşumuna yol açabilir (Moens vd., 2014; Laureys ve De Vuyst, 2017b; 2018).

Ayrıca, aerobik şartlar ve asetik asit bakterilerinin oluşturduğu yüksek asetik asit seviyeleri, *Bacillus aquikefir* gelişimini sınırlandırabilirken, 1 g/L'den daha yüksek asetik asit düzeyleri de *Dekkera bruxellensis* gelişimini inhibe edebilir (Yahara vd., 2007).

Bu bulgular, su kefiri fermantasyonunda asetik asit bakterilerinin rolünü ve fermantasyon koşullarının su kefiri tanelerinin gelişimi üzerindeki etkisini anlamamıza yardımcı olur.

5. Sağlık Üzerindeki Etkileri

Doğal antioksidanlara olan ilginin artması, sağlık üzerinde olumlu etkilerinden dolayı sentetik bileşiklerin yerine alternatif antioksidan kaynaklarının araştırılmasına yol açmıştır. Antioksidan içeren gıdaların tüketimi, insan vücudundaki oksidatif reaksiyonları azaltarak hücre ölümü veya doku hasarını önleyebilir. Bu da kanser, ateroskleroz, artrit gibi hastalıklardan korunmaya yardımcı olabilir (Alsayadi vd., 2013).

Su kefirinin sağlık üzerindeki olumlu etkileri, içerdiği laktobasiller, bifidobakteriler ve *Saccharomyces* cinsi mikroorganizmalardan kaynaklanmaktadır. Su kefiri, fermente edilebilir kaynaklara uyum sağlayabilmesi sayesinde yeni probiyotik ürünlerin geliştirilmesine imkan tanır. Su kefiri, bağırsak sağlığını destekleyen probiyotikler açısından zengindir. Bu probiyotikler, sindirim sisteminde sağlıklı bir mikrobiyota dengesini sağlayarak sindirim sorunlarını azaltabilir.

Su kefirinin içerdiği probiyotikler bağışıklık sistemini güçlendirir. Sağlıklı bir bağırsak florası vücudun enfeksiyonlara ve hastalıklara karşı direncini artırır.

Su kefiri, vücuttan zararlı toksinlerin atılmasına yardımcı olur. Fermente içeceklerin genel olarak detoksifikasyon sürecini desteklediği düşünülür.

Su kefiri, B vitaminleri, vitamin K ve çeşitli mineraller gibi besin kaynakları bakımından zengindir. B vitaminleri içeriği sayesinde enerji seviyelerini arttırabilir ve yorgunluğu azaltır.

Süt bazlı kefir ürünlerinin aksine, su kefiri laktoz içermez ve düşük kalorilidir. Bu özellikleriyle laktoz intoleransı ve kolesterol sorunu olan kişiler için bir alternatif olabilir. Ayrıca, vegan ve/veya vejetaryenler için önemli bir probiyotik kaynağıdır (Değirmencioğlu, 2020).

Bazı laktik asit bakterileri, kanlı ishale veya sitotoksik sonuçlara sebep olan bazı toksik patojenlerin geçişini engelleyen aktivitelevlerinin yanısıra, kırmızı kan hücrelerinin yıkımını stimule eden ve konakçı hücreye saldıran hemolitik aktivite de gösterebilmektedir (Hwang ve Park, 2015).

Yapılan araştırmalar, su kefirinin antioksidan özelliklerini de ortaya koymuştur. Fermentasyon sürecinde oluşan mikrobiyal EPS'ler, radikal süpürme etkisi göstererek bağışıklık sistemini uyarabilir. Ayrıca, su kefiri, kan glukoz seviyelerini düzenleyebilir ve anti-hiperglisemik ve hipolipidemik özelliklere sahip olabilir (Değirmencioğlu, 2020).

Su kefirini aynı zamanda zararlı bakterilere ve mantarlara karşı antimikrobiyal özelliklere sahiptir ve gıda güvenliği açısından önemli patojenler üzerinde etkili olabilir. Bu özelliklerinden dolayı su kefirinin sağlık için olumlu etkileri olduğu düşünülmektedir.

6.Sonuç

Su kefirini taneleri, laktik asit bakterileri ve maya florası açısından süt kefirine benzeyen bir mikrofloraya sahiptir. Vegan bireyler, laktoz intoleransı olanlar ve süt alerjisi bulunan kişiler için popüler bir alternatif olmasının yanı sıra, farklı şeker kaynaklarını kullanarak zengin aroma profilleri ve fonksiyonel özellikler geliştirme potansiyeline sahiptir. Bu özellikleri, su kefirini probiyotik içecek üretiminde yenilikçi bir bileşen haline getirmektedir. Ayrıca, su kefirinin, probiyotik mikroorganizmalarca zenginleştirilmiş yapısı sayesinde bağırsak mikrobiyotasını olumlu yönde etkileyebileceği ve dolayısıyla bağırsak sağlığını destekleyebileceği belirtilmektedir. Aynı zamanda bu probiyotiklerin, bağışıklık sistemi üzerinde olumlu katkılar sağlayarak genel sağlık üzerinde koruyucu ve güçlendirici etkiler yaratabileceği düşünülmektedir. Bu özellikler, su kefirini fonksiyonel bir içecek olarak öne çıkarmakta ve geniş bir tüketici kitlesine hitap eden bir alternatif haline getirmektedir.

KAYNAKÇA

- Alsayadi, M., Al Jawfi, Y., Belarbi, M., Soualem-Mami, Z., Merzouk, H., Sari, D. C., ... & Ghalim, M. (2014). Evaluation of anti-Hyperglycemic and anti-hyperlipidemic activities of water kefir as probiotic on Streptozotocin-induced diabetic Wistar rats. *Journal of Diabetes Mellitus*, 2014. <https://doi.org/10.4236/jdm.2014.42015>
- Azizi, N. F., Kumar, M. R., Yeap, S. K., Abdullah, J. O., Khalid, M., Omar, A. R., ... & Alitheen, N. B. (2021). Kefir and its biological activities. *Foods*, 10(6), 1210. <https://doi.org/10.3390/foods10061210>
- Cufaoglu, G., & Erdinc, A. N. (2023). An alternative source of probiotics: Water kefir. *Food Frontiers*, 4(1), 21-31. <https://doi.org/10.1002/fft2.200>
- Değirmencioğlu, N. (2020). Su kefirini: Kimyasal bileşimi ve sağlık üzerindeki etkileri. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34(2), 443-459.
- Gulitz, A., Stadie, J., Ehrmann, M. A., Ludwig, W., & Vogel, R. F. (2013). Comparative phylobiomic analysis of the bacterial community of water kefir by 16S rRNA gene amplicon sequencing and ARDRA analysis. *Journal of Applied Microbiology*, 114(4), 1082-1091. <https://doi.org/10.1111/jam.12124>
- Guzel-Seydim, Z. B., Gökırmaklı, Ç., & Greene, A. K. (2021). A comparison of milk kefir and water kefir: Physical, chemical, microbiological and functional properties. *Trends in Food Science & Technology*, 113, 42-53. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.04.041>
- Hwang, J. Y., & Park, J. H. (2015). Distribution of six exotoxin genes and production of L2-HBL and nheA proteins in six *Bacillus cereus* isolates from infant formula and produce. *Food Science and Biotechnology*, 24, 379-382. <https://doi.org/10.1007/s10068-015-0050-y>
- Laureys, D., Aerts, M., Vandamme, P., & De Vuyst, L. (2018). Oxygen and diverse nutrients influence the water kefir fermentation process. *Food Microbiology*, 73, 351–361. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2018.02.007>
- Laureys, D., & De Vuyst, L. (2014). Microbial species diversity, community dynamics, and metabolite kinetics of water kefir fermentation. *Applied and Environmental Microbiology*, 80(8), 2564-2572. <https://doi.org/10.1128/AEM.03978-13>
- Laureys, D., & De Vuyst, L. (2017a). The water kefir grain inoculum determines the characteristics of the resulting water kefir fermentation process. *Journal of Applied Microbiology*, 122(3), 719-732. <https://doi.org/10.1111/jam.13370>

- Laureys, D., Van Jean, A., Dumont, J., & De Vuyst, L. (2017b). Investigation of the instability and low water kefir grain growth during an industrial water kefir fermentation process. *Applied Microbiology and Biotechnology*, *101*, 2811-2819.
- Marsh, A. J., O'Sullivan, O., Hill, C., Ross, R. P., & Cotter, P. D. (2013). Sequence-based analysis of the microbial composition of water kefir from multiple sources. *FEMS Microbiology Letters*, *348*(1), 79-85. <https://doi.org/10.1111/1574-6968.12248>
- Pendón, M. D., Bengoa, A. A., Iraporda, C., Medrano, M., Garrote, G. L., & Abraham, A. G. (2021). Water kefir: Factors affecting grain growth and health-promoting properties of the fermented beverage. *Journal of Applied Microbiology*, *133*, 162–180. <https://doi.org/10.1111/jam.15385>
- Pidoux, M., Marshall, V. M., Zanoni, P., & Brooker, B. (1990). Lactobacilli isolated from sugary kefir grains capable of polysaccharide production and minicell formation. *Journal of Applied Bacteriology*, *69*(3), 311-320. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1990.tb01521.x>
- Tomar, O., Çağlar, A., & Akarca, G. (2017). Kefir ve sağlık açısından önemi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, *17*(2), 834-853.
- Yahara, G. A., Javier, M. A., Tulio, M. J. M., Javier, G. R., & Guadalupe, A. U. M. (2007). Modeling of yeast *Brettanomyces bruxellensis* growth at different acetic acid concentrations under aerobic and anaerobic conditions. *Bioprocess and biosystems engineering*, *30*, 389-395.

7. Bölüm

Tarımda Siyanobakterilerin Kullanımı: Potansiyeller, Faydalar ve Uygulamalar

Serkan BENLİ¹
Hande ESER¹
Seda KAÇAR¹
Büşra GÖRGÜLÜ¹
İsmail Emrah TAVALI^{2*}

¹ Merkez Anadolu Kimya Sanayi Üretim Paz. A.Ş. Aosb 2. Kısım 24. Cadde No:2 07190 Antalya, Türkiye
(ORCID:0000-0002-9745-8928 E-mail: serkanbenli@merkezanadolu.com.tr)
(ORCID: 0009-0000-5307-5012 E-mail: hande@bioteknologie.com)
(ORCID:0000-0002-5915-2901 E-mail: seda@merkezanadolu.com.tr)

² Doç. Dr., Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ziraat Fakültesi, Akdeniz Üniversitesi, 07059 Antalya, Türkiye
(ORCID:0000-0003-0083-194X. E-mail: etavali@akdeniz.edu.tr)

GİRİŞ

Siyanobakteriler, tarımda biyogübre olarak kullanımını, toprak yapısını iyileştirme ve bitki sağlığını desteklemeye kadar birçok potansiyel etkiye sahip faydalı mikroorganizmalardır. Son yıllarda siyanobakteriler, biyoteknolojideki potansiyel uygulama potansiyelleriyle ilgi görmektedirler. Azot fiksasyonu, biyolojik gübreleme, stres toleransı sağlama ve biyostimülasyon gibi faydaları nedeniyle sürdürülebilir tarım uygulamalarında öneme sahiptirler. Siyanobakteriler, bitkisel üretimde toprak verimliliğini artırmakta fosfat ve mineral çözünmesine yardımcı olmakta, azot fiksasyonuna katkıda bulunmaktadır. Siyanobakteri, bitki gelişimini teşvik etmek için aminoasit, protein, polisakkarit, fitohormon, vitamin, karbonhidrat gibi birçok molekülleri salgılamaktadırlar. Bitkileri biyotik ve abiyotik strese karşı korumaktadırlar. Bitki patojeni fungusu karşı antagonistik aktivite göstermektedirler. Kuraklık tuzluluk koşullarında bitkilerdeki stresi hafifletme kapasiteleri, dikkate değer bir özelliklerini ortaya koymaktadır. Çevremizi korumada siyanobakteriler önemli bir rol oynamaktadır ağır metalleri ve organik kirleticileri etkili şekilde ortadan kaldırarak fitoremediasyon yoluyla yardımcı olmaktadır. Sürdürülebilir tarımda, kimyasal gübrelere alternatif çevre dostu ve organik tarıma sorunsuz bir şekilde entegre edilebilmektedir. Bitkilerde siyanobakterilerin biyokontrol etmeni olarak uygulanması hastalık şiddetini azaltmaktadır. Tarımda kullanım alanları, faydaları, mekanizmaları ve uygulama yöntemleri incelenmektedir. Gelecek araştırmalarda, yüksek değerli ürünler üreten yeni siyanobakteriyel suşları izole etmek ve istenen maksimum üretimini sağlamak için mevcut suşları genetik olarak değiştirmeye odaklanılacaktır.

Biyoteknolojik olarak ilgili bileşiklerin biyosentezinde yer alan yeni işlevsel genleri keşfetmek için metagenomik kütüphaneler oluşturulabilecektir. Siyanobakteriyel ürünlerin büyük ölçekli endüstriyel üretimini ve üretkenliği artırmak için inkübasyon koşullarının ve fermentasyonlarının optimize edilmesi gerekmektedir. Gelecekte tarımda daha yeşil ve daha üretken tarımsal uygulamalar için siyanobakterilerin dönüştürücü potansiyellerinden yararlanmak, araştırma ve inovasyonların yapılması elzemdir. Siyanobakteri, ototrofik prokaryotlar olarak kabul edilmektedir ve çeşitli ekolojik nişlerde geniş dağılım göstermektedirler. Göller, nehirler ve okyanuslar gibi su ekosistemlerde toprak yüzeylerinde, toprak kabukları, ağaç kabukları ve kayalarda karasal ortamlarda da bulunmaktadır. Yüksek tuzluluktan kurak çöller, sıcak su kaynaklarına ve kutup bölgeleri gibi değişen koşullarda gelişebilen siyanobakteri, benzersiz bir özellik göstermektedir (Cruz vd., 2020). Eğrelti otları, yüksek bitkiler, baklagiller, omurgasızlar, mantarlar ve diğer siyanobakterilerle simbiyotik ilişkileri ile, ekolojik öneme katkıda bulunmaktadır (Gaysina vd.,

2019; Cruz vd., 2020; Kollmen ve Strieth, 2022). Siyanobakteriyel hücreler üç formda olabilmektedir: hareketli bir form olan hormogonia, spor oluşturan bir hücre olan akinet ve azot sabitleyici bir hücre olan heterosist. Nostocales'e ait bakterilerin birçok türü azotu etkili bir şekilde sabitlemektedirler (Mehdizadeh Allaf ve Peerhossaini, 2022). Siyanobakterilerin bakterilerin mevcut azotu sabitlemek, karbondioksit miktarını azaltmak, fosfatı çözmek ve bitkilerin hayati besin maddelerine erişimini artırmak gibi özellikleri, sürdürülebilir tarım için önemli olmaktadır. Bitki hormonları, karbonhidratlar, amino asitler, uzun zincirli proteinler vb. bitki promotörü metabolitler salgılamaktadırlar (Righini vd., 2022).

Dünyada prokaryotik fotosentetik organizmalar, tüm habitatlarda bulunabilmektedir. Toprak verimliliğini korumak için siyanobakteriler toprak ekosisteminde çeşitli roller oynamaktadır ve çok çeşitli kirleticileri parçalayabilmektedir (Chitorra vd., 2020). Asya ülkelerinde, azot sabitleyici bakteri cinsleri ve türleri biyogübre olarak kullanılmaktadır. *Anabaena*, *Nostoc* ve *Spirulina* suşları en yaygın olarak bulunan türlerdir. Atmosferik azotu sabitlemek, toprak verimliliğini iyileştirmek ve mahsuller için sürdürülebilir besin kaynağı sağlamak yetenekleriyle bilinmektedirler. Kullanılan suşlar, bölgeye ve yetiştirilen mahsul türüne bağlı olarak değişebilmektedir (Mehdizadeh Allaf ve Peerhossaini, 2022). Bitki hastalıklarında biyolojik kontrol ajanları olarak kullanılmaktadırlar. Siyanobakterilerin, antibakteriyel ve antifungal bileşikler üretme kapasitelerini kullanılarak, kimyasal pestisitler daha az sıklıkla kullanılabilen ve bu durum çevre dostu çiftçilik uygulamalarıyla sonuçlanmaktadır (Nawaz vd., 2023). Siyanobakteriler, fotosentetik ve azot fiksasyon yetenekleriyle bilinen bir bakteri grubudur. Sürdürülebilir tarım arayışlarında, siyanobakterilerin potansiyeli giderek daha fazla araştırılmaktadır (Tablo 1). Tarım uygulamalarında siyanobakterilerin kullanımı, kimyasal gübre ihtiyacını azaltarak çevresel olumsuz etkiyi azaltabilmekte ve toprak sağlığını iyileştirebilmektedir (Metting, 1990; Whitton vd., 2000)

Tablo 1. Siyanobakteri Türleri ve Tarımsal Faydaları

Siyanobakteri Türü	Azot fiksasyonu	Biyostimülasyon
<i>Anabaena</i>	Evet	Evet
<i>Nostoc</i>	Evet	Evet
<i>Oscillatoria</i>	Düşük	Evet
<i>Spirulina</i>	Düşük	Yüksek

Bitki gelişimini destekleyen mikroorganizmalar ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde üzerinde en çok araştırma yapılanların rizobakteriler, mikorizal mantarlar ve simbiyotik rhizobia olduğu tespit edilmiştir. Son zamanlarda yapılan araştırmalarda ise bitki gelişmesini teşvik eden bir başka mikroorganizma grubunun da siyanobakteriler olduğu görülmektedir (Mendes vd., 2013). Siyanobakteriler tarafından toprakta üretilen ekzopolisakkaritler, toprak parçacıklarını birbirine bağlamaya yardımcı olarak toprakta kümeleşmeye, toprak organik maddesinin artmasına ve üst toprak tabakasının su tutma kapasitesinin iyileştirilmesine neden olmaktadır. Artan toprak nemi ve organik molekül seviyeleri, bitki büyümesini destekleyen mikroorganizmaların büyümesini teşvik etmektedir. Ekzopolisakkaritler, kısır toprakları iyileştirmeye yardımcı olabilmektedir, bu durum toprağın kimyasal ve fiziksel yönlerini olumlu yönde değiştirmektedir (Garlapati vd., 2019; Pathak vd., 2018; Poveda, 2020). Siyanobakteri varlığı, toprağı gözenekli hale getirmekte, toprak su tutma süresini arttırmakta, toprak tuzluluğunu azaltmakta, fosfat bulunabilirliğini geliştirmekte, biyoremediasyona katılmakta ve oksin ve vitaminler, amino asitler vb. gibi bitki promotörlerini salgılamaktadır (Chitorra vd., 2020; Mogor vd., 2018).

SİYANOBAKTERİLERİN TARIMSAL POTANSİYELİ

Siyanobakteriler, tarımsal verimliliği artırmakta bazı önemli biyolojik özelliklere sahip olmaktadır (Tablo 2). Azot fiksasyonu, hormon üretimi, biyokontrol yetenekleri ve toprak yapısını iyileştirmek en önemli özelliklerini oluşturmaktadır (Canfield vd., 2010).

Tablo 2. Siyanobakterilerin Tarımda Uygulama Alanı ve Kullanım Şekli

Uygulama Alanı	Kullanım Şekli
Biyogübre Olarak Kullanım	Toprağı ekleme
Toprak Yapısını İyileştirme	Siyanobakteri kültürü
Biyokontrol Ajanı	Doğal antimikrobiyal bileşikler
Organik Tarımda Kullanım	Biyolojik gübre ve biyostimulan

Siyanobakteriler de heterokistöz ve heterokistöz olmayan siyanobakteriler, atmosferik nitrojeni sabitleme kabiliyetleriyle bilinmektedir (Capone vd., 2005). Tropikal pirinç tarlası toprağının verimliliği aktivitesi, nitrojen sabitleyen siyanobakterilerin varlığına bağlanmaktadır. Watanabe ve Cholitkul (1979), siyanobakteriler tarafından bir yılda topraklara 18 kg'dan fazla N eklendiğini

göstermişlerdir. Toprakların verimliliğini artırmak için siyanobakterilerin aşılması gerekmektedir. Azolla birçok ülkede pirinç yetiştiriciliğinde organik gübre olarak kullanılmaktadır (Kaushik ve Venkataraman, 1979). Azolla 'nın eklenmesinin heterotrofik N₂ sabitleyicileri de dahil olmak üzere toprak mikroorganizmalarının büyümesini desteklediği bulunmuştur. Azot sabitleyici siyanobakterilerin dünya çapında çöl kabuklarına da hakim olduğu bildirilmektedir (Garcia-Pichel ve Pringault, 2001). Çöl topraklarının verimliliğine önemli ölçüde katkıda buldukları ve çöllerin bitki örtüsüne faydalı olabilecekleri düşünülmektedir. Çevre üzerinde diazotroflar olumlu etkiye sahip olmakta ve ekonomik biyogübrelerin oluşturulması için önemleri bulunmaktadır. Gerekli vitaminleri sağlayarak ve toprak hava akışını ve su tutulmasını artırarak bitkilerdeki azot eksikliğiyle etkili mücadele etmektedirler (Chitorra vd., 2020). *Anabaena variabilis*, *Nostoc*, *Calothrix sp.* ve *Scytonema sp.* gibi bakteriler, pirinç mahsulü tarım alanlarında sıklıkla bulunmakta ve azot fiksasyonu için çok önemli olmaktadır (Chittora vd., 2020; Singh vd., 2016). Morfolojik incelemeye göre, bazı siyanobakteriyel kültürler fosfataz ve klorofil A gibi enzimler üretebilmektedir ve kültür süzüntüleri heterosist, potasyum, fosfor ve azot içermektedir. Fosfataz enzimlerini kullanarak siyanobakteriler topraktaki çözünmeyen fosfatları çözebilmekte ve harekete geçirebilmektedir, bitkilerin fosfata erişimini arttırabilmektedir (Singh vd., 2016).

Bitki büyümesi için gerekli olan azotu elde etmenin birincil yöntemi, mikroorganizmalar tarafından biyolojik atmosferik azot fiksasyonundan oluşmaktadır. Atmosferik azot, nitrojenaz adı verilen bir enzim içeren heterokist adı verilen özel hücreler yoluyla fiksasyon yapabilmektedir. Azot, *Aulosira Fertilissima*, *N. Linkia*, *A. variabilis (Oryza sativa)* ve *Calothrix sp* bakterileri tarafından üretilmektedir ve toprağa etkili bir şekilde fiksasyon yapılmaktadır (Elagamey vd., 2023). *Nostoc commune* ve *Nostoc carneum* gibi mikroorganizmalar kimyasal gübrelerle birlikte eklendiğinde pirinç daha etkili bir şekilde büyümektedir (Chittapun vd., 2017). *Salix viminalis L.* yapraklarına *Anabaena* türleri ve *Microcystis aeruginosa*'nın yaprak uygulaması fotosentezi, CO₂ konsantrasyonunu ve stoma iletimini iyileştirebilmektedir (Grzesik vd., 2017). Siyanobakteriler genel olarak azotun fiksasyonunda, toprağa entegre edilmesinde ve çeşitli bitkilerin büyümesinin desteklenmesinde önemli bir rol oynamaktadırlar ve sürdürülebilir tarım için potansiyel faydalar sunmaktadırlar. Birçok siyanobakteri türü, atmosferik azotu bitkilerin kullanabileceği forma dönüştürebilmektedir. *Anabaena* ve *Nostoc* türleri, azot fiksasyonu yaparak bitkiler için doğal bir azot kaynağı sağlamaktadır. Özellikle azot açısından fakir topraklarda önemli olmakta ve azotlu gübre ihtiyacını azaltmaktadır. Salem vd. (2023), yer fıstığı ürünlerinde biyogübre potansiyelleri açısından farklı azot

sabitleyici mikroorganizma suşları *Anabaena oryzae* ve *Nostoc muscorum*'u incelemişlerdir. Bu izolatların uygulanması, tohum ekimi, yaprak püskürtme, toprak ıslatma ve kombine teknikler gibi çoklu yöntemlerle etkili bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Azot sabitleyici bakteri biyokütlesi ve özütlerinin, bitki büyümesini iyileştiren ve ürün verimini artıran çeşitli biyoaktivitelere sahip olması, besin ve metabolit kaynağı olarak potansiyeli son yıllarda tarımda önemli ilgi görmektedir. Besin çözünürlüğünü ve hareketliliğini iyileştirerek ve toprağı iyon alımı için gerekli hayati mikro elementlerle zenginleştirerek etkili biyogübreler olarak işlev görmektedirler. Bakteri, fitohormonlar, amino asitler ve polisakkaritler gibi biyoaktif maddeler üreterek bitki büyümesini destekleyebilmektedirler (Gonclaves, 2021).

Siyanobakteriler, bitki büyümesini teşvik eden hormonlar (sitokinin, gibberellin vs.) üretebilmektedir. Hormonlar, kök gelişimini, çimlenme oranını ve genel bitki sağlığını destekleyebilmektedir (Mallick vd., 1994). Mavi-yeşil algler, oksinler, sitokininler ve gibberellinler gibi bitki hormonlarını salgılayarak besinleri emme kapasitelerinin yanı sıra bitki çimlenmesini, büyümesini ve gelişimini aktif olarak destekleyebilmektedir. *Anabaena*, *Anabaenopsis* ve *Calothrix* gibi cinslerin bu fitohormonları üretmeye yardımcı olduğu iyi bilinmektedir (Joshi vd., 2020). Bitki-mikroorganizma ortak iyileştirme teknolojisinin, bitki ve mikroorganizmaların kompozit bir sistemini kullanarak topraktaki organik kirleticileri zenginleştirme, sabitleme ve parçalama teknolojisi olarak bildirilmektedir (Saha vd., 2021). Bitkiler ve mikroorganizmalar arasındaki işbirlikçi ilişki, onarım sürecinin genel etkinliğini iyileştirmede önemli bir rol oynamaktadır. Bu sinerjik etki, her iki varlığın da onarım etkilerine katkıda bulunduğu ve bunları geliştirdiği karşılıklı olarak faydalı bir ortam yaratmaktadır. Bitkilerin ve mikroorganizmaların birbirine bağımlılığı, ortak onarım sisteminin ayrıntıları vurgulanmaktadır (Rajkumar vd., 2012). Ekolojik sistemde bitkilerin ve mikroorganizmaların onarım sürecini iyileştirmeye sinerjik olarak nasıl katkıda bulunduğunu göstermektedir ve onarım mekanizmalarının genel etkinliğini en üst düzeye çıkaran dinamik ve birbirine bağlı bir ağı temsil etmektedir. Bu bakteri ve bitkiler arasındaki simbiyotik ilişki siyanobiyontlar olarak bilinmektedir. Siyanobakteriler konak bileşiğinin içinde bulunmakta yada yapışmaktadır, bitkilerin stres ve hastalıktan kaçınmasına yardımcı olmaktadır. Mikroorganizma heterosistlerdeki atmosferik azotu sabitlemektedir ve böylece bitkilere azot sağlarken, bitkiler karbon kaynakları sağlamaktadır. Sabit azotun yaklaşık %88'i NH_3 olarak bitkilere simbiyotik siyanobakteriler, özellikle *Nostoc* ve *Anabaena* cinsleri tarafından sağlanmaktadır (Kollmen ve Strieth, 2022). Tuz stresi altındaki domates bitkilerinin büyümesi, klorofil içeriği ve kritik besin alımı, *Aphanothece sp.* ve *Arthrospira maxima* bakterilerinin eklenmesiyle

iyileştirilmektedir (Mutale-joan vd., 2021). Tatlı biber bitkileri, siyanobakteri *Roholtiella sp.*'nin sıvı özütlerine maruz kaldığında daha hızlı geliştiği ve daha fazla su içerdiği gösterilmektedir (Coba de la Pena vd., 2010). Bu durum, bitkilerin abiyotik stresörlerin olumsuz etkilerini en aza indirmesine doğrudan veya dolaylı olarak yardımcı olmaktadır.

Azot fiksasyonu mekanizmaları, hücre dışı polisakkarit sentezi, uygun maddeler, antioksidan enzimler, hormonlar ve bunların bakteri toplulukları üzerindeki etkileri, bitkinin düşük strese karşı direncini artırmak için kullanılmaktadır (Li vd., 2019). Pirinç bitkilerinde, kök sistemlerine *Oscillatoria acuta* ve *Plectonema boryanum* gibi siyanobakteriler uygulandığında savunma enzimlerinin ve fenil-propanoid maddelerin üretimini artırarak abiyotik strese yanıt vermede artan bir etkinlik göstermektedir (Singh vd., 2011). *Nostoc punctiforme* toprak bileşenlerini, besin içeriğini, mikrobiyal aktiviteyi ve büyümeyi iyileştirerek daha yüksek verim sağlamaktadır (Nisha vd., 2017). *Senna notabilis* ve *Acacia hilliana* bitkileri, siyanobakterilerin fayda sağladığı, kuraklık stresini hafiflettiği, çimlenmeyi teşvik ettiği ve büyüme ve gelişmeyi hızlandırdığı bitkiler arasında bulunmaktadır (Chua vd., 2019; Munoz-Rojas vd., 2018). Siyanobakteriler Cr, Cu, Pb ve Zn gibi metalleri emme ve ortadan kaldırma eğilimindedir, nihayetinde ağır metallerin tarımsal topraktan ve sudan uzaklaştırılmasına yardımcı olmaktadır (Priyanka vd., 2020). Sistemik pestisitleri emmektedir ve bitkilerde Cd taşınmasını durdurarak bitkileri zararlı etkilerinden korumaktadır (Osman vd., 2015). Salisilik asit de dahil olmak üzere bitki hormonları, bitkileri her türlü stress faktörüne karşı korumaya yardımcı olmakta, siyanobakteriler mevcut olduğunda salınmaktadır (Khan vd., 2012). Siyanobakteriler farklı mekanizmalar izlemekte ve biyogübre görevi görerek bitki büyümesini, toprak verimliliğini arttırmaktadır. Patojenlerden kaynaklanan bitki hasarını önlemek için fitohormonlar ve antioksidanlar üretmektedir. N₂ fiksasyonu ve epoksit üretimi mavi-yeşil algler, organik asitler salarak, biyokütle ve ekzopolisakkaritler üreterek ve bitkinin ihtiyaç duyduğu besin maddelerinin salınmasında rol oynamakta, topraktaki enzimlerin işlevlerini arttırmakta ve çözünmeyen fosfatı parçalayabilmektedir.

Siyanobakteri tarafından ekstraselüler fosfataz, organik asitler ve polisakkaritlerin üretimi, fosforu (P) çözmek ve harekete geçirmek ve onu bitkiler için erişilebilir hale getirebilmektedir. Siyanobakteriler tarafından salınan polisakkaritler tarafından toprağın yapısının bütünlüğü iyileşmektedir. Bu tür polisakkaritler ayrıca toprağın C ve N içeriğini arttırmakta ve bitki büyümesini desteklemektedir (Purwani vd., 2021). Fosfat çözücü mikroorganizmalar (PSM'ler) tarafından üretilen ekzopolisakkaritler (EPS), fosfor çözünme işlevini iyileştirebilmektedir. EPS, esas olarak karbonhidratlardan oluşan yüksek

moleküler ağırlıklı bir karbonhidrat polimeridir ve fosfat çözücü bakteriler (PSB) tarafından inorganik fosforun çözünmesinde önemli bir faktör olarak kabul edilmektedir (Sharma vd., 2013). EPS ayrıca, inorganik fosforun çözünmesinde rol oynayan organik asitlerin veya H⁺'nin homeostazını, serbest fosforu koruyarak bozmakta ve inorganik fosfat minerallerinden daha fazla fosforun salınmasını sağlamaktadır (Prabhu vd., 2018). PSM'ler inorganik fosforun çözünmesinde katalitik bir rol oynamaktadır. Örneğin, *Penicillium aurantiogriseum* Ca²⁺'yi emilebilir ve kalsiyum fosfatı çözmek için fosfatı serbest bırakabilmektedir (Jain vd., 2012). Siyanobakteriler adaptif mekanizmalarının bir parçası olarak antioksidanlar ve ikincil metabolitler biriktirerek oksidatif strese yanıt vermektedirler (Kosar vd., 2015). Etani vd. (2019), topraklara siyanobakterilerin aşılmasının bitkilerin antioksidan aktivitesini önemli ölçüde artırdığını ortaya koymaktadırlar. Doğrudan temizleyerek ve ROS üretimini önleyerek stres kaynaklı serbest radikallerin olumsuz etkisinin azalmasında rol almaktadırlar.

Bakteriyel hücreden salgılanan biyokimyasalların bolluğu, tarımsal çıktıyı artırmak için gereklidir. Farklı genleri ve enzimleri düzenlemek, bitki büyümesini artırarak ve bitkilerin karşılaştığı stres koşullarını hafifletilmektedir. Munoz-Rojas vd. (2018), yerel kaynaklı yerli siyanobakterilerle biyolojik olarak hazırlanmış yerli çöl tohumlarının fide büyümesinin ve çimlenmesinin erken aşama geçişleri araştırma sonuçları, bu mikroorganizmaların fide aşamasında Akasya türlerinden tuzun uzaklaştırılması için gerekli olduğunu göstermektedir. Bitkinin tuzluluk stresine karşı azot sabitleyici bakterilerin, bitkinin toleransını artırabildiği süreçler azot fiksasyonu, hormon salgılanması, hücre dışı polisakkarit sentezi ve antibakteriyel enzimler olarak tanımlanmaktadır (Li vd., 2019). *Nostoc calcicola*, *N. linkia* ve *A. variabilis* gibi tuzlu topraklardan izole edilen suşlarla kökten uygulanması pirincin tuzluluğa toleransını artırdığını göstermektedir (El Sheek vd., 2018). *Nostoc commune* ve *N.carneum*'da fide büyümesini artırdığı kanıtlanmıştır. (Chittapun vd., 2017). Halotolerant siyanobakteri *Anabaena sphaerica*, tuzlu koşullarda fide büyümesini artırabilen hücre dışı polisakkaritler ve proteinler sentezlemektedir (Poveda, 2020). Bello vd. (2019), siyanobakterilerin son zamanlarda inorganik gübreye sürdürülebilir bir alternatif biyostimülan ve biyogübre olarak potansiyel kullanımına olan ilginin arttığını ortaya koymaktadır.

Araştırmalarla, bitkilerin abiyotik strese karşı direncini önemli ölçüde artırabilen biyo-uyarıcı nitelikler sergilediğini göstermişlerdir. Munoz-Rojas ve arkadaşları (2018), tarafından yapılan başka bir araştırmaya göre kuraklık koşullarında *Senna notabilis* ve *Acacia hilliana*'nın *Microcoleus sp.* ve *Nostoc sp.* ile muamele edildiğinde çimlenmeyi ve fide büyümesini artırdığı bulunmuştur.

Ibraheem (2007) tarafından yapılan çalışmada *Spirulina meneghiniana* ve *A. oryzae*'nin çorak topraklarda yetişen marul bitkileri üzerinde karşılaştırılabilir etkiler göstermiştir. Diğer bir çalışmada, bitkilerin karbonhidrat metabolizmasını, lipit sentezini ve pigment üretimini düzenleyen siyanobakteriyel genleri başarıyla bünyelerine kattıkları belirlenmiştir (Ahmad vd., 2016). *A. halophytica*'dan elde edilen ısı şoku protein geni ile değiştirilen kavak bitkileri tuza, kıtlığa ve yüksek veya düşük sıcaklıklara karşı daha fazla direnç göstermektedir (Takabe vd., 2008). *Anabaena sp.*'den flavodoksin kodlayan genlerin aşırı ekspresyonu yoluyla, tütün bitkileri bol güneş ışığına, oksidatif strese, sıcak ve kuru koşullara ve su eksikliğine uyum sağlama yeteneği kazanmışlardır (Gharechahi vd., 2015; Li vd., 2017). *Nostoc entophyllum* ve *Oscillatoria angustissima*, bezelye bitkisi bakımında kimyasal gübrelere alternatif olarak incelenmektedir. Bezelye çimlenmesi ve büyüme faktörleri, türlerden biri veya kombinasyonu toprağa eklendiğinde önemli ölçüde artmaktadır. Tek bir türünün azaltılmış miktarlarda kimyasal gübreye karşı üstün sonuçlar üretmekte ve bezelye tohumlarında karbonhidrat ve protein içeriğini arttırmaktadır (Osman vd., 2010).

Siyanobakteriler, fitohormonlar gibi metabolitleri salgılayarak, besinleri topraktan bitkilere bırakarak ve toprağın kimyasal bileşimini iyileştirerek biyogübre olarak kullanılabilir. Etkili biyogübrelerde ki türler arasında *N. muscorum*, *A. fertilissima* ve *A. variabilis* bulunmaktadır (Joshi vd., 2020). Toribio vd. (2021), mikrobiyal siyanobakterilerle ilişkin domates fideleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Rizobakteri konsorsiyumlarının siyanobakterilerle birlikte gübreleme yeteneğinin bitkilerin büyüme hızını iyileştirdiği ortaya koymaktadırlar. Muta-le-joan vd. (2020), yapmış oldukları araştırmaya göre, bitki abiyotik stress toleransı ile ilişkili çok sayıda lipofilik metabolitin kimyasal bileşimi, domates fideleri bu bakteri özleriyle muamele edildikten sonra önemli ölçüde değişmektedir. Siyanobakteriler, toprak yüzeyinde biyofilm oluşturarak toprağın su tutma kapasitesini ve yapısını iyileştirebilmektedir. Bu özellikleriyle, kuraklık stresini azaltmaya yardımcı olabilmektedir ve toprak erozyonunu önleyebilmektedir (Rossi vd., 2017). iyanobakterileri su ve toprak dekontaminasyonu için kullanan iyileştirme stratejileri, toprağın fizikokimyasal koşulları nedeniyle farklılık göstermektedir (Touliabah vd., 2022).

Tuzluluk stresi koşulları altında, siyanobakterilerin uygulanması, toprak yapısını ve besin döngüsünü iyileştirmektedir. Bakterinin toprağı etkili bir şekilde iyileştirebileceği derinlik, toprak dokusu, nem ve belirli türler gibi faktörlere bağlı olmaktadır. *Nostoc* cinsindekiler gibi sığ köklü siyanobakteriler yüzeysel toprak katmanlarında daha etkiliyken, *Anabaena* gibi daha derin köklü türler daha derin toprak ufuklarına nüfuz edebilmektedir (Singh vd., 2016).

Siyanobakteri ile toprak iyileştirme farklı mekanizmalar yoluyla gerçekleştirilmektedir. Toprak yüzeylerini kolonize edebilmekte ve biyofilmler oluşturarak toprak yapısını ve besin döngüsünü iyileştirebilmektedirler (Singh vd., 2016). *Nostoc* ve *Anabaena* türleri tuzla kirlenmiş toprakların rehabilitasyonu için özel nitelikleri mevcuttur. Bitkilerin tuz stresini önlemek için siyanobakteriler, sodyum iyonlarını bağlayabilen ve biyofilm oluşturabilen EPS salgılamaktadır (Singh vd., 2019). Siyanobakteri biyosorpsiyonla topraktan çözünür sodyumu uzaklaştıran bakteriyel trikomları içermektedir. *Anabaena sp.*, *Nostoc sp.*, *Microcystis sp.* ve *Spirulina sp.* tarafından fosfor kaynağı olarak glifosat kullanımı, herbisit mahvolmuş topraktan uzaklaştırılmasını kolaylaştırmaktadır (Lipok vd., 2009).

Tarım alanlarındaki nitrat ve fosfat fazlalığı siyanobakteriler tarafından azaltılabilmektedir (Kesaano ve Sims, 2014; Kumar vd., 2016). Ek olarak pH ve iletkenlik özelliklerini düşürerek sıvı iletkenliğini artırmakta toprak yapısını iyileştirmekte ve tuzlu ve alkali toprakları geri kazanımına yardımcı olmaktadır (Singh vd., 2019). Siyanobakteriyel izolatların aşılınması, *Anabaena sp.* ve *Nostoc sp.*'nin kuru bir ortamda bozulmuş araziye yeniden inşa etmek için yüksek kapasitelerde olduğunu göstermektedir (Chamizo vd., 2018; Li vd., 2019). Siyanobakteriler, azot fiksasyonu, hücre dışı polisakkaritlerin (EPS) sentezi ve organik karbon içeriğinin büyümesini, etkili süreçleri kullanarak bitki gelişimini desteklemekte ve tuzlu toprakları iyileştirmekte ve biyoremediasyon ajanları olarak keşfedilmektedir (Li vd., 2019). Siyanobakteri aşılmasının kirlenmiş toprağı iyileştirmek için biyoteknolojik yöntemler olarak araştırılmaya devam edilmelidir. Önemli derinliklere ulaşan toprak kirliliğiyle mücadele etmek için araştırmacılar alternatif ve yenilikçi stratejiler araştırmaktadır. Siyanobakterilerin fitoremediasyon veya biyoaugmentasyon gibi diğer iyileştirme teknolojileriyle birlikte kullanılması, toprak dekontaminasyonunun verimliliğini artırabilmektedir. Siyanobakterilerin bazı türleri, patojenlere karşı koruma sağlayabilen antimikrobiyal bileşikler üretebilmektedir (Tablo 3). Bu özellik, kimyasal pestisit kullanımını azaltma potansiyeline sahip olmakla beraber ve doğal bir biyokontrol ajanı olarak işlev görebilmektedir (Singh, 1961).

Siyanobakteriler, zararlı patojenlere saldırarak, kaynaklar için rekabet ederek ve antimikrobiyal bileşikler üreterek doğal pestisit görevi görmektedir (Kumar vd., 2018). Enfeksiyonlarla daha etkili ve hızlı bir şekilde mücadele etmek için faydalı bakteriler ayrıca bitkilerin fitohormonlar tarafından düzenlenen koruyucu tepkileri tetiklemesine neden olabilmektedir. Bunun için kullanılan terim sistemik olarak edinilmiş dirençtir (Enebe ve Babalola, 2019). Bao vd. (2021)' e göre *Anabaena variabilis*'i biyogübre ve biyopestisit olarak etki etme yeteneği açısından da incelemektedir. Seçilen siyano-bakteriyel türler patojenlere karşı

savaşmakta ve pirinç mahsulünü yanıklıktan korumakta ve özütü verimi artırarak kimyasal gübre ihtiyacını azaltmaktadır.

Tablo 3. Farklı siyanobakterilerin bazı bitki patojenlerine karşı biyokontrolü

Siyanobakteri	Hedef organizma	Bitki	Hastalık	Kaynak
<i>Anabaena</i> sp.	<i>Pythium debaryanum</i> R. Hesse	Domates	Çökerten	
<i>Anabaena</i> sp.	<i>Fusarium verticillioides</i> (Sacc.) Nirenberg	Domates	Kök ve kök boğazı çürüklüğü	Chaudhary vd. (2012)
<i>Anabaena</i> sp.	<i>F. oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i> W.C. Snyder & H.N. Hansen	Domates	Solgunluk	
<i>Nostoc commune</i> Vaucher ex Bornet & Flahault FA 103 <i>Oscillatoria</i> spp. <i>Anabaena</i> sp., <i>Nostoc</i> sp.,	<i>F.oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i> W.C. Snyder & H.N. Hansen	Domates	Solgunluk	Kim & Kim (2008)
<i>Nodularia</i> sp. Mertens ex Bornet & Flahault, Calothrix sp.	<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.	Pirinç	Yaprak leke hastalığı	Kim (2006)
<i>Nostoc commune</i> FK-103 <i>Oscillatoria tenuis</i> C.Agardh ex Gomont FK109	<i>Phytophthora capsici</i> Leonian	Pirinç	Kök boğazı yanıklığı	Kim (2006)

SİYANOBAKTERİLERİN TARIMSAL UYGULAMALARI

Siyanobakterilerin tarımda farklı kullanım alanları bulunmaktadır. Mikroorganizmalar biyogübre, toprak düzenleyici, biyostimülan ve biyokontrol ajanı olarak tarım uygulamalarına entegre edilebilmektedir (Kulasooriya, 2011). Tablo 4’te siyanobakteri türleri tarafından üretilen bazı bitki gelişim düzenleyici fitohormonlar gösterilmektedir.

Tablo 4. Farklı siyanobakteri tarafından üretilen bazı bitki gelişimini teşvik eden hormonlar

Siyanobakteri	Grup	Hormon	Kaynak
<i>Calothrix</i> spp., Kamptonema animale (C.Agardh ex Gomont) Strunecký, Komárek & J.Smarda	<i>Cyanophyta</i>	Oksin, sitokinin, kinetin benzeri aktivite	Osman vd. (2010)
<i>Nostoc</i> spp.	<i>Cyanophyta</i>	İndol-3-asetik asit	Shariatmadari vd. (2013)
<i>Aphanothece</i> sp. C.Nägeli MBDU515	<i>Cyanophyta</i>	İndol-3-asetik asit	Rodriguez vd. (2006)
<i>Wolleea vaginicola</i> (F.E.Fritsch & Rich) R.N.Singh, Nostoc calcicola Brébisson ex Bornet & Flahault	<i>Cyanophyta</i>	İndol-3-asetik asit, indol-bütirik asit, indol- 3- propionik asit	Khan vd. (2012)
<i>Tetrademus obliquus</i> (Turpin) M.J.Wynne	<i>Cyanophyta</i>	İndol-3-asetik asit	Khan vd. (2012)
<i>Chroococcus</i> , <i>Nostoc</i> , <i>Phormidium</i>	<i>Cyanophyta</i>	Sitokinin	Zizkova vd. (2017)

TARIMDA KULLANIMIN AVANTAJLARI VE SINIRLAMALARI

Siyanobakterilerin tarımda kullanılmasının çeşitli avantajları bulunmaktadır, ancak bazı sınırlamalar da göz önünde bulundurulmalıdır (Stal, 1995). Siyanobakteriyel biyokütle, gıda üretimi için ayrılan araziye etkilemeden ekilebilir olmayan yerlerde üretilebilmektedir, diğer biyokütle türlerine göre bu durum avantaj sunmaktadır. Atık su gibi düşük kaliteli su yollarında yetişebildikleri için çok fazla tatlı su veya azot ve fosfor gibi besin maddeleri gerektirmemektedirler. Ototrofik bakteriler sera gazlarını çevreden emerek tarımsal uygulamaların karbon yükünü azaltmaktadır (Ronga vd., 2019). Siyanobakteri ürünleri ve biyokütlesi, toprak kalitesini iyileştirmeyi ve ürün verimliliğini artırmayı amaçlayan biyogübreler olarak sınıflandırılabilir. Stres direncini, verimliliği, besin kullanımını ve ürün kalitesini iyileştiren biyoyararlılar olarak hizmet etmektedir ve antimikrobiyal, antioksidan, antiviral veya antifungal özellikleriyle bitkileri koruyarak biyopestisit görevi görmektedirler (Gonçalves, 2021). Siyanobakteriler, zorlu ortamlarda bile gelişebilen dayanıklı tek hücreli organizmalardır. Kurak bölgelerde hayatta kalmaları, uzun süre susuz kalma ve tekrarlanan kurutma ve yeniden su verme döngülerine dayanma yetenekleri zorlu ortamlarda hayatta kalmalarının olağanüstü bir kanıtı olmaktadır. Hücreler, zorlu koşullara dayanmak ve su kıtlığına rağmen varlığını

sürdürmek için yapısal, fizyolojik ve moleküler adaptasyonlar dahil olmak üzere çeşitli mekanizmalar kullanmaktadır (Raanan vd., 2016).

SİYANOBAKTERİ UYGULAMALARINDA KARŞILAŞILAN ZORLUKLAR

Adaptasyon ve Çevresel Koşullar: Siyanobakterilerin tarımda etkin şekilde kullanılabilmesi için uygun çevresel koşulların sağlanması gereklidir. Mikrobiyal Rekabet: Tarla koşullarında diğer mikroorganizmalarla rekabet edebilmeleri ve istenen etkiyi göstermeleri için uygun taşıyıcı ortamların ve uygulama tekniklerinin geliştirilmesi gerekmektedir (Thompson vd., 2012). Siyanobakterileri sürdürülebilir tarım için kullanmak umut verici bir yaklaşım olsa da, araştırmacılar siyanobakteri bazlı biyogübrelerin araştırma seviyesinden pazar seviyesine yükseltilmesinde hala çok sayıda zorlukla karşı karşıya olmaktadır. Siyanobakteri bazlı gübreler için finansal analiz, küresel pazarın sürdürülebilirliğini teşvik etmek için çok önemlidir (Massey ve Davis, 2023). Tarım endüstrisinde yenilikçi siyanobakteri bazlı ürünlerin ticarileştirilmesi için siyanobakteriyel özütlerin bitkilerin büyüme parametreleri üzerindeki etkilerinin kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir (Chanda vd.,2022). Siyanobakteriler hem su hem de toprak dekontaminasyonunda umut vadetse de, uygulamaları belirli çevre koşullarına uyum gerektirmektedir. Sığ köklere sahip bu mikroorganizma, yüzey katmanlarındaki toprak kirliliğini kontrol etmede etkili olduğunu kanıtlamıştır; ancak, daha derinlerdeki kirlilikle başa çıkmak, entegre stratejilerin uygulanmasını gerektirebilmektedir (Abo-Shady vd., 2023; Chamizo vd., 2018). Bakteri bazlı teknolojiler su ve toprak kirliliğini azaltmada umut verici sonuçlar göstermektedir, ancak bunların uygulanması çevresel faktörlerin dikkatli bir şekilde değerlendirilmesini gerektirmektedir (Agarwal vd., 2022). Organik tarımın, geleneksel tarıma kıyasla en büyük dezavantajı, genellikle daha küçük ve değişken olan verimlilikleridir. Doğal ve geleneksel tarım teknikleri arasındaki belirgin üretim farkı, biyostimülanların uygulanmasıyla azaltılabilmektedir (Sani ve Young, 2021).

GELECEKTEKİ ARAŞTIRMA ALANLARI VE UYGULAMA POTANSİYELİ

Yeni türlerin keşfi, genetik manipülasyon ve adaptasyon, pratik uygulama tekniklerinin geliştirilmesi gibi konular gelecekteki araştırma alanları olarak öne çıkmaktadır (Sharma vd., 2012). Çevresel benimsenebilirliğinden yararlanan siyanobakteriler, toprak verimliliğini artırmak, toprak kalitesini ve yapısını güçlendirmek ve önemli biyogübreler olarak hareket etmek için yararlı

olabilmektedir. Bu mikroorganizmanın tarımda uygulanması, sentetik gübrelere göre daha uygun maliyetli bir alternatif sunmaktadır. Bu mikroplar toprak organik maddesini, amino asitleri, mineralleri ve oksinleri artırarak toprak tuzluluğunu ve fosfor birikimini azaltabilmektedir. Genel olarak bu mikroorganizmalar, çevre dostu ve uygun maliyetli bir şekilde toprak verimliliğini ve tarımsal çıktıyı artırmak için kullanılabilir potansiyel biyolojik kaynaklardır (Elagamey vd., 2023). Kontrollü sistemler ve optimize edilmiş çiftçilik uygulamaları, istenmeyen ekolojik sonuçların riskini en aza indirebilecektir. Kirletici madde giderme yeteneği artırılmış genetiği değiştirilmiş siyanobakterilerin kullanımı, su iyileştirme süreçlerinin güvenliğini ve verimliliğini artırmak için araştırılmaktadır (Rocha vd., 2020).

SONUÇ

Ülkemizde yaşanan iklim değişikliği, toprak kıtlığı, su kısıtı ve artan nüfusumuz nedeni ile, gıda güvenliği sağlanmak, toprak verimliliğini ve tarımsal üretimi iyileştirmek için çevre dostu yöntemler gerekmektedir. Geleneksel çiftçilik yöntemlerinde kullanılan sentetik gübreler ve pestisitler çevre üzerinde ciddi etkilere neden olmaktadır. Mikroorganizmalar, özellikle mikroalgler önemli çözümler üretme potansiyeline sahiptirler. Organik biyogübreler olarak hareket edebilmekte ve sürdürülebilir tarım uygulamalarını geliştirilmesine katkıda bulunabilmektedirler. Polisakaritler aracılığıyla toprak yapısını teşvik etmekte, toprak gözenekliği ve verimliliği artırmakta, atmosferik azotu sabitlemekte, büyümeyi teşvik eden maddeleri serbest bırakmakta, su tutulmasını iyileştirmekte, tuzluluğu düşürmekte, fosfat bulunabilirliğini kolaylaştırmakta ve atık geri dönüşümünü destekleyerek kritik bir rol oynamaktadırlar. Mikroalglerin faydalarından yararlanmak, verimli ve çevreye duyarlı tarımsal bir yönetim olmaktadır (Kuraganti vd., 2020).

Günümüzde tarımsal ürünler için kullanılan kimyasalların azaltılması, kimyasalların yerine kullanılacak daha ekonomik ürün ve çevre dostu tarımın yapılmasına yardımcı olabilecek stratejiler talep edilmektedir. Siyanobakteriler tarım alanlarında ve özellikle de çeltik yetiştirilen topraklarda bol miktarda bulunmakta olup, mikroalg ile birlikte toprağın mikrobiyal fotosentetik ajanları olarak kabul edilmektedir. Azot fiksasyonundaki önemli rolleri nedeniyle, siyanobakterilerin bitkisel üretimi arttırmak için tarımda kullanımı önemli olmaktadır. Azot fiksasyonu yetenekleriyle ilgili çeşitli araştırmalar olmasına rağmen, ekolojik rolleri tam olarak tanımlanmamıştır. Siyanobakterilerin tarımda kullanımı, atmosferik nitrojeni sabitlemek, besinleri serbest bırakmak ve fosfatı çözmek, toprak verimliliğini ve ürün verimliliğini arttırmasıyla sürdürülebilir

tarıma faydalı olduğu kanıtlanmaktadır. Bitki büyümesini teşvik eden amino asitler, fitohormonlar, vitaminler ve polisakkaritler biyolojik olarak aktif maddeler salgıladığı çalışılmıştır (Chiaiese vd., 2018).

Topraklardaki varlıkları, birçok sürecin işleyişi için büyük önem taşımaktadır. Tarım alanlarında siyanobakteriyel aşılamanın, yüksek dozda azotlu gübrelerin varlığında bile verim artışı sağladığı belirlenmiştir. Bitkilerin azot içeriklerinin arttırmasıyla, siyanobakteriler bitki büyümesini teşvik etmek için kullanılabilir. Bu bilgilerle birçok ülkede siyanobakteriyel içerikli biyogübrelerin geliştirilmesi ve uygulanmasında son yıllarda önemli ilerlemeler kaydedilmektedir. Siyanobakterilerin tarımda kullanımı, sürdürülebilir tarım uygulamaları için büyük bir potansiyel sunmaktadır. Biyolojik azot fiksasyonu, toprak yapısını iyileştirmek, bitki büyümesini teşvik etmek ve biyokontrol yetenekleri sayesinde siyanobakteriler, çevre dostu bir tarım yaklaşımının temel taşlarından biri olabilecektir (Kaushik B. D. 2005). Bilim insanları literatür çalışmalarıyla siyanobakterilere yoğun ilgi duyduğunu göstermektedir. Tarım arazilerinde herbisit glifosat. Biyoremediasyon potansiyeli, uygun fiyatlı, ekolojik olarak zararsız ve değerli biyokütle üretimini arttıran bir iyileştirme stratejisi geliştirmek için genetik mühendislik tekniklerinden yararlanılarak da çalışmalar genişletilebilecektir (Zahra vd., 2020; Cuellar-Bermudez vd., 2017). Vijayakumar'a (2012) göre *Microcystis*, *Synechococcus sp.*, *Anacystis sp.* ve *Aeruginosa* çeşitleri organofosfor ve organoklorlu insektisitlerden kaçınma yeteneği göstermektedir. *Anabaena sp.*, *Nostoc sp.*, *Microcystis sp.* ve *Spirulina sp.* tarafından fosfor kaynağı olarak glifosat kullanımı, herbisit mahvolmuş topraktan uzaklaştırılmasını kolaylaştırmaktadır (Lipok vd., 2009). Böcek öldürücüler, petrol ürünleri, ksenobiyotikler, radyasyon yayan maddeler, ham yağlar ve toksik ağır metaller içeren zorlu ortamlarda gelişme kabiliyetleri nedeniyle yararlı mikroorganizmalardır. Bu ilgi, hücresel mekanizmalara ışık tutmaya yardımcı olmaktadır ve toksinleri detoksifiye etmek için yeşil bir teknoloji olarak siyanobakterilerin kullanılma olasılığını araştırmaktadır.

Siyanobakterilerin toprak ve su biyoremediasyonunda kullanılması artık sıklıkla kullanılan bir araştırma konusu olmaktadır (Mona vd., 2020; Zanganeh vd., 2021). Sürdürülebilir tarımda siyanobakteriler çok yönlü katkıda bulunmaktadır mahsul yetiştirme ve çevre koruma için önemli faydalar sunmaktadır. Siyanobakterilerin tarımdaki temel uygulamalarını araştırılmaktadır ve sürdürülebilir çiftçilik sistemlerindeki temel rollerini vurgulanmaktadır. Siyanobakteriyellerin bitki büyümesi, besin kullanımı ve stres azaltma üzerindeki karmaşık etki mekanizmaları incelenmektedir, biyogübreler ve bitki savunma mekanizmalarının güçlendiricileri olarak önemli potansiyelleri araştırılmaktadır. Tarım alanlarında siyanobakteriler çevre korumada önemli bir

rol oynamaktadır ve toprak kirliliğiyle mücadelede fitoremediasyondaki etkinliklerini göstermektedir. Ağır metalleri ve organik kirleticileri giderme kapasiteleri, kimyasal gübrelere çevre dostu alternatifler olarak potansiyellerini vurgulanmaktadır ve organik tarım uygulamalarına sorunsuz bir şekilde entegre olabilmektedirler. Siyanobakterilerin sürdürülebilir tarıma yaptığı dönüştürücü etkiler araştırılmalı ve gerekli inovasyonlar gerçekleştirilmelidir. Siyanobakteriler ve mikroalgler, biyo-uyarıcı üretiminin geleceği olarak görülmektedir. Bilim insanları, tarımda devrim yaratabilecek en kaliteli biyo-uyarıcıları yaratmak için bir biyokaynak olarak inanılmaz potansiyellerini kabul etmektedirler. Özellikle mikroorganizmalar, düşük doz uygulamalarda bile bitkilere fayda sağlayabilen son derece etkili biyoaktif moleküller üretme yetenekleriyle bilinmektedirler. Değerli biyokütle de sağlayabilmektedirler. Bu mikroorganizmaların sürdürülebilir ve etkili tarım uygulamalarının anahtarı olduğu açıktır ve potansiyellerini keşfetmek geliştirmek gerekmektedir (Chiaiese vd., 2018; Ronga vd., 2019; Rumin vd., 2020).

Siyanobakteriyellerin bitki büyümesi, besin kullanımı ve stres azaltma üzerindeki karmaşık etki mekanizmalarını incelenmekte, analiz edilmekte, biyogübreler ve bitki savunma mekanizmalarının güçlendirici etkileri önemli potansiyelleri vurgulanmaktadır. Siyanobakteriyel suşların bitkinin büyümesini destekleyici aktivitesi yapılan çalışmalarda genellikle sera ve kontrollü koşullar altında gerçekleştirilen saksı denemeleri ile tespit edilmiştir. Siyanobakteriyel suşların tarla koşullarında da denenmesi için yeni çalışmalara gereksinim vardır. Siyanobakteriler sürdürülebilir tarıma dönüştürücü katkılarda bulunabileceklerdir. Akademide ve endüstride sürdürülebilir tarımsal üretim için devam eden araştırmalarda ve inovasyon ihtiyacını vurgulanmalı ve çalışmalar ülkemizde hızlandırılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Abo-Shady, A.M., Osman, M.E.A.H., Gaafar, R.M., Ismail, G.A., El-Nagar, M.M., 2023. Cyanobacteria as a valuable natural resource for improved agriculture, environment, and plant protection. *Water. Air. Soil Pollut.* 234, 313. <https://doi.org/10.1007/s11270-023-06331-7>.
- Agarwal, P., Soni, R., Kaur, P., Madan, A., Mishra, R., Pandey, J., Singh, S., Singh, G., 2022. Cyanobacteria as a promising alternative for sustainable environment: synthesis of biofuel and biodegradable plastics. *Front. Microbiol.* 13, 939347 <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.939347>.
- Ahmad, R., Bilal, M., Jeon, J.H., Kim, H.S., Park, Y.I., Shah, M.M., Kwon, S.Y., 2016. Improvement of biomass accumulation of potato plants by transformation of cyanobacterial photorespiratory glycolate catabolism pathway genes. *Plant Biotechnol. Rep.* 5, 269–276. <https://doi.org/10.1007/s11816-016-0403-x>.
- Bao, J., Zhuo, C., Zhang, D., Li, Y., Hu, F., Li, H., Su, Z., Liang, Y., He, H., 2021. Potential applicability of a cyanobacterium as a biofertilizer and biopesticide in rice fields. *Plant Soil* 463, 97–112. <https://doi.org/10.1007/s11104-021-04899-9>.
- Bello, A.S., Ben-Hamadou, R., Hamdi, H., Saadaoui, I., Ahmed, T., 2021. Application of cyanobacteria (*Roholtiella* sp.) liquid extract for the alleviation of salt stress in Bell Pepper (*capsicum annum* L.) plants grown in a soilless system. *Plants* 11, 104. <https://doi.org/10.3390/plants11010104>.
- Canfield, D. E., et al. (2010). A history of atmospheric oxygen from the Archean to the Phanerozoic. *Science*, 330(6005), 192-196.
- Capone, D.G., Burns, J.A., Montoya, J.P., Subramaniam, A., Mahaffey, A.C., Gunderson, T., Michaels, A.F. and Carpenter, E.J. (2005) Nitrogen fixation by *Trichodesmium* spp.: an important source of new nitrogen to the tropical and subtropical North Atlantic Ocean. *Global Biogeochem Cycles* 19: GB2024, doi:10.1029/2004GB002331.
- Chamizo, S., Mugnai, G., Rossi, F., Certini, G., De Philippis, R., 2018. Cyanobacteria inoculation improves soil stability and fertility on different textured soils: gaining insights for applicability in soil restoration. *Front. Environ. Sci.* 6 <https://doi.org/10.3389/fenvs.2018.00049>.
- Chanda, M.J., Sbabou, L., Hicham, E.A., 2022. Microalgae and cyanobacteria: how exploiting these microbial resources can address the underlying challenges related to food sources and sustainable agriculture: a review. *J.*

- Plant Growth Regul. 42, 1–20. <https://doi.org/10.1007/s00344-021-10534-9>.
- Chaudhary, V., Prasanna, R., Nain, L., Dubey, S.C., Gupta, V., Singh, R., ... Bhatnagar, A.K. (2012). Bioefficacy of novel cyanobacteria-amended formulations in suppressing damping off disease in tomato seedlings. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 28, 3301–3310.
- Chiaiese, P., Corrado, G., Colla, G., Kyriacou, M.C., Rouphael, Y., 2018. Renewable sources of plant biostimulation: microalgae as a sustainable means to improve crop performance. *Front. Plant Sci.* 9 <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01782>.
- Chittapun, S., Limbipichai, S., Amnuaysin, N., Boonkerd, R., Charoensook, M., 2017. Effects of using cyanobacteria and fertilizer on growth and yield of rice, Pathum Thani I: a pot experiment. *J. Appl. Phycol.* 30, 79–85. <https://doi.org/10.1007/s10811-017-1138-y>.
- Chittora, D., Meena, M., Barupal, T., Swapnil, P., Sharma, K., 2020. Cyanobacteria as a source of biofertilizers for sustainable agriculture. *Biochem. Biophys. Rep.* 22, 100737 <https://doi.org/10.1016/j.bbrep.2020.100737>.
- Chua, M., Erickson, T.E., Merritt, D.J., Chilton, A.M., Ooi, M.K., Muñoz-Rojas, M., 2019. Bio-priming seeds with cyanobacteria: effects on native plant growth and soil properties. *Restor. Ecol.* 28. <https://doi.org/10.1111/rec.13040>.
- Coba de la Peña, T., Redondo, F.J., Manrique, E., Lucas, M.M., Pueyo, J.J., 2010. Nitrogen fixation persists under conditions of salt stress in transgenic *Medicago truncatula* plants expressing a cyanobacterial flavodoxin. *Plant Biotechnol. J.* 8, 954–965. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7652.2010.00519.x>.
- Cruz, A.A., Chernoff, N., Sinclair, J.L., Hill, D., Diggs, D.L., Lynch, A.T., 2020. Introduction to cyanobacteria and cyanotoxins. *Water Treatment for Purification from Cyanobacteria and Cyanotoxins*, pp. 1–35. <https://doi.org/10.1002/9781118928677.ch1>.
- Cuellar-Bermudez, S.P., Aleman-Nava, G.S., Chandra, R., Garcia-Perez, J.S., Contreras-Angulo, J.R., Markou, G., Muylaert, K., Rittmann, B.E., Parra-Saldivar, R., 2017. Nutrients utilization and contaminants removal. A review of two approaches of algae and cyanobacteria in wastewater. *Algal Res.* 24, 438–449. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2016.08.018>.

- Elagamey, E., Abdellatef, M.A., Flefel, H.E., 2023. Cyanobacteria: a Futuristic Effective Tool in Sustainable Agriculture. <https://doi.org/10.5772/intechopen.109829>.
- Enebe, M.C., Babalola, O.O., 2019. The impact of microbes in the orchestration of plants' resistance to biotic stress: a disease management approach. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 103, 9–25. <https://doi.org/10.1007/s00253-018-9433-3>.
- Ertani, A., Nardi, S., Francioso, O., Sanchez-Cortes, S., Foggia, M.D., Schiavon, M., 2019. Effects of two protein hydrolysates obtained from chickpea (*Cicer arietinum* L.) and spirulina platensis on *Zea mays* (L.) plants. *Front. Plant Sci.* 10 <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00954>.
- Fay, P. (1992). Oxygen relations of nitrogen fixation in cyanobacteria. *Microbiological Reviews*, 56(2), 340-373.
- Garlapati, D., Chandrasekaran, M., Devanesan, A., Mathimani, T., Pugazhendhi, A., 2019. Role of cyanobacteria in agricultural and industrial sectors: an outlook on economically important byproducts. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 103, 4709–4721. <https://doi.org/10.1007/s00253-019-09811-1>.
- Gaysina, L.A., Saraf, A., Singh, P., 2019. Chapter 1 - cyanobacteria in diverse habitats. In: Mishra, A.K., Tiwari, D.N., Rai, A.N. (Eds.), *Cyanobacteria*. Academic Press, pp. 1–28. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814667-5.00001-5>.
- Gharechahi, J., Hajirezaei, M.R., Salekdeh, G.H., 2015. Comparative proteomic analysis of tobacco expressing cyanobacterial flavodoxin and its wild type under drought stress. *J. Plant Physiol.* 175, 48–58. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2014.11.001>.
- Grzesik, M., Romanowska-Duda, Z., Kalaji, H.M., 2017. Effectiveness of cyanobacteria and green algae in enhancing the photosynthetic performance and growth of willow (*Salix viminalis* L.) plants under limited synthetic fertilizers application. *Photosynthetica* 55, 510–521. <https://doi.org/10.1007/s11099-017-0716-1>.
- Ibraheem, I., 2007. Cyanobacteria as alternative biological conditioners for bioremediation of barren soil. *Egyptian J. Phycol.* 8 (1), 99–117. <https://doi.org/10.21608/egyjs.2007.114548>.
- Jain, R., Saxena, J., Sharma, V., 2012. Solubilization of inorganic phosphates by *Aspergillus awamori* S19 isolated from rhizosphere soil of a semi-arid region. *Ann. Microbiol.* 62, 725–735. <https://doi.org/10.1007/s13213-011-0312-8>.

- Joshi, H., Shourie, A., Singh, A., 2020. Cyanobacteria as a source of biofertilizers for sustainable agriculture. *Adv. Cyanobacterial Biol.* 385–396. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-819311-2.00025-5>.
- Kaushik, B. D. (2005). Cyanobacterial biofertilizers for rice. In *Sustainable Agriculture and Resource Management*. Pointer Publishers.
- Kesaano, M., Sims, R.C., 2014. Algal biofilm based technology for wastewater treatment. *Algal Res.* 5, 231–240. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2014.02.003>.
- Khan, M.I.R., Syeed, S., Nazar, R., & Anjum, N.A. (2012). An insight into the role of salicylic acid and jasmonic acid in salt stress tolerance. In *Phytohormones and Abiotic Stress Tolerance in Plants* (eds: Khan NA, Nazar R, Iqbal N, Anjum NA.) Berlin, Heidelberg: Springer. 300 pp.
- Kollmen, J., Strieth, D., 2022. The beneficial effects of cyanobacterial co-culture on plant growth. *Life* 12, 223. <https://doi.org/10.3390/life12020223>.
- Kim, J., & Kim, J.D. (2008). Inhibitory effect of algal extracts on mycelial growth of the tomato-wilt pathogen, *Fusariumoxysporum* f. sp. *lycopersici*. *Mycobiology*, 36, 242-248.
- Kulasooriya, S. A. (2011). Cyanobacteria: Pioneers of planet earth. *Ceylon Journal of Science*, 40(2), 71-88.
- Kumar, V.V., 2018. Biofertilizers and biopesticides in Sustainable Agriculture. *Role of Rhizospheric Microbes in Soil*, pp. 377–398. https://doi.org/10.1007/978-981-10-8402-7_14.
- Kuraganti, G., Edla, S., Pallaval, V.B., 2020. Cyanobacteria as biofertilizers: current research, commercial aspects, and future challenges. In: Yadav, A.N., Rastegari, A.A., Yadav, N., Kour, D. (Eds.), *Advances in Plant Microbiome and Sustainable Agriculture: Functional Annotation and Future Challenges, Microorganisms for Sustainability*. Springer, Singapore, pp. 259–278. https://doi.org/10.1007/978-981-15-3204-7_11.
- Kosar, F., Akram, N.A., Ashraf, M., 2015. Exogenously-applied 5-aminolevulinic acid modulates some key physiological characteristics and antioxidative defense system in spring wheat (*Triticum aestivum* L.) seedlings under water stress. *S. Afr. J. Bot.* 96, 71–77. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2014.10.015>.
- Li, H., Zhao, Q., Huang, H., 2019. Current states and challenges of salt-affected soil remediation by cyanobacteria. *Sci. Total Environ.* 669, 258–272. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.104>.

- Lipok, J., Wieczorek, D., Jewgiński, M., Kafarski, P., 2009. Prospects of in vivo ³¹P NMR method in glyphosate degradation studies in whole cell system. *Enzyme Microb. Technol.* 44, 11–16. <https://doi.org/10.1016/j.enzmictec.2008.09.011>.
- Mallick, N., & Rai, L. C. (1994). Cyanobacterial biotechnology. *Journal of Scientific & Industrial Research*, 53(3), 216-223.
- Massey, M.S., Davis, J.G., 2023. Beyond soil inoculation: cyanobacteria as a fertilizer replacement. *Nitrogen* 4, 253–262. <https://doi.org/10.3390/nitrogen4030018>.
- Mehdizadeh Allaf, M., Peerhossaini, H., 2022. Cyanobacteria: model microorganisms and beyond. *Microorganisms* 10, 696. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10040696>.
- Metting, B. (1990). *Microbial ecology: Applications in agriculture and environment management*. CRC Press.
- Mendes, R., Garbeva, P., & Raaijmakers, J.M. (2013). The rhizosphere microbiome: significance of plant beneficial, plant pathogenic, and human pathogenic microorganisms. *FEMS Microbiology Reviews*, 37, 634–663
- Muñoz-Rojas, M., Chilton, A., Liyanage, G.S., Erickson, T.E., Merritt, D.J., Neilan, B.A., Ooi, M.K., 2018. Effects of indigenous soil cyanobacteria on seed germination and seedling growth of arid species used in restoration. *Plant Soil* 429, 91–100. <https://doi.org/10.1007/s11104-018-3607-8>.
- Mutale-joan, C., Rachidi, F., Mohamed, H.A., Mernissi, N.E., Aasfar, A., Barakate, M., Mohammed, D., Sbabou, L., Arroussi, H.E., 2021. Microalgae-cyanobacteria-based biostimulant effect on salinity tolerance mechanisms, nutrient uptake, and tomato plant growth under salt stress. *J. Appl. Phycol.* 33, 3779–3795. <https://doi.org/10.1007/s10811-021-02559-0>.
- Mogor, A.F., Ordóñez, V., Lima, G.P.P., Molnar, Z., Mogor, G., 2018. Biostimulant properties of cyanobacterial hydrolysate related to polyamines. *J. Appl. Phycol.* 30, 453–460. <https://doi.org/10.1007/s10811-017-1242-z>.
- Mona, S., Kumar, V., Deepak, B., Kaushik, A., 2020. Cyanobacteria: the eco-friendly tool for the treatment of industrial wastewaters. In: Bharagava, R., Saxena, G. (Eds.), *Bioremediation of Industrial Waste for Environmental Safety*. Springer, Singapore. Springer, Cham, pp. 389–413.
- Nawaz, T., Gu, L., Fahad, S., Saud, S., Jiang, Z., Hassan, S., Harrison, M.T., Liu, K., Khan, M.A., Liu, H., El-Kahtany, K., Wu, C., Zhu, M., Zhou, R., 2023.

- A comprehensive review of the therapeutic potential of cyanobacterial marine bioactives: unveiling the hidden treasures of the sea. *Food Energy Secur.* <https://doi.org/10.1002/fes3.495>.
- Nisha, R., Kiran, B., Kaushik, A., Kaushik, C.P., 2017. Bioremediation of salt affected soils using cyanobacteria in terms of physical structure, nutrient status and microbial activity. *International J. Environ. Sci. Technol.* 15, 571–580. <https://doi.org/10.1007/s13762-017-1419-7>.
- Osman, M.E.H., El-Sheekh, M.M., El-Naggar, A.H., & Gheda, S.F. (2010). Effect of two species of cyanobacteria as biofertilizers on some metabolic activities, growth, and yield of pea plant. *Biology and Fertility of Soils*, 46, 861–875.
- Osman, M.E., Abo-Shady, A.M., El-Nagar, M.M., 2015. Cyanobacterial *Arthrospira (spirulina platensis)* as safener against harmful effects of fusilade herbicide on faba bean plant. *Rend. Lincei.* 27, 455–462. <https://doi.org/10.1007/s12210-015-0498->
- Pathak, J., Rajneesh, Maurya, P.K., Singh, S.P., Hader, " D.P., Sinha, R.P., 2018. Cyanobacterial farming for environment friendly sustainable agriculture practices: innovations and perspectives. *Front. Environ. Sci.* 6, 7. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2018.00007>.
- Prabhu, N., Borkar, S., Garg, S., 2018. Phosphate solubilization mechanisms in alkaliphilic bacterium *Bacillus marisflavi* FA7. *Curr. Sci.* 845–853.
- Priyanka, Kumar, C., Chatterjee, A., Wenjing, W., Yadav, D., Singh, P.K., 2020. Cyanobacteria. *Abatement Environ. Pollut.* 193–202. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-818095-2.00010-2>.
- Purwani, J., Pratiwi, E., Sipahutar, I.A., Husnain, 2021. The effect of different species of cyanobacteria on the rice yield and nitrogen use efficiency under different levels of nitrogen fertilizer on alluvial West Java. *IOP Conference Series: Environ. Earth Sci.* 648, 012196 <https://doi.org/10.1088/1755-1315/648/1/012196>.
- Poveda, J., 2021. Cyanobacteria in plant health: biological strategy against abiotic and biotic stresses. *Crop Prot.* 141, 105450 <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105450>.
- Raanan, H., Oren, N., Treves, H., Keren, N., Ohad, I., Berkowicz, S.M., Hagemann, M., Koch, M., Shotland, Y., Kaplan, A., 2016. Towards clarifying what distinguishes cyanobacteria able to resurrect after desiccation from those that cannot: the photosynthetic aspect. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Bioenergetics* 1857, 715–722. <https://doi.org/10.1016/j.bbabi.2016.02.007>.

- Rajkumar, M., Sandhya, S., Prasad, M.N., Freitas, H., 2012. Perspectives of plant-associated microbes in heavy metal phytoremediation. *Biotechnol. Adv.* 30 (6), 1562–1574. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2012.04.011>. Nov-DecEpub 2012 May 9. PMID: 22580219.
- Righini, H., Francioso, O., Martel Quintana, A., Roberti, R., 2022. Cyanobacteria: a natural source for controlling agricultural plant diseases caused by fungi and oomycetes and improving plant growth. *Horticulturae* 8, 58. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8010058>
- RMM Abed1 , S. Dobretsov2 ve K. Sudesh3 (2008) Applications of cyanobacteria in biotechnology
- Rocha, F., Esteban Lucas-Borja, M., Pereira, P., Muñoz-Rojas, M., 2020. Cyanobacteria as a nature-based biotechnological tool for restoring salt-affected soils. *Agronomy* 10, 1321. <https://doi.org/10.3390/agronomy10091321>.
- Rodriguez, A.A., Stella, A.M., Storni, M.M., Zulpa, G., & Zaccaro, M.C. (2006). Effects of cyanobacterial extracellular products and gibberellic acid on salinity tolerance in *Oryza sativa* L. *Saline Systems*, 2, 7-10.
- Ronga, D., Biazzi, E., Parati, K., Carminati, D., Carminati, E., Tava, A., 2019. Microalgal biostimulants and Biofertilisers in crop productions. *Agronomy* 9, 192. <https://doi.org/10.3390/agronomy9040192>.
- Rossi, F., et al. (2017). Cyanobacterial inoculation improves soil stability and fertility on different textured soils: Gaining insights for applicability in soil restoration. *Frontiers in Environmental Science*, 5, 49.
- Rumin, J., Nicolau, E., Gonçalves de Oliveira Junior, R., Fuentes-Grünewald, C., Flynn, K.J., Picot, L., 2020. A bibliometric analysis of microalgae research in the world, Europe, and the European Atlantic Area. *Mar. Drugs* 18, 79. <https://doi.org/10.3390/md18020079>.
- Salem, G.M., Shaheen, A.A., Ghazal, M.F., 2023. Effect of cyanobacterial combinations on peanut yield. *Biotechnol. J. Int.* 27, 1–14. <https://doi.org/10.9734/bji/2023/v27i4686>.
- Sani, Md.N., Yong, J.W., 2021. Harnessing synergistic biostimulatory processes: a plausible approach for enhanced crop growth and resilience in organic farming. *Biology (Basel)* 11, 41. <https://doi.org/10.3390/biology11010041>
- Sharma, S.B., Sayyed, R.Z., Trivedi, M.H., Gobi, T.A., 2013. Phosphate solubilizing microbes: sustainable approach for managing phosphorus

- deficiency in agricultural soils. *Springerplus* 2, 1–14. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-2-587>.
- Sharma, N. K., et al. (2012). *Cyanobacteria: An economic perspective*. Springer.
- Shariatmadari, Z., Riahi, H., Hastroudi, M.S., Ghassempour, A., & Aghashariatmadary, Z. (2013). Plant growth promoting cyanobacteria and their distribution in terrestrial habitats of Iran. *Soil Science Plant Nutrition*, 59, 535–547.
- Singh, J.S., Kumar, A., Rai, A.N., Singh, D.P., 2016. Cyanobacteria: a precious bio-resource in agriculture, ecosystem, and environmental sustainability. *Front. Microbiol.* 7 <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00529>.
- Singh, D.P., Prabha, R., Yandigeri, M.S., Arora, D.K., 2011. Cyanobacteria-mediated phenylpropanoids and phytohormones in rice (*Oryza sativa*) enhance plant growth and stress tolerance. *Antonie Van Leeuwenhoek* 100, 557–568. <https://doi.org/10.1007/s10482-011-9611-0>.
- Singh, R. N. (1961). Role of blue-green algae in nitrogen economy of Indian agriculture. Indian Council of Agricultural Research.
- Stal, L. J. (1995). Physiological ecology of cyanobacteria in microbial mats and other communities. *New Phytologist*, 131(1), 1-32.
- Takabe, Tomoko, Uchida, A., Shinagawa, F., Terada, Y., Kajita, H., Tanaka, Y., Takabe, Teruhiro, Hayashi, T., Kawai, T., Takabe, Tetsuko, 2008. Overexpression of *dnak* from a halotolerant cyanobacterium *Aphanothece halophytica* enhances growth rate as well as abiotic stress tolerance of poplar plants. *Plant Growth Regul.* 56, 265–273. <https://doi.org/10.1007/s10725-008-9306-3>.
- Thompson, A. W., et al. (2012). Unicellular cyanobacterium symbiotic with a single-celled eukaryotic algae. *Science*, 337(6101), 1546-1550.
- Toribio, A.J., Su´arez-Estrella, F., Jurado, M.M., L´opez, M.J., L´opez-Gonz´alez, J.A., Moreno, J., 2020. Prospection of cyanobacteria producing bioactive substances and their application as potential phytostimulating agents. *Biotechnol. Rep.* 26 <https://doi.org/10.1016/j.btre.2020.e00449>.
- Touliabah, H.E.-S., El-Sheekh, M.M., Ismail, M.M., El-Kassas, H., 2022. A review of microalgae- and cyanobacteria-based biodegradation of organic pollutants. *Molecules* 27, 1141. <https://doi.org/10.3390/molecules27031141>.
- Vijayakumar, S., 2012. Potential applications of cyanobacteria in industrial effluents-a review. *J. Bioremediat. Biodegrad.* 03. <https://doi.org/10.4172/2155-6199.1000154>.

- Zahra, Z., Choo, D.H., Lee, H., Parveen, A., 2020. Cyanobacteria: review of current potentials and applications. *Environments* 7, 13. <https://doi.org/10.3390/environments7020013>.
- Zanganeh, F., Heidari, A., Sepehr, A., Rohani, A., 2021. Bioaugmentation and bioaugmentation–assisted phytoremediation of heavy metal contaminated soil by a synergistic effect of cyanobacteria inoculation, biochar, and purslane (*Portulaca oleracea* L.). *Environ. Sci. Pollut. Res.* 29, 6040–6059. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-16061-0>.
- Zizkova, E., Kubes, M., Dobrev, P.I., Pribyl, P., Simura, J., Zahajska, L., ..., & Motyka, V. (2016). Control of cytokinin and auxin homeostasis in cyanobacteria and algae. *Annals of Botany*, 119, 151-166.
- Whitton, B. A., & Potts, M. (2000). *The Ecology of Cyanobacteria*. Springer.

8. Bölüm

Melolontha melolontha Zararlısına Karşı Mikrobiyal Mücadelede Yeni Yöntemler: Entomopatojenik Etmenlerin Rolü

Serkan BENLİ¹
Büşra GÖRGÜLÜ¹
Seda KAÇAR¹
Hande ESER¹
İsmail Emrah TAVALI^{2*}

¹Merkez Anadolu Kimya Sanayi Üretim Paz. A.Ş. Aosb 2. Kısım 24. Cadde No:2 07190 Antalya, Türkiye

ORCID:0000-0002-9745-8928 E-mail: serkanbenli@merkezanadolu.com.tr

ORCID:0000-0002-5915-2901 E-mail: seda@merkezanadolu.com.tr

ORCID: 0009-0000-5307-5012 E-mail: hande@bioteknologie.com

² Doç. Dr., Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ziraat Fakültesi, Akdeniz Üniversitesi, 07059 Antalya, Türkiye, ORCID:0000-0003-0083-194X. E-mail: etavali@akdeniz.edu.tr

GİRİŞ

20. yüzyılın ikinci yarısında hızlı sanayileşme ve nüfus artışı, dünya genelinde önemli çevre sorunlarını beraberinde getirmiştir. Gelişigüzel ve çok fazla tarım ilacı ve gübre kullanımı ile yanlış toprak işleme yöntemleri, toprakta fiziksel yapısının bozulmasına ve verimsiz toprakların oluşmasına, tuzlulaşmaya ve diğer ciddi çevresel problemlere yol açmıştır (Aksoy, 1999; Kaplan ve Maltaş, 2018). Geleneksel tarımda daha fazla ürün elde etmek amacıyla uzun yıllar boyunca kullanılan kimyasal gübre ve ilaçlar, çevre ve insan sağlığı üzerinde ciddi yan etkilere neden olmuştur (Robbins, 1991). 1960-1970'li yıllarda ortaya çıkan ve "Yeşil Devrim" olarak adlandırılan tarım anlayışı, dünya nüfusunun hızla artan gıda talebini karşılamak amacıyla birim alandan elde edilen ürün miktarını artırmayı amaçlamıştır. Bu dönemde kimyasal gübre ve ilaçların yoğun kullanımıyla istenilen verim artışı sağlanmış, ancak zaman içinde bu maddelerin olumsuz etkileri fark edilmeye başlanmıştır (Aksoy, 2001; Kaplan vd., 2018). Özellikle tarım zararlıları, üretim süreçlerinin her aşamasında ciddi ürün kayıplarına neden olan canlılardır. Bu zararlılarla mücadelede insektisit kullanımı dünya genelinde yaygınlaşmış, ancak bu kimyasalların yoğun kullanımı çevrede geri dönüşü olmayan tahribata ve hedef zararlılarda direnç gelişimine yol açmıştır (Immaraju vd., 1992; Nagarkatti vd., 2002; Onstad vd., 2002). Direnç gelişimi, daha fazla kimyasal kullanımını gerektirmiş; bu maddelerin doğada uzun süre kalıcılık göstermesi ve diğer canlılar üzerindeki kalıcı etkileri, insektisit kullanımının zamanla azaltılmasına neden olmuştur. Ayrıca, insektisitler yalnızca zararlı böcekleri değil, faydalı ve predatör böcek gruplarını da olumsuz etkilemektedir (Delbeke vd., 1997). Tarım zararlıları arasında en çok dikkat çekenlerden biri *Melolontha melolontha* (Mayıs böceği) olmuştur. Hurpin (1962), bu zararlının 100 yılı aşkın süredir çalışmalara konu olduğunu ve larvalarının, tarımda Aristo'dan beri en önemli zararlılar arasında yer aldığını bildirmiştir. Scarabaeidae ailesine ait birçok tür tarım ve orman zararlısıdır; bu türlerin larvaları bitki köklerini kemirerek beslenirken, erginleri meyve ve orman ağaçlarının yapraklarını tüketir. *Melolontha melolontha*, ülkemizde de oldukça yaygın olup 60'tan fazla bitkide zarara yol açmaktadır. Larvalar, fidan, tahıl ve diğer tarım ürünlerinin kök kısımlarını yiyerek bitkilerin sararmasına ve kurummasına neden olurken, erginleri Nisan ve Mayıs aylarında yapraklarla beslenir. Özellikle elma, armut, şeftali, kiraz gibi meyve ağaçlarında ve fındık ile çay bitkilerinde önemli zararlar oluşturur. Tüm bu sorunlar, çevreye ve doğadaki diğer canlılara zarar vermeyen alternatif yöntemlerin geliştirilmesini zorunlu kılmıştır. Bu bağlamda, mikrobiyal mücadele ön plana çıkmıştır. Mikrobiyal mücadele, biyolojik mücadele kapsamında kullanılan bir yöntem olup, zararlılarla mücadelede

bakteri, fungus, protozoa, virüs ve nematod gibi mikroorganizmaların kullanımını içermektedir (Eilenberg vd., 2001; Lacey ve Goettel, 1995; Demirbağ, 2008).

Melolontha melolontha

Scarabaeidae familyasına ait olan *Melolontha melolontha*, Avrupa'nın birçok ülkesinde tarım ve orman alanlarında ciddi zararlara neden olan bir türdür (Lodos, 1995; McManus ve Liebhold, 1996; Głowacka ve Sierpińska, 2012; Trotuş vd., 2013). Bu tür, Avrupa'nın büyük bir kısmında, Türkiye, Azerbaycan, Gürcistan, Ermenistan, Suriye, İran, Irak gibi Orta Asya ülkelerinde ve Lübnan, İsrail, Ürdün, Mısır, Suudi Arabistan gibi Orta Doğu ülkelerinde geniş bir yayılım alanına sahiptir (Baraud, 1992; Rezaei, 2015). Türkiye'de ise Adana, Antalya, Kahramanmaraş, Manisa, Bursa, Eskişehir, Erzincan, İstanbul, Kocaeli, Sakarya, Düzce, Bolu, Kastamonu, Sinop, Ordu, Giresun, Gümüşhane, Trabzon ve Rize gibi pek çok ilde tarım ve ormanlık alanlarda bulunmuştur (Cebeci, 2003; Göktürk ve Mihli, 2015). *M. melolontha*, meyve, sebze, süs bitkileri ve orman ağaçları gibi geniş bir konukçu yelpazesine sahiptir ve 60'tan fazla bitki türünde zararlı etkileri gözlemlenmiştir (Sezen, 2004). Polifag bir zararlı olan bu tür, hem ergin hem de larva dönemlerinde zarar vermektedir (Yaman vd., 2016). Larvalar, özellikle genç ağaçlarda kökleri kemirerek ciddi hasara yol açarken, ergin bireyler ise meyve ve orman ağaçlarının yapraklarında zarara neden olmaktadır (Svestka, 2010; Trotuş vd., 2013). Larvaların toprak altında yaşaması, kontrol edilmesini oldukça zorlaştırmaktadır (Huiting vd., 2006). Bu durum, özellikle orman ağaçları, süs bitkileri ve meyve ağaçlarında ciddi ve ölümcül hasarlarla sonuçlanmakta; bu türün mekanik yöntemlerle kontrolünü zorlaştırmaktadır (Lakatos, 2006).

Sistematikteki Yeri

Sınıflandırılması:

Alem : Animalia

Şube : Arthropoda

Alt-Şube : Hexapoda

Sınıf : Insecta

Takım : Coleoptera

Familya : Scarabaeidae

Cins : *Melolontha* Fabricius, 1775

Tür : *Melolontha melolontha* (Linnaeus 1758) (Encyclopedia of Life, 2019).

Sinonimleri: *Melolontha asiatica* (Brenske, 1900), *M. colopyga* (Petz 1905), *M. discicollis* (Mulsant 1842), *M. femoralis* (Kraatz 1885), *M. funesta* (Westhoff 1884), *M. humeralis* (Westhoff 1884), *M. luctuosa* (Westhoff 1884), *M. lugubris* (Mulsant 1842), *M. majalis* (Moll 1785), *M. marginata* (Kraatz

1888), *M. melanopus* (Westhoff 1884), *M. nigra* (Kellner 1877), *M. nigritarsis* (Pfanneberg 1905), *M. obscuripes* (Westhoff 1884), *M. pulcherrima* (Dalla Torre 1879), *M. ruficeps* (Kraatz 1885), *M. ruficollis* (Mulsant 1842), *M. scapularis* (Westhoff 1884), *M. vulgaris* (Fabricius 1775), *M. albida* (Mulsant 1842), *M. albida* (Redtenbacher 1849) (Rezaei, 2015).

Morfolojisi ve Biyolojisi

Melolontha melolontha erginleri 2.5–3.0 cm boylarında, genellikle kızıl kahverengi renkte olup, elitra üzerinde paralel uzanan çizgisel çıkıntılar ile tanımlanır (Huiting vd., 2006). Elitralar abdomeni tam olarak örtmediği için son üç abdomen halkası açıkta kalır. Toraks parlak siyah bir renge sahip olmakla birlikte, üzerindeki sarımsı gri yoğun kıllar nedeniyle bu rengi belirgin şekilde gözlemlenemez. Abdomenin her iki yanında ise beş adet beyaz üçgen şeklinde leke bulunmaktadır. Erkek bireylerin antenleri büyük ve yelpaze şeklindeki, dişi bireylerin antenleri daha küçüktür (Karadeniz vd., 2009; TAGEM, 2017). Erkeklerin anten topuzu yedi yapraktan, dişilerin ise altı yapraktan oluşur (Orman Genel Müdürlüğü, 2016; Sönmez yıldız, 2006). Yumurtalar oval şekilli, krem renginde ve yaklaşık 2x3 mm boyutlarındadır. Su emilimiyle genişleme özelliğine sahiptir (Huiting vd., 2006). Larvaları, tombul ve sarımsı beyaz bir renkte olup kıvrık bir duruş sergiler. Vücutlarının son halkası, içindeki besin birikiminden dolayı şişkin ve siyah renktedir. Güçlü çenelere, iyi gelişmiş tüylü sarı bacaklara, büyük bir kafaya ve beyazımsı kavisli bir gövdeye sahiptirler. Larvaların gelişim süresi 3-4 yıl sürmekte olup, kış dönemini toprak altında derin yuvalarda geçirirler. Kuluçka dönemi sonrasında, Haziran ve Temmuz aylarında genç larvalar bitki köklerini kemirmeye başlar ve yatay olarak günde yaklaşık 30 cm mesafede hareket eder. Soğuk kış aylarında ise daha derin katmanlara inerek kışı geçirirler. Doğu Avrupa'nın bazı bölgelerinde larvaların gelişim süresi 4 yıla kadar uzayabilmektedir. Larvalar, özellikle ot, tahıl ve diğer ürünlerin köklerine zarar vererek ciddi kayıplara yol açar. Bu tür üç larva evresine (L1, L2, L3) sahiptir. İlk larva evresi, 15 °C'de 49 gün, 20 °C'de 32 gün, 25 °C'de ise 19 gün sonra yumurtadan çıkar ve gelişimi sıcaklığa bağlı olarak değişkenlik gösterir (Erbaş, 2012). Pupa döneminde, koyu kahverengi serbest pupa formunda görülür. Ergin bireylerin çıkışı genellikle ilkbaharda, Nisan ve Mayıs aylarında gerçekleşir. Topraktan çıkış süreci 18-20 gün sürer; önce erkek bireyler, ardından dişiler çıkar. Akşam saatlerinde aktif olan erginler, ağaçların üzerine konarak yaprak ve çiçek gibi bitki bölümleri ile beslenirler (Sönmez yıldız, 2006; TAGEM, 2017). Ergin bireyler her yıl gözlemlenmekle birlikte, bazı bölgelerde üç yılda bir yoğun bir şekilde görülen "büyük uçuş yılı" yaşanır. Bu dönemde ergin bireylerin sayısı oldukça artar ve zarar seviyesi yükselir (Ural, 1968).



M. melolontha ergin birey öncesi dönemleri (Fotoğraf: Hatice Yıldırım Aydınlı, 2017, Düzce).

Dişi *Melolontha melolontha* bireyleri, topraktan çıktıktan yaklaşık 15-30 gün sonra çiftleşir ve yumurtalarını gruplar halinde, 25-30'luk paketler şeklinde, toprağın 15-25 cm derinliğine bırakır. Bu yumurtalar, 4-6 hafta içinde çatlar ve larvalar çıkar (Huiting vd., 2006). Yumurtadan çıkan larvalar öncelikle otların kök kısımlarını kemirerek beslenir. İki ay içinde bir kez gömlek değiştiren larvalar, ikinci dönem larva evresine geçer. Bu evrede oburca beslenen larvalar, kışı toprağın yaklaşık 50 cm derinliğinde geçirir. Haziran ayının başlarında bir kez daha gömlek değiştiren larvalar, üçüncü dönem larva evresine ulaşır. Yaklaşık bir yıl süren bu evre, larvaların bitki köklerine en çok zarar veren dönemidir. Üçüncü dönem larvalar, kışı 50-60 cm derinlikte geçirir ve Temmuz aylarında 15-35 cm derinliğe gelerek pupa haline dönüşür. Pupalar, Eylül ayında ergin hale gelir ancak ilkbahara kadar yuvalarında kalırlar (Ural, 1968; Sezen, 2004; TAGEM, 2017). *M. melolontha* zararlısının gelişim döngüsü genellikle 3 yıl olarak bildirilmiş olsa da, bazı kaynaklar bu sürenin 4 yıl, nadiren 3 veya 5 yıl olabileceğini belirtmektedir (Ural, 1968; Niemczyk, 2015). Doğu Avrupa'da, *Melolontha melolontha*'nın gelişim süresinin çoğunlukla 4 yıl

olduğu kaydedilmiştir. Bu döngünün uzunluğu veya kısalığı, çevresel koşullara bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir (Sukuvata vd., 2015).

Zarar Şekli

Melolontha melolontha larvalarının ilk dönemlerinde ince otsu bitki kökleriyle beslendikleri için kültür bitkilerinde ciddi bir zarar oluşturmadıkları gözlenmiştir. Ancak ikinci ve üçüncü dönem larvalar, fidan, fındık, bağ ve orman ağaçlarında köklerle beslenerek önemli ölçüde zarar meydana getirir (Rezaei, 2015). Bu larva dönemlerinde, köklerin kabuk ve kambiyum tabakalarını kemirerek bitkilerde ciddi hasara yol açar (OGM, 2016). Özellikle gelişmiş bu larvalar, güçlü ağız yapıları sayesinde kökleri kolayca koparıp tükettikleri için ağaç dallarının kurummasına neden olabilir (Ural, 1968; Karadeniz vd., 2009). Larvaların, yaşam döngüleri boyunca toprak altında 1.5 ile 5.5 metre arasında yatay olarak hareket edebildiği rapor edilmiştir (Huiting vd., 2006). Hurpin (1962), *M. melolontha* türünün hem ergin bireylerinin hem de larvalarının bitkilere zarar verdiğini belirtmiş ve larvaların, Aristo döneminden bu yana tarımın en fazla öneme sahip zararlılarından biri olarak tanındığını vurgulamıştır. Bu larvaların çok sayıda kültür bitkisine zarar verdiği de kaydedilmiştir (Kovancı vd., 2004).

MİKROBİYAL MÜCADELE

Toprakta bulunan mikroorganizmaların sürekliliğinin sağlanması, tarımsal üretimde kimyasal gübre ve ilaç kullanımının azaltılmasına yönelik çalışmalarda önemli bir yere sahiptir. Bu doğrultuda mikrobiyal mücadele yöntemlerine olan ilgi giderek artmaktadır. Biyolojik mücadele, zararlı organizmaları kontrol altına almak ve popülasyonlarını düşük seviyelerde tutmak amacıyla faydalı organizmaların zararlılara karşı kullanılması olarak tanımlanabilir (Gaugler, 2002; Grewal vd., 2005). *Melolontha* spp. türü Mayıs böceklerinin, Avrupa'nın birçok ülkesinde hem tarım hem de orman alanlarında ciddi ekonomik kayıplara yol açtığı ve bazı dönemlerde epidemik seviyesinde zarar oluşturduğu bilinmektedir. Bu zararlı geniş sahalarda kültürel yöntemlerle zararlının ekonomik bir zarara neden olan en düşük düzeyin altına indirilememesi, mücadele yöntemlerini çeşitlendirme ihtiyacını doğurmuştur. Mekanik yöntemlerle yapılan mücadelede, toprak işleyerek larva popülasyonlarının yok edilmesine katkı sağlaması zaman ve iş gücü açısından yoğun kaynak gerektirdiği gibi, popülasyon kontrolünde yeterli düzeyde etkili olamamaktadır. Avrupa'da son yıllarda toprak ilaçlamasına getirilen sınırlamalar, biyolojik mücadele seçeneklerinin araştırılmasına olan ilgiyi artırmıştır (Muska, 2006). Kimyasal mücadeleye alternatif olarak biyolojik yöntemlerin benimsenmesi büyük önem taşımaktadır. Rizosfer, yoğun

mikrobiyal aktivitenin gerçekleştiği ve bakteri, mantar, alg ve aktinomiset gibi mikroorganizmaların bulunduğu bir bölgedir (Tavalı vd. 2019; Maltaş vd. 2022). Entomopatojen virüsler, nematodlar, bakteriler ve funguslar böceklerde hastalık oluşturan önemli mikrobiyal mücadele etmenleri arasında yer alır. Bu mikroorganizmalar, doğada böcek popülasyonlarının dengelenmesinde önemli bir rol oynar. Mikrobiyal mücadele yöntemleri, kimyasal insektisitlere kıyasla daha ekonomik ve etkili olmasının yanı sıra, çevresel sürdürülebilirlik ve biyolojik çeşitliliğin korunması açısından da avantajlar sunar. Ayrıca bu yöntemlerin, hedef dışı organizmalara zarar vermemesi, insan sağlığı için güvenli olması ve kalıntı bırakmaması gibi üstünlükleri bulunmaktadır (Lacey, 2001). Mikrobiyal mücadele yöntemlerinin, zararlı organizmalara özgü olması ve çevre koşullarına uyum sağlama yeteneği, bu yaklaşıma olan ilgiyi artırmıştır (Altındışli, 2003). Ayrıca böceklerde direnç oluşumuna neden olmaması, uzun süreli koruma sağlaması, hasat öncesi uygulama aralığı gerektirmemesi ve genetik modifikasyona uygunluğu, diğer önemli avantajlar arasında sayılabilir. Ancak bu yöntemlerin bazı sınırlamaları da mevcuttur. Örneğin, etki alanının dar olması, çevresel faktörlere karşı hassasiyeti ve uygulama zamanlamasının kritik öneme sahip olması gibi dezavantajlar bulunmaktadır. Bunun yanı sıra, kimyasal pestisitlere kıyasla etki hızının daha düşük olması ve üretim maliyetlerinin yüksekliği de dikkat edilmesi gereken unsurlardır (Uzunoglu, 2020). Genel bir değerlendirme yapıldığında, mikrobiyal mücadele yöntemlerinin avantajlarının dezavantajlarına kıyasla daha fazla olduğu söylenebilir ve bu yöntemlerin sürdürülebilir tarım uygulamalarında daha yaygın hale gelmesi önem arz etmektedir.

Entomopatojen Virüsler

Virüslerin mikrobiyal mücadele etmeni olarak kullanılmasında en önemli avantajlarından biri, dar bir konak spektrumuna sahip olmalarıdır. Ayrıca, insan sağlığı üzerinde olumsuz bir etki yaratmamaları bu etmenlerin güvenli kullanımını desteklemektedir. Virüsler, genellikle böceklerin larva ve pupa dönemlerinde enfeksiyon oluşturarak etkili olmaktadır. Böcek virüslerinin, Lepidoptera, Coleoptera, Orthoptera ve Diptera takımlarına mensup zararlılardan izole edilmesi, mikrobiyal mücadele açısından bu organizmaları önemli hale getirmektedir (Demirbağ, 2008). Entomopoxvirinae, Baculoviridae, İridoviridae ve Reoviridae gibi virüs familyaları, böceklerde enfeksiyon oluşturan temel gruplar arasında yer almaktadır. Ancak virüslerin kullanımıyla ilgili bazı sınırlamalar da bulunmaktadır. Bu organizmalar, enfeksiyonu sindirim yoluyla oluşturdukları için hedef böceklerin virüsü tüketmesi gerekmektedir. Bu durum, virüslerin kullanım alanlarının belirli böcek türleriyle sınırlandırılmasına yol açmaktadır.

Entomopatojen Bakteriler

Böceklerde enfeksiyon oluşturan bakteriler, Bacillaceae, Pseudomonadaceae, Enterobacteriaceae, Streptococcaceae ve Micrococcaceae familyalarına ait türlerden oluşmaktadır. Kimyasal pestisitlere alternatif olarak organik yetiştiricilikte kullanılabilecek etkili metotlardan biri, bitki gelişimini destekleyen rizobakteriyel (PGPR) uygulamalardır. PGPR uygulamalarıyla ilgili birçok çalışma, bu bakterilerin bitki gelişimini ve verimini artırma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir (Garcia ve ark., 2003; Karlidağ ve ark., 2007; Dursun ve ark., 2008; Yıldırım ve ark., 2008; Ekinci ve ark., 2009; Dursun ve ark., 2010; Misra ve ark., 2010; Yıldırım ve ark., 2011; Ibiene ve ark., 2012). PGPR'lerin bitkilerin patojenlere karşı dayanıklılığını artırarak, kuraklık, tuzluluk ve oksidatif strese karşı tolerans geliştirdiği de bildirilmiştir (Saleem ve ark., 2007). Bu bakteriler, *Azotobacterium*, *Azospirillum*, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Clostridium*, *Enterobacter*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas* ve *Serratia* gibi cinslere ait türler arasında yer almaktadır (Adesemoye ve ark., 2008). Özellikle *Pseudomonas* türleri, hızlı kolonizasyon kabiliyetleri ve bitki büyümesini teşvik eden, hastalıklardan koruyan mekanizmaları sayesinde biyolojik kontrol ajanları olarak büyük öneme sahiptir (Erdal, 2013; Sözer Bahadır, 2018). *Pseudomonas* türleri, tarımsal uygulamalar açısından ticari potansiyele sahip mikroorganizmalar olarak kabul edilmektedir. Ayrıca, bazı *Azotobacter* türleri toprakta azot, fosfor ve potasyum seviyelerini iyileştirerek tarım ve orman bitkilerinde biomass artışı sağladığı ve özellikle antioksidan enzim, karotenoid, klorofil pigmentleri, çözünür protein ve kuru madde artışı teşvik ettiği tespit edilmiştir (Karaboz ve Özcan, 2005). Bacillaceae familyasına ait *Bacillus thuringiensis* (Bt) türü, yüksek insektisidal aktiviteye sahip olup, bitki koruma alanında yaygın olarak kullanılan önemli böcek patojenlerinden biridir. *Bacillus thuringiensis*'in çeşitli ırkları ticari olarak geliştirilmiş ve bu preparatlar, özellikle Lepidoptera, Diptera, Coleoptera, Hymenoptera, Hemiptera gibi böcek gruplarının yanı sıra akarlar (Schnepf, 1998) ve nematodlar (Wei, 2003) gibi diğer organizmalar üzerinde toksik etkiler göstermektedir. 60 yılı aşkın süredir, kimyasal böcek ilaçlarının yerine biyolojik alternatif olarak kullanılmaktadır (Nester vd., 2002).

Entomopatojen Nematodlar

Dünyada, ekonomik olarak önemli zararlılarla mücadelede entomopatojen nematod türlerinin izolasyonuna yönelik birçok araştırma yapılmaktadır (Hominick, 2002). Bu nematodlarla ilgili yapılan laboratuvar ve doğal koşul çalışmaları, onların önemli biyolojik mücadele etmenleri olduklarını ve büyük zararlara yol açan birçok zararlıyı etkili bir şekilde kontrol edebildiklerini ortaya koymuştur (Kaya, 1985; Klein, 1990; Wouts, 1991; Georgis ve Manweiler,

1994; Shapiro-Ilan vd., 2002). Başka yaşam alanlarından alınan toprak örneklerinde bulunan bazı entomopatojen nematod türleri, yüksek biyolojik potansiyel sergileyerek çeşitli birçok konukçu yelpazesine sahip, farklı üreme stratejileri, konukçuyu enfekte etme kabiliyeti ve uzun süre canlı kalma özellikleri ile dikkat çekmektedir (Bedding vd., 1983; Kaya, 1985; Bedding, 1990). Bu nematodlar, konaklarını hızla enfekte edebilme kapasitesine sahip olmalarına rağmen sıcaklık, kuraklık ve UV ışınları gibi çevresel faktörlerden etkilenmektedir. Günümüzdeki araştırmalar, zararlı böceklerin biyolojik kontrolü için entomopatojen nematodların kullanım potansiyeline odaklanmaktadır. Bu çalışmalar özellikle 8 farklı familyada yoğunlaşmaktadır: Mermithidae, Tetradonematidae, Allantonematidae, Aphelenchoididae, Neotylenchidae, Sphaerulariidae, Steinernematidae ve Heterorhabditidae (Kaya ve Stock, 1997; Stock, 2005). Özellikle Steinernematidae ve Heterorhabditidae familyaları, entomopatojen nematodlar olarak bilinir. Zararlı böceklerle yapılan mikrobiyal mücadelede yaygın kullanılan gruplardandır (Liu, 2000). Son taksonomik çalışmalar, Steinernematidae familyasında *Steinernema* cinsine ait 63 tür tanımlandığını ve aynı familyanın başka bir cinsi olan *Neosteinernema*'ya ait yalnızca *N. longicurvicauda* türünün bulunduğunu göstermektedir (Adams vd., 2006). Heterorhabditidae familyasında ise *Heterorhabditis* (18 tür) ve *Heterorhabditoides* (1 tür) cinslerinde toplamda 19 tür tanımlanmıştır (Mráček vd., 2006; Uribe-Lorio vd., 2007; Zhang vd., 2008; Lee vd., 2009; Stock vd., 2009). Bugün, dünya genelinde altmıştan fazla ülkede, yüzlerce laboratuvarında entomopatojen nematodlar ve bu nematodlarla simbiyotik ilişki içinde olan bakteriler üzerine yoğun bilimsel araştırmalar devam etmektedir (Burnell ve Stock, 2000).

Entomopatojen Funguslar

Funguslar, mikrobiyal mücadelede kullanılan diğer etmenlere kıyasla daha geniş bir konak yelpazesine sahiptir ve uygulanabilirlik açısından da daha elverişlidir. Böcekleri enfekte edebilen 700 ile 1000 arasında entomopatojenik fungus türü bulunmuştur (Goettel vd., 2001). Bu funguslar, genellikle Zygomycota ve Ascomycota sınıflarına aittir ve bunların yaklaşık %80'i *Metarhizium* ve *Beauveria* cinslerine bağlıdır (Faria ve Wraight, 2007). 1960'lardan günümüze kadar dünya çapında önemli sayıda mikoinsektisit ve mikoakarisit geliştirilmiştir (Faria ve Wraight, 2007). *Beauveria bassiana*, *B. brongniartii*, *Metarhizium anisopliae*, *Paecilomyces fumosoroseus* ve *P. farinosus* gibi türler, toprak altında yaşayan zararlılarla mücadelesinde en çok kullanıma sahip entomopatojenik funguslardır (Dragonova vd., 2008). Entomopatojenik fungusların mikrobiyal mücadelede kullanılmasının hem avantajları hem de dezavantajları bulunmaktadır. Avantajlar arasında yüksek

konak seçiciliği, memeliler üzerinde toksik etki yaratmaması, uzun süre kalıcılık sağlaması ve biyoteknolojik gelişmeler için uygun olmaları sayılabilir. Ayrıca, alan uygulamalarında enfekte olmuş böceklerin, diğer sağlıklı böceklerle bulaşarak enfeksiyon yayma özelliği de büyük bir avantaj sağlar. Diğer taraftan, bu fungusların etkilerinin kimyasal tedavilere kıyasla daha uzun sürmesi, sporların çoğalması ve enfeksiyon oluşturabilmesi için neme ihtiyaç duyması gibi dezavantajları bulunmaktadır. Fungusların etkinliğinin artması ve hayatta kalma oranlarının yükselmesi için nem gerekli bir faktördür. Bunun yanı sıra, fungusların kullanımı sırasında, neme ihtiyaç duydukları için kurak iklimlerde etkinlikleri sınırlıdır. Ancak, formülasyonlar sayesinde bu sınırlamalar aşılabilir ve kurak bölgelerde dahi enfeksiyon oluşturmaları sağlanabilir (Neethling ve Dent, 1998). Fungusların etkili bir şekilde kullanılabilmesi için çevresel faktörler de önemlidir. Özellikle ultraviyole (UV) ışınları, fungusların gelişimini olumsuz yönde etkileyebilir. Yapılan çalışmalar, UV-B (280-320 nm) ve UV-A (320-400 nm) ışınlarının *Metarhizium anisopliae*'nin gelişimi üzerinde negatif etkiler yarattığını göstermektedir (Zimmermann, 1982; Ignoffo ve Garcia, 1992; Moore vd., 1993, 1996; Hunt vd., 1994; Fargues vd., 1996; Alves vd., 1998; Shah vd., 1998; Braga vd., 2001a,b,c; Rangel vd., 2004). *Metarhizium* türleri arasında UV-B ışınlarına karşı dirençte farklılıklar gözlemlenmiştir. *Metarhizium flavoviride*, UV-B ışınlarına karşı en dirençli tür olarak belirlenmiş, bunu *Metarhizium anisopliae* takip etmektedir (Braga vd., 2001b,c; Fargues vd., 1996).

SONUÇ

Ural (1968) tarafından Karadeniz Bölgesi'nde gerçekleştirilen bir çalışmada, *M. melolontha* larvalarına yönelik çeşitli kimyasal insektisit etkinlikleri araştırılmış ve bu ürünlerin larvalar üzerindeki etkisini gösterme süresinin yaklaşık bir buçuk ay olduğu belirtilmiştir. Mikrobiyal ürünlerin etkilerinin genellikle kimyasal insektisitlerden daha uzun sürelerde ortaya çıkması nedeniyle, bu çalışmada 30., 60. ve 90. günlerde sayımlar yapılmıştır. Denemenin uzun süreli olmasından dolayı, kontrol saksılarına açlık nedeniyle meydana gelecek ölümleri engellemek amacıyla uygulama yapılacak saksılara daha fazla sayıda fındık fidanı dikilmesi belirlenmiştir. 60. ve 90. gün sayımlarında gözlemlenen, hiç uygulama içermeyen kontrol saksılarındaki fındık fidanlarının bütün kök kısımlarının tükendiği ve zararlı larvalarında açlıktan dolayı ölümler görülmüştür. Kontrol grubundaki fazla oranlardaki ölümler, aynı tür çalışmalardan elde edilen sonuçlarla paralellik göstermektedir (Gümüş E., Köse Ç., Sezer A., 2023). Erler ve Ateş (2015), toprak altı zararlılarıyla mücadelede kullanılan toprak ilaçlamalarının etkinliği %75

oranının altında olduğunu belirtmişlerdir. Sera koşullarında yapılan araştırmalarda, *Melolontha* spp. larvalarına karşı kullanılan biyolojik preparatların ölüm oranlarının %45 ile %100 arasında değiştiği ifade edilmiştir. Bu bulgular, biyolojik preparatların *Melolontha* spp. türlerine karşı mücadele etmekte etkili bir alternatif oluşturduğu ve bu ürünlerin arazi koşullarındaki etkinliklerinin de araştırılması gerektiğini göstermektedir (Gümüş E., Köse Ç., Sezer A., 2023). Domínguez-Arrizabalaga ve arkadaşları (2020), *Bacillus thuringiensis*'in böcekler üzerindeki insektisit etkinliğini incelemiş ve bu bakterinin özellikle chrysomelid böcekler üzerindeki etkisini ortaya koymuşlardır. Çalışmalarında, Novodor® gibi ticari ürünlerin, farklı böcek türleri üzerindeki etkileri laboratuvar ve saha koşullarında test edilmiştir ve bu ürünlerin, foliar beslenen zararlılar üzerindeki etkinliği ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır (Gümüş E., Köse Ç., Sezer A., 2023).

Entomopatojenik virüsler, ilk olarak *Melolontha melolontha* üzerinde tespit edilen viral patojen Entomopoxvirus (MmEPV) olarak tanımlanmıştır (Sezen ve Demirbağ, 2007a). Çalışmalarında farklı konsantrasyonların insektisidal aktivitesi incelenmiş ve $7,5 \times 10^6$ sferoid/ml konsantrasyonunda %96,3, $1,5 \times 10^4$ sferoid/ml konsantrasyonunda %80, 1×10^2 sferoid/ml konsantrasyonunda ise %36,6 ölüm oranı gözlemlenmiştir. Entomopatojenik bakteriler, *Melolontha melolontha* popülasyonlarından bakteri izolasyonu yapılmış ve bu izolatlar *Pseudomonas* sp., *Bacillus thuringiensis*, *B. sphaericus*, *B. weihenstephanensis*, *Enterobacter* sp. ve *Acinetobacter* sp. olarak tanımlanmıştır. Yapılan insektisidal aktivite testlerinde en yüksek öldürücü etki %80 oranla *Bacillus thuringiensis*'te görülmüştür. *B. sphaericus*'un insektisidal aktivitesi ise %60 oranında olmuştur (Sezen vd., 2007b). Entomopatojenik nematodlar, *M. melolontha* larvalarına karşı 2001 yılında yapılan çalışmalarda, *Heterorhabditis bacteriophora*, *H. megidis*, *H. marelatus*, *Steinernema arenaria*, *S. feltiae*, *S. glaseri* türlerinin etkinlikleri incelenmiş ve en etkili tür olarak %60 ölüm oranıyla *Steinernema glaseri* belirlenmiştir (Berner ve Schnetter, 2001). Ülkemizde yapılan bir diğer çalışmada ise; *Heterorhabditis bacteriophora* ve *Steinernema feltiae* türleri topraktan izole edilerek *Melolontha melolontha* üzerinde saksı denemeleri yapılmış ve 3. evre larvalarda %100 ölüm gözlemlenmiştir (Erbaş vd., 2014). Entomopatojenik funguslar, zararlı ile mücadelede kullanılan ilk entomopatojenik fungus 1924 yılında *Beauveria brongniartii* olmuştur (Benker ve Leuprecht, 2005). Birçok entomopatojenik fungus türü zararlı ile mücadelede kullanılmakta olup, yüksek insektisidal aktiviteye sahip izolatlar sınırlıdır. Ayrıca, ülkemizde ve dünya genelinde bu zararlılarla mücadelede kullanılan etkin bir biyopreparat bilgisi sınırlıdır.

KAYNAKLAR

- Adams, B.J., Fodor, A., Koppenhöfer, H.S., Stackebrandt, E., Stock, S.P. ve Klein, M.G., 2006. Biodiversity and systematics of nematode-bacterium entomopathogens, *Biological Control*, 37, 32-49.
- Adesemoye AO, Obini M, Ugoji EO (2008) Comparison of plant growth promotion with *Pseudomonas aeruginosa* and *Bacillus subtilis* in three vegetables. *Brazilian J. Microbiol.*, 39:423-426.
- Altındaşlı, F. Ö., 2003. Ege Bölgesi'nde Bağlarda Salkım Güvesi ile Mücadelede Kimyasal Mücadeleye Alternatif Olarak Çiftleşmeyi Engelleme Tekniğinin Kullanımı. TAYEK/TYUAP Toplantısı Bildirileri. 27-29 Mayıs, Menemen-İZMİR, 23-28.
- Alves, R.T., Bateman, R.P., Prior, C. ve Leather, S.R., 1998. Effects of simulated solar radiation on conidial germination of *Metarhizium anisopliae* in different formulations, *Crop Protection* 17,675-679.
- Aksoy, U., 2001. Ekolojik Tarım: Genel Bir Bakış. Türkiye 2. Ekolojik Tarım Sempozyumu, 14-16 Kasım, Antalya.
- Aksoy, U., 1999. Ekolojik Tarımdaki Gelişmeler. Ekolojik Tarım, Ekolojik Tarım Organizasyonu Derneği, Emre Basımevi, 30-35s. İzmir.
- Bedding, R.A., 1990. Logistics and Strategies for Introducing Entomopathogenic Nematode Technology in Developing Countries. In: Gaugler, R. and Kaya, H.K. (Eds.), *Entomopathogenic Nematodes for Biological Control*, CRC, Boca Raton, FL., 233-248.
- Bedding, R.A., Molyneux, A.S. ve Akhurst, R.J., 1983. *Heterorhabditis* s, *Neoaplectana* s and *Steinernema kraussei*, Interspecific and Intraspecific Differences in Infectivity to Insects, *Experimental Parasitology*, 55, 248-257.
- Benker, U. ve Leuprecht, B., 2005. Field experience in the control of common cockchafer in the Bavarian region Spessart. *IOBC/WPRS Bull*, 28,21-24.
- Berner, M. ve Schnetter, W., 2001. Wirksamkeit entomopathogener nematoden gegen engerlinge der maikäfer *Melolontha melolontha* und *M. hippocastani*. *Mitteilungen der deutschen gesellschaft für allgemeine und angewandte entomologie*, 13(1-6), 165-167.

- Baraud, J. (1992). *Coléoptères scarabaeoidea d'europe. Fédération française des sociétés de sciences naturelles* Paris, France: Fédération Française Des Sociétés De Sciences Naturelles.
- Braga, G., Flint, S.D, Messias, C.L, Anderson, A.J. ve Roberts, D.W., 2001a. Effect of UV-B on conidia and germlings of the entomopathogenic hyphomycete *Metarhizium anisopliae*, *Mycological Research*, 105, 874-882.
- Braga, G., Flint, S.D., Miller, C.D., Anderson, A.J. ve Roberts, D.W., 2001b. Both solar UVA and UVB radiation impair conidial culturability and delay germination in the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*, *Photochemistry and Photobiology*, 74, 734-739.
- Braga, G., Flint, S.D., Miller, C.D., Anderson, A.J. ve Roberts, D.W., 2001c. Variability in response to UV-B among species and strains of *Metarhizium* isolated from sites at latitudes from 618N to 548S, *Journal of Invertebrate Pathology*, 78, 98-108.
- Burnell, A.M. ve Stock, S.P., 2000. *Heterorhabditis, Steinernema* and their bacterial symbionts lethal pathogens of insects, *Nematology*, 2, 31-42.
- Cebeci, H.H. (2003). 'İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü İstanbul İli Ağaçlandırma Alanlarındaki Entomolojik Sorunlar'. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Delbeke, F., Vercruyssen, P., Tirry, L., De Clercq, P. ve Degheele, D., 1997. Toxicity of diflubenzuron, pyriproxyfen, imidacloprid and diafenthiuron to the predatory bug *Orius laevigatus* (Het.: Anthocoridae), *Entomophaga*, 42, 3, 349-358.
- Demirbağ Z., 2008. Entomopatogenler ve biyolojik mücadele, Esen Ofset Matbaacılık, Trabzon.
- Domínguez-Arrizabalaga, M., Villanueva, M., Escriche, B., Ancín-Azpilicueta, C., & Caballero, P. (2020). Insecticidal Activity of *Bacillus thuringiensis* Proteins against Coleopteran Pests.
- Dragonova S, Donkova R, Geogieva D, 2008. Impact of Strains of Entomopathogenic Fungi on Some Main Groups of Soil Microorganisms. *Journal of Plant Protection Research* 48(2):169-179.
- Dursun A, Ekinci M, Dönmez MF (2008) Effects of inoculation bacteria on chemical content, yield and growth in rocket (*Eruca vesicaria* subsp. sativa). *Asian J. Chem.*, 20(4): 3197-3202.
- Dursun A, Ekinci M, Dönmez MF (2010) Effects of foliar application of plant growth promoting bacterium on chemical contents, yield and

- growth of tomato *Lycopersicon esculentum* L.) and cucumber (*Cucumis sativus* L.). Pakistan J. Bot., 42(5): 3349-3356.
- Eilenberg, J., Hajek, A. ve Lomer, C., 2001. Suggestions for unifying the terminology in biological control, *Biocontrol*, 46, 387-400.
- Ekinci M, Dursun A, Dönmez MF, Eminağaoğlu H (2009) Effects of different inoculation bacteria on yield and growth in cauliflower (*Brassica oleracea* var. botrytis). International Rural Development Symposium, İspir–Erzurum, Turkey, 25-27 September, pp.88-91.
- Erbaş Z., 2012. Trabzon Yöresinden Entomopatojen Nematodların İzolasyonu, Karakterizasyonu ve *Melolontha melolontha* Üzerindeki Etkilerinin Arştırılması, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Trabzon, Türkiye: 27-97.
- Erbaş, Z., Gökçe, C., Hazır, S., Demirbağ Z. ve Demir İ., 2014. Isolation and identification of entomopathogenic nematodes (Nematoda: Rhabditida) from the Eastern Black Sea region and their biocontrol potential against *Melolontha melolontha* (Coleoptera: Scarabaeidae) larvae, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38, 187-197.
- Erler F, Ateş Ö, 2015. Potential of Two Entomopathogenic Fungi, *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* (Coleoptera: Scarabaeidae), as Biological Control Agents Against the June Beetle. *Journal of Insect Science* 15(1):44.
- Fargues, J., Goettel, M.S., Smits, N., Quedraogo, A., Vidal, C., Lacey, L.A., Lomer, C.J. ve Rougier, M., 1996. Variability in susceptibility to simulated sunlight of conidia among isolates of entomopathogenic Hyphomycetes, *Mycopathologia*, 135, 171-181.
- Faria MR, Wraight SP, 2007. Mycoinsecticides and Mycoacaricides: A comprehensive List with Worldwide Coverage and International Classification of Formulation Types. *Biological Control* 43:237-256
- Garcia LJA, Probanza A, Ramos B, Manero FJG (2003) Effects of three plant growth - promoting rhizobacteris on the growth of transplants of tomato and pepper in two different sterilized and nonsterilized peats. *Arch. Agro. and Soil Sci.*, 49:119-127.
- Gaugler, R., 2002. Preface. In: Gaugler, R. Ed. *Entomopathogenic Nematology*, CABI Publishing, Wallingford, UK, 9-10.
- Georgis, R. ve Manweiler S.A., 1994. Entomopathogenic Nematodes: A Developing Biological Control Technology, *Agricultural Zoology Reviews*, 6, 63-94.

- Głowacka, B., & Sierpińska, A. (2012). Control of adult cockchafers *Melolontha* spp. with Mospilan 20 SP. *Folia Forestalia Polonica*, series A, 54(2), 109–115.
- Goettel, M.S., Hajek, A.E., Siegel, J.P. ve Evans, H.C., 2001. Safety of fungal biocontrol agents. In: Butt TM, Jackson C, Magan N, editors. *Fungi a biocontrol agents: progress, problems and potential*, Wallingford, UK: CABI International. 347-376.
- Göktürk, T., & Mihli, A. (2015). New contributions to scarabaeidae (Insecta: Coleoptera) fauna of the Artvin province in Turkey. *Annals of Agrarian Science*, 13(1), 71-78.
- Grewal, P.S., Ehlers, R.U. ve Shapiro-Ilan, D.I., 2005. *Nematodes as Biocontrol Agents*, CABI Publishing, Wallingford, UK, 505.
- Gümüş E., Köse Ç., Sezer A., 2023. Mayıs Böceği [(*Melolontha* spp.) (Coleoptera: Scarabaeidae)] ile Mücadelede Biopreparatların Rolü, Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Araştırma Makalesi 10: 25-29.
- Hominick, W.M., 2002. Biogeography. In: Gaugler, R. (Ed.), *Entomopathogenic Nematology*, CABI Publishing, Wallingford, UK, 115-143.
- Huiting, H.F., Moraal, L.G., Griepink F.C, & Ester, A. (2006). Biology, control and luring of the cockchafer, *Melolontha melolontha*, current control possibilities and pheromones. *Applied Plant Research Research Unit AGV*, PPO no. 32 500475 00 – I.
- Hunt, T.R., Moore, D., Higgins, P.M. ve Prior, C., 1994. Effect of sunscreens, irradiance and resting periods on the germination of *Metarhizium flavoviride* conidia. *Entomophaga*, 39, 313-322.
- Hurpin, B., (1962). *Super-famille des Scarabaeoidea (in: Entomologie Appliquee a l'Agriculture, Tome I. Colcopteres Premier volume) masson et cie edttuers*, Paris, France: (ss. 24-204).
- Ibiene AA, Agogbua JU, Okonko IO, Nwachi GN (2012) Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) as biofertilizer: effect on growth of *Lycopersicum esculentus*. *J. American Sci.*, 8(2): 318-324.
- Ignoffo, C.M. ve Garcia, C., 1992. Influence of conidial color on inactivation of several entomogenous fungi (Hyphomycetes) by simulated sunlight, *Environmental Entomology*, 21, 913-917.
- Immaraju, J.A., Paine, T.D., Bethke, J.A., Robb, K.L. ve Newman, J.P., 1992. Western flower thrips (Thysanoptera, Thripidae) resistance to insecticides in Coastal California greenhouses, *Journal of Economic Entomology*, 85, 1, 9-14.

- Kaplan, M., Maltaş, A. Ş., & Kaya, İ. (2018). Organik Gübre Kalitesine Bakış: Yabancı Ot Varyasyonu. *Akademia Disiplinlerarası Bilimsel Araştırmalar Dergisi*, 4(1), 1-7.
- Kaplan, M., & Maltaş, A. Ş. (2018). Doğru Taban Gübre Seçiminde İhmal Edilen Seçenek: 20.32. 0.+ 15 (SO₃) + Zn Gübresi ve Toprak Analiz Desteği. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 4(1), 63-67.
- Karaboz, İ. ve Özcan, N.H. 2005. İzmir ve Aydın Yöresindeki Topraklardan İzole Edilen *Azotobacter chroococcum* (Beijerinck, 1901) İzolatlarının Tuz, Sıcaklık ve Bazı Ağır Metaller Toleranslarının Belirlenmesi. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 3, 2-10.
- Karadeniz, T., Bostan, S.Z., Tuncer, C., & Tarakçıoğlu, C. (2009). *Fındık Yetiştiriciliği*, Ordu, Türkiye: Düze Ziraat Odası Başkanlığı.
- Karlıdağ H, Eşitken A, Turan M, Şahin F (2007) Effects of root inoculation of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrient element contents of leaves of apple. *Sci. Hort.*, 114:16-20.
- Kaya, H.K., 1985. Entomogenous Nematodes for Insect Control in IPM Systems. In: Hoy, M.A. ve Herzog, D.C. (Eds.), *Biological Control in Agricultural IPM Systems*, Orlando, FL: Academic Press., 283-302.
- Kaya, H.K. (Eds.), *Entomopathogenic Nematodes in Biological Control*, Boca Raton, FL: CRC Press., 195-214.
- Kaya, H.K. ve Stock, S.P., 1997. Techniques in insect nematology. In: *Manual of Techniques in Insect Pathology*, Lacey, L. (Ed.), Academic Press, San Diego, 281-324.
- Klein, M.G., 1990. Efficacy Against Soil-Inhabiting Insect Pests. In: Gaugler, R. ve Kaya, H.K. (Eds.), *Entomopathogenic Nematodes in Biological Control*, Boca Raton, FL: CRC Press., 195-214.
- Kovacs, A.B., Kremper, R., Jakab, A. and Szabo, A. 2012. Organic and Mineral Fertilizer Effects on the Yield and Mineral Contents of Carrot (*Daucus carota*). *International Journal of Horticultural Science*, 18, 69-74.
- Kovancı, B., Gençer, N.S., Akgül, H.C., & Kovancı, O.B. (2004). Bursa ili çilek alanlarında bulunan Melolonthidae, Cetoniidae, Buprestidae ve Elateridae (Coleoptera) familyalarına bağlı türler. *Türkiye Entomoloji Dergisi* 28 (2), 141-150.

- Lacey, L.A., Frutos, R., Kaya, H.K. ve Vail, P., 2001. Insect pathogens as biological control agents: Do they have a future?, *Biological Control*, 21, 3, 230-248.
- Lacey, L.A. ve Goettel, M.S., 1995. Current developments in microbial control of insect pests and prospects for the early 21st century, *Entomophaga*, 40, 3-27.
- Lakatos, T., & Tóth, T. (2006). Biological control of european cockchafer larvae (*Melolontha melolontha* L.) preliminary results. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 14, 73-78.
- Lee, M.M., Sicard, M., Skeie, M. ve Stock, S.P., 2009. *Steinernema boemarei* n. Sp (Nematoda: Steinernematidae), a new entomopathogenic nematode from southern France, *Systematic Parasitology*, 72, 2, 127-141.
- Liu, J., Poinar, G.O. ve Berry, R.E., 2000. Control of insect pests with entomopathogenic nematodes: The impact of molecular biology and phylogenetic reconstruction, *Annual Review of Entomology*, 4, 5, 287-306.
- Lodos, N. (1995). *Türkiye entomolojisi IV.* İzmir, Türkiye: Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 493.
- Lorio, L.U., Mora, M. ve Stock, S.P., 2007. *Steinernema costaricense* n. Sp and *S. puntauvense* n. sp (Rhabditida : Steinernematidae), two new entomopathogenic nematodes from Costa Rica, *Systematic Parasitology*, 68, 167-182.
- Maltas, A. S., Tavali, I. E., Ilker, U. Z., & Kaplan, M. (2022). Monitoring the effects of pH and EC regulated drip fertigation on microbial dynamics of calcareous soil in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) cultivation under greenhouse conditions in a Mediterranean climate. *Scientia horticultrae*, 306, 111448.
- Mcmanuş, M.L., & Liebhold, AM. (1996). *Population Dynamics, Impacts, and Integrated Management of Forest Defoliating Insects*. Slovak Republic: USDA Forest Service Northeastern Research Station General Technical Report NE-247 (ss.341).
- Mráček, Z., Nguyen, K.B., Tailliez, P., Boemare, N. ve Chen, S.L., 2006. *Steinernema sichuanense* n. sp (Rhabditida, Steinernematidae), a new species of entomopathogenic nematode from the province of Sichuan, east Tibetan Mts., China, *Journal of Invertebrate Pathology*, 93, 3, 157-169.
- Moore, D., Bridge, P.D., Higgins, P.M., Bateman, R.P. ve Prior, C., 1993. Ultra-violet radiation damage to *Metarhizium flavoviride* conidia

- and the protection given by vegetable and mineral oils and chemical sunscreens, *Annals of Applied Biology*, 122, 605-616.
- Moore, D., Higgins, P.M. ve Lomer, C.J., 1996. Effects of simulated and natural on the germination of conidia of *Metarhizium flavoviride* gams and rozsygal and interactions with temperature. *Biocontrol Science and Technology*, 6, 63-76.
- Muska F, 2006. Occurrence and Control of the Field Cockchafer (*Melolontha melolontha* L.) in the Czech Republic – a Historical Overview. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd* 58(9):228-234.
- Nagarkatti, S., Muza, A.J., Saunders, M.C. ve Tobin, P.C., 2002. Role of the egg parasitoid *Trichogramma minutum* in biological control of the grape berry moth, *Endopiza viteana*, *Biocontrol*, 47, 4, 373-385.
- Neethling, D.C. ve Dent, D.R., 1998. *Metarhizium anisopliae*, isolate IMI 330189: A mycoinsecticide for locust and grasshopper control. The 1998 Brighton Conference: Pests and Diseases, 37–42.
- Niemczyk, M. (2015). Risk of the mass occurrence of cockchafer(*Melolontha* spp.) grubs in the ecotone of mature stands in Lubaczów Forest District. *SYLWAN*, 159(4), 326–335.
- Onstad, D.W., Guse, C.A., Porter, P., Buschman, L.L., Higgins, R.A., Sloderbeck, P.E., Peairs, F.B. ve Cronholm, G.B., 2002. Modeling the development of resistance by stalk-boring lepidopteran insects (Crambidae) in areas with transgenic corn and frequent insecticide use, *Journal of Economic Entomology*, 95, 5, 1033-1043.
- Orman Genel Müdürlüğü (OGM), 2016. *Orman Bitkisi ve Bitkisel Ürünlerinde Önemli Zararlı ve Hastalıkları Tanıma Kılavuzu*. Ankara, Türkiye: T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Orman Zararlılarıyla Mücadele Dairesi Başkanlığı, ISBN: 978-605-4610-97-6.
- Rangel, D., Braga, G., Flint, S.D., Anderson, A.J. ve Roberts, D.W., 2004. Variations in UV-B tolerance and germination speed of *Metarhizium anisopliae* conidia produced on insects and artificial substrates. *Journal of Invertebrate Pathology*, 87, 77-83.
- Rezaei S (2015). Ankara ili Melolonthinae ve Rutelinae (Coleoptera: Scarabaeidae) altfamilyaları üzerinde sistematik çalışmalar. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

- Robbins, C., 1991, Poisoned Harvest a Consumer Guide to Pesticide Use and Abuse. Victor Gollancz Ltd, 1-54p, London.
- Saleem M, Arshad M, Hussain S, Bhatti AS (2007) Perspective of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) containing ACC deaminase in stress agriculture, J Ind Microbiol Biotechnology, 34: 635-648.
- Sezen, K. (2004). 'Coleoptera takımına ait fındık zararlılarında virüs tespiti ve biyolojik mücadelede kullanım potansiyeli', Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Trabzon, Türkiye.
- Sezen, K., Demir, İ. ve Demirbağ, Z., 2007b. Identification and pathogenicity of entomopathogenic bacteria from common cockchafer, *Melolontha melolontha* (Coleoptera: Scarabaeidae), New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 35, 79-85.
- Sezen, K. ve Demirbağ, Z., 2007a. A new isolate of *Melolontha melolontha* entomopoxvirus in Turkey: Morphology, infectivity and prevalence in the field, Applied Entomology and Zoology, 41, 471-477
- Shah, P.A., Douro-Kpindou, O.K., Sidibe, A., Daffe, C.O., Van der Pauw, H., Lomer, C.J. 1998. Effects of the sunscreen oxybenzone on field efficacy and persistence of *Metarhizium flavoviride* conidia against *Kraussella amabile* (Orthoptera: Acrididae) in Mali, West Africa. Biocontrol Science and Technology, 8, 357-364.
- Shapiro-Ilan, D.I., Gouge, D.H. ve Koppenhöfer, A.M., 2002. Factors Affecting Commercial Success: Case Studies in Cotton, Turf and Citrus, In: Gaugler, R. (Ed.), Entomopathogenic Nematology, Wallingford, UK, CABI Publishing, 333-356.
- Sönmezıldız, H. (2006). 'Bartın yöresinde fidanlarda ve süs bitkilerinde zarar yapan böcekler', Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın, Türkiye.
- Stock, S.P., 2005. Insect-parasitic nematodes: From lab curiosities to model organisms, Journal of Invertebrate Pathology, 89, 1, 57-66.
- Stock, S.P., Rivera-Orduno, B. ve Flores-Lara, Y., 2009. *Heterorhabditis sonorensis* n. sp (Nematoda: Heterorhabditidae), a natural pathogen of the seasonal cicada *Diceroprocta ornea* (Walker) (Homoptera: Cicadidae) in the Sonoran desert, Journal of Invertebrate Pathology, 100, 3, 175-184.

- Sukuvata, L., Jaworski, T., Karolewski P., & Kolk, A. (2015). The performance of *Melolontha* grubs on the roots of various plant species. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 39, 107-116.
- Svestka, M. (2010). Changes in the abundance of *Melolontha hippocastani* Fabr. And *Melolontha melolontha* (L.) (Coleoptera:Scarabaeidae) in the Czech Republic in the period 2003–2009. *Journal of Forest Science*, 56, 417–428.
- Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel M¼d¼rl¼g¼ (TAGEM), 2017. *Fındık Entegre M¼cadele Teknik Talimatı 2017*. Ankara, T¼rkiye: T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel M¼d¼rl¼g¼.
- Tavali, I. E., Maltas, A. S., Uz, I., & Kaplan, M. (2019). Short-term effects of solid and liquid manure amendments on microbial activity of an alkaline soil with high lime content during horticultural plant growing. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 50(21), 2767-2776.
- Trotuş, E., Naile M., & Buburuz, A.A. (2013). Research on the flight evolution of *Melolontha melolontha* L. (Coleoptera, Scarabaeidae) species in the central of Moldavia conditions, Romania, *Cercet¼ri Agronomice în Moldova*, 46, 65-71.
- Ural İ (1968). Karadeniz fındıklarında zarar yapan Mayıs B¼ceęi (*Melolontha melolontha*) ¼zerinde araştırmalar. *Bitki Koruma B¼lteni* 8(1): 3-38.
- Uzunoğlu, H. (2020). 'Metarhizium anisopliae'dan *Melolontha melolontha* L. (Coleoptera: Scarabaeidae)' ya Karşı Mikrobiyal Pestisit Geliştirilmesi', Y¼ksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik ¼niversitesi Fen Bilimleri Enstit¼s¼ Biyoloji Anabilim Dalı, Trabzon, T¼rkiye.
- Yaman, M., Alęi, G., G¼ner, B.G., Ert¼rk, ¼., ¼nal S., & Radek, R.. (2016). First record, occurrence and distribution of entomopathogens in populations of the European cockchafer, *Melolontha melolontha* (Coleoptera: Scarabaeidae) in Turkey. *North-Western Journal of Zoology*, 12(1), 192-195.
- Yıldırım E, Donmez MF, Turan M (2008) Use of bioinoculants in ameliorative effect on radish (*Raphanus sativus* L.) plants under salinity stress. *J. Plant Nutr.* 31: 2059-2074.
- Yıldırım E, Turan M, Ekinci M, Dursun A, Cakmakçı R (2011) Plant growth promoting rhizobacteria ameliorate deleterious effect of salt stress on lettuce. *Sci. Res. Essay*, 6(20): 4389-4396.

- Zhang, C.X., Liu, J.R., Xu, M.X., Sun, H., Yang, S.Y., An, X.H., Gao, G.F., Lin, M.S., Lai, R., He, Z.Y., Wu, Y.D. ve Zhang, K.Y., 2008. *Heterorhabditoides chongmingensis* gen. nov., sp nov (Rhabditida : Rhabditidae), a novel member of the entomopathogenic nematodes, Journal of Invertebrate Pathology, 98, 2, 153-168.
- Zimmermann, G., 1982. Effect of high temperatures and artificial sunlight on the viability of conidia of *Metarhizium anisopliae*. Journal of Invertebrate Pathology, 40,36-40.
- Wouts, W.M., 1991. *Steinernema* (Neoplectana) and *Heterorhabditis* species. In: Nickle W.R. (Ed.), Manual of Agricultural Nematology, 855-897.

9. Bölüm

Fermente Balık Ürünlerinde Starter Kültür Kullanımının Biyojen Amin Oluşumuna Etkisi

Fatma ÖZTÜRK¹
Hatice GÜNDÜZ¹

¹ İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, fatma.ozturk@ikcu.edu.tr
İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, haticegunduz1@ikcu.edu.tr

Fermente Balık Ürünlerinde Starter Kültür Kullanımının Biyojen Amin Oluşumuna Etkisi

Gıdalar, mikrobiyal kontaminasyonlar ve toksik metabolitler nedeniyle zehirli hale gelebilir ve ciddi bir halk sağlığı sorununa dönüşebilir. Gıdalar hasat, işleme, depolama, dağıtım ve satış aşamalarında kontamine olabilmektedirler. Patojenik mikroorganizmaların neden olduğu enfeksiyon ve intoksikasyonlar gıda kaynaklı hastalıkların başlıca nedeni olsa da, gıda maddelerinde oluşan toksik maddeler de gıda güvenliği açısından kritik öneme sahiptir. Gıda kaynaklı hastalıklar, bir ülkenin üretkenliğini etkileyen ve tıbbi masrafları arttıran ekonomik büyümenin en önemli engellerinden birisidir (Sivamaruthi vd., 2021).

Biyojen aminler, et, balık, peynir ve şarap ürünlerinde, temel olarak bazı mikroorganizmaların amino asit dekarboksilasyon aktivitelerine bağlı olarak oluşan düşük moleküler ağırlıklı, bazik azotlu bileşiklerdir (Valsamaki vd., 2000; Xu vd., 2019). Yüksek konsantrasyonlarda biyojen amin içeren gıdaların tüketimi, duyarlı kişiler için toksik etkilere neden olabilir (Valsamaki vd., 2000). İnsanlarda biyojen amin intoksikasyonları ateş, solunum zorluğu, ateş basması, terleme, kalp çarpıntısı, parlak kırmızı döküntü, tansiyon sorunları ile kendini gösterir (Zarei vd., 2011). En önemli biyojen aminler histidin, tirozin, triptofan, ornitin ve lizin serbest amino asitlerinden oluşan histamin, tiramin, triptamin, putresin ve kadaverindir (Zarei vd., 2011).

Serbest amino asitlerin mevcudiyeti genellikle gıdalardaki biyojen amin üretimini yönlendiren ana faktördür; ancak, çiğ gıda bileşenlerinin kalitesi ve doğal mikrobiyal flora da önemli faktörlerdir. Biyojen amin oluşumundan sorumlu amino asit dekarboksilaz enzimleri, bozulma yapan mikroorganizmalar başta olmak üzere fermantasyonda görev alan mikroorganizmalarda da bulunmaktadır. Bu nedenle, mikrobiyal başlangıç kültürünün daha iyi seçilmesi ve kontrolü, kaliteli gıda bileşenleri kullanılması, sıkı sanitasyonun sağlanması ve fermantasyon süreci boyunca uygun gıda işleme uygulamalarının seçilmesi biyojen amin oluşumunu önleyebilir. Amino asitlerin dekarboksilasyonu yoluyla biyojen amin üreten mikroorganizmalar arasında *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Lactococcus*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Enterococcus*, *Pediococcus*, *Pseudomonas*, *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Shigella*, *Salmonella* ve *Bacillus* türleri bulunur. *Lactobacillus* spp. gıdalarda histamin, tiramin ve putresin üretiminden sorumlu oldukları bilinirken *Enterobacteriaceae* ve *Enterococcus* spp.'nin gıdalarda putresin, kadaverin ve tiramin üretiminde katkıda bulunduğu bilinmektedir. Taze ve kaliteli içerikler kullanmak bazı bozulma yapan bakteri türlerini sınırlayabilse de, yukarıda belirtilen bakteri cinslerinin çoğu doğal fermantasyonu yönlendirmektedir (Turna vd., 2024).

Balıklar biyojen amin intoksikasyonları için en uygun gıdalardan birisidir (Humaid vd., 2014). Balık kasında serbest aminoasitleri dekarboksile eden bazı bakteriler bulunmaktadır. Kaslarında yüksek seviyelerde serbest histidin içeren ton balığı, uskumru ve palamut gibi Scombroid balıkları, uygun şekilde işlenip depolanmadıklarında genellikle histamin zehirlenmesine neden olurlar. Ayrıca bu zehirlenmeye, kaslarında yüksek düzeyde serbest aminoasit bulunduran scombroid olmayan balık türleri de (ringa, sardalya, hamsi) neden olabilmektedir. Kadaverin ve putresin gibi biyojen aminler gıdalarda ve özellikle balık ve balık ürünlerinde önemli bir role sahiptir. Balıkta bakteriyel bozulma başlar başlamaz putresin ve kadaverin üretimi sürekli olarak artar. Bu aminlerin histamin toksisitesini arttırdığı da bilinmektedir (Lehane ve Olley 2000; Özoğul vd., 2004; Lee vd., 2016). Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından, Scombroid veya Scombroid benzeri balıklarda histamin için maksimum izin verilebilir düzey 50 mg/kg olarak belirtilmiştir (FDA, 2006). Depolama sıcaklığı biyojen aminlerin oluşumunu etkileyen en önemli faktördür. Ayrıca pH, su aktivitesi, tuz içeriği ve katkı maddesi ilavesi biyojen aminlerin oluşumunu etkileyen faktörler arasında yer almaktadır (Visciano vd., 2012).

Fermentasyon, gıdaların lezzetini ve besinsel kalitesini arttıran en eski gıda koruma tekniklerinden birisidir (Kuley vd., 2018). Fermente balık ürünleri, çoğu histamin zehirlenmesi ile ilişkilendirilen, yüksek biyojen amin içeriğine sahip gıdalardır. Fermente balık ürünleri içerisinde özellikle Uzak Doğu'da yaygın olarak tüketilen balık sosu ve tuzlanıp fermente edilen ürünler başta gelmektedir (Doğu ve Sarıçoban 2015). Ayrıca, yüksek miktarda protein içeren ham maddelerden elde edilen salam ve sucuk gibi fermente su ürünlerinde de bulunurlar (Mah vd., 2002; Lu vd., 2015; Lee vd., 2016).

Fermente su ürünlerindeki biyojen aminlerin konsantrasyonu, hammaddelerin hijyeni, mikrobiyal kompozisyon, fermentasyon koşulu ve fermentasyon süresi dahil olmak üzere üretim sürecindeki çeşitli faktörlerden etkilenir. Düşük miktarda biyojenik amin alımı normalde insan sağlığı üzerinde zararlı bir etkiye sahip değildir. Ancak, gıdalardaki miktarları çok yüksek olduğunda ve detoksifikasyon yeteneği engellendiğinde veya bozulduğunda, biyojenik aminler sorun yaratabilir. Gıdalardaki biyojen amin konsantrasyonunu kontrol etmek için amino asitler için dekarboksilaz aktivitesi düzenlenebilir. Biyojen amin seviyeleri, paketleme, katkı maddesi ilavesi, hidrostatik basınç, ışınlama, pastörizasyon, tütsüleme yöntemleri veya starter kültür kullanımı ile de azaltılabilir (Doeun vd., 2017). Fermentasyon başlangıcında starter kültür ilavesi, biyojen aminlerin aşırı birikimini engeller. Starter kültürler olarak kullanılan laktik asit bakterileri ortamda hızlı asitleşmeye neden olarak, mikroorganizmaların gelişmesini engeller (Lu vd., 2015). Laktik asit bakterileri

mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal aktivite gösteren organik asitler, yağ asitleri, hidrojen peroksit, diasetil ve bakteriyosinler gibi biyoaktif moleküller de üretmektedir (Kuley vd., 2018).

Laktik asit bakterileri, gıda üretim endüstrisinde en önemli ve yaygın olarak kullanılan mikroorganizmalar arasındadır. Gram pozitif koklardan veya çubuklardan oluşur ve başlıca özellikleri arasında fermentasyon sırasında karbohidratları laktik aside dönüştürme yeteneği bulunur. Ayrıca asetik asit, etanol, bakteriyosinler, ekzopolisakkaritler, karbondioksit, vitaminler, enzimler ve aromatik bileşikler gibi bileşikler, fermente ürünlerin besinsel ve duyuşal özelliklerini belirleyen diğer laktik asit bakteri metabolitlerini temsil eder. Bunlardan bazıları gıda kaynaklı patojenleri ve bozulma mikroorganizmalarını engelleyebilir, sonuç olarak gıdanın güvenliğini artırabilir ve raf ömrünü uzatabilir. Gıdalarda doğal olarak yaygın bulunmaları, uzun vadeli uygulamaları ve hastalıklarda nadir rol oynamaları göz önüne alındığında, laktik asit bakterilerinin çoğu genellikle güvenli olarak kabul edilir (GRAS) (Świder vd., 2024).

Starter kültür kullanımının biyojen amin üretimi üzerine etkisiyle ilgili yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır. Xu vd. (2019) düşük tuz konsantrasyonu ve farklı sıcaklık-zaman uygulamalarıyla fermente ettikleri balık ürünüde tespit ettikleri en yüksek biyojen aminin tiramin olduğunu, kadaverin ve histaminin ise bu biyojen amini takip ettiğini bildirmişlerdir. Mah ve Hwang (2009), tuzlanmış ve fermente edilmiş hamsilerde starter kültür olarak kullanılan *Staphylococcus xyloşus*'un biyojen amin oluşumunu, kontrol grubuna kıyasla %16 azalttığını bildirmişlerdir. Kuley vd., (2018) taze sardalya filetolarında histamin tespit edilmediğini, *Lactobacillus plantarum* ile fermente edilen üründe ise 8 haftalık depolama boyunca en yüksek tespit edilen histamin miktarının 3.23 mg/100 g olduğunu bildirmiştir. Hu vd., (2008) gümüş sazan balığından üretilen sucuklarda *Lactobacillus plantarum*, *Staphylococcus xyloşus*, *Pediococcus pentosaceus* ve *Lactobacillus casei subsp. casei* karışık kültürlerinin kullanımıyla histamin, kadaverin, putresin, triptamin ve tiramin birikiminin baskılandığını bildirmiştir. Nie vd., (2014) *L. plantarum plus S. cerevisiae* starter kültürlerinin balık sucuklara ilavesinin biyojen amin oluşumu üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar başlangıçta balık sucukların biyojen amin içeriğini oldukça düşük bulmuştur. Başlangıçta üründe sırasıyla tiramin, spermidin ve histaminin yüksek değere sahip olduğu, putresin ve kadaverin tespit edilmediğini bildirmişlerdir. Ayrıca, putresin ve kadaverinin balık sucukların fermentasyonu sırasında meydana gelen ana aminler olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar *L. plantarum* ve *S. cerevisiae* starter kültürlerinin putresin ve kadaverin birikimini önemli ölçüde düşürdüğünü bildirmiştir.

Bover-Cid vd., (2000) ve Hernández-Jover vd., (1997) starter kültür ilavesinin doğal fermente edilen sucuklara göre biyojen aminlerin birimini azalttığını bildirmişlerdir. Lu vd., (2015) starter kültür (*Lactobacillus sakei* ve *Staphylococcus xylosus*) ve bitki ekstraktlarının “smoked horsemeat” sucuklarında triptamin, putresin, kadaverin, histamin ve tiramin düzeyini olgunlaşma ve depolama sırasında düşürdüğünü bildirmiştir. Lee vd. (2016) starter kültür ilave edilmeden fermente edilen balıklarda tüm aminoasit içeriklerin (histamin, putresin, kadaverin ve tiramin) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Araştırmacılar depolanmanın sonu olan 120. günde histamin içeriğini starter kültür ilave edilmeden fermente edilen balıklarda 49,84; kontrol grubunda 75,56 mg/100 g olarak tespit etmişlerdir. Histamin sıklıkla sağlık problemleri ile bağdaştırılan en toksik amindir. Nie vd., (2014) balık sucukların fermantasyonu sırasında histamin miktarında sınırlı bir dalgalanma gözlendiğini bildirmiştir. Benzer şekilde spermidin içeriğinin de histamin gibi fermantasyon sırasında düşük bulunduğu ve hafif değişimler gözlendiğini bildirmişlerdir.

Sonuç olarak, fermente balık ürünlerinde starter kültür kullanımının biyojen amin oluşumu üzerindeki etkileri, gıda güvenliği açısından önemli bir konuyu oluşturmaktadır. Çeşitli araştırmalar, starter kültürlerin özellikle laktik asit bakterilerinin, biyojen aminlerin aşırı birikimini engelleyebileceğini ve bu sayede histamin, tiramin, kadaverin gibi toksik bileşiklerin seviyelerinin kontrol altına alınabileceğini göstermektedir. Starter kültürlerin, mikroorganizmalara karşı gösterdiği antimikrobiyal etkinlik ve asidifikasyon özelliği, bu ürünlerin kalitesini arttırmak ve sağlıklı tüketim için uygun hale getirmek adına önemli bir strateji sunmaktadır. Bununla birlikte, starter kültürlerin biyojen aminlerin üretimi üzerindeki etkisi, kullanılan kültür türlerine, fermantasyon koşullarına ve ürünün özelliklerine göre değişkenlik gösterebilmektedir. Dolayısıyla, bu konuda daha fazla araştırma yapılarak, fermente balık ürünlerinin üretim süreçlerinde biyojen amin oluşumunun daha etkin bir şekilde kontrol edilmesi sağlanabilir. Bu tür çalışmalar, gıda endüstrisinin güvenli ve kaliteli ürünler sunabilmesi için büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

- Bover-Cid, S., Izquierdo-Pulido, M., & Vidal-Carou, M. C. (2000). Mixed starter cultures to control biogenic amine production in dry fermented sausages. *Journal of Food Protection*, 63(11), 1556-1562.
- Doeun, D., Davaatseren, M., & Chung, M. S. (2017). Biogenic amines in foods. *Food science and biotechnology*, 26, 1463-1474.
- Doğu, S. Ö., & Sarıçoban, C. (2015). Balık ve balık ürünlerinde biyojen aminler ve önemi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 18(3), 19-28.
- FDA. 1996. *Fish & Fisheries Products Hazards & Controls Guide*
- Hernández-Jover, T., Izquierdo-Pulido, M., Veciana-Nogués, M. T., Mariné-Font, A., & Vidal-Carou, M. C. (1997). Effect of starter cultures on biogenic amine formation during fermented sausage production. *Journal of Food Protection*, 60(7), 825-830.
- Hu, Y., Xia, W., & Ge, C. (2008). Characterization of fermented silver carp sausages inoculated with mixed starter culture. *LWT-Food Science and Technology*, 41(4), 730-738.
- Humaid SA, Jamal MT. The Effect of Storage Temperature (4°C, 15°C and 25°C) on The Shelf Life of Whole Marine Fish (Rastrelliger kanagurta). *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology* 2014;8(11): 46–51. doi.org/10.9790/2402-081114651
- Kuley, E., Durmus, M., Ucar, Y., Kosker, A. R., Tumerkan, E. T. A., Regenstein, J. M., & Ozogul, F. (2018). Combined effects of plant and cell-free extracts of lactic acid bacteria on biogenic amines and bacterial load of fermented sardine stored at 3±1 C. *Food bioscience*, 24, 127-136.
- Lee, Y. C., Kung, H. F., Huang, C. Y., Huang, T. C., & Tsai, Y. H. (2016). Reduction of histamine and biogenic amines during salted fish fermentation by *Bacillus polymyxa* as a starter culture. *journal of food and drug analysis*, 24(1), 157-163.
- Lehane, L., & Olley, J. (2000). Histamine fish poisoning revisited. *International journal of food microbiology*, 58(1-2), 1-37.
- Lu S, Ji H, Wang Q, Li B, Li K, Xu C, et al. The effects of starter cultures and plant extracts on the biogenic amine accumulation in traditional Chinese smoked horsemeat sausages. *Food Control* 2015;50: 869–875. doi.org/10.1016/J.FOODCONT.2014.08.015
- Mah, J. H., & Hwang, H. J. (2009). Inhibition of biogenic amine formation in a salted and fermented anchovy by *Staphylococcus xylosus* as a protective culture. *Food Control*, 20(9), 796-801.

- Mah, J. H., Han, H. K., Oh, Y. J., Kim, M. G., & Hwang, H. J. (2002). Biogenic amines in Jeotkals, Korean salted and fermented fish products. *Food Chemistry*, 79(2), 239-243.
- Nie, X., Zhang, Q., & Lin, S. (2014). Biogenic amine accumulation in silver carp sausage inoculated with *Lactobacillus plantarum* plus *Saccharomyces cerevisiae*. *Food Chemistry*, 153, 432-436.
- Özoğul, F., Küley, E., & Özoğul, Y. (2004). Balık ve Balık Ürünlerinde Oluşan Biyojenik Aminler. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 21(3).
- Sivamaruthi, B. S., Kesika, P., & Chaiyasut, C. (2021). A narrative review on biogenic amines in fermented fish and meat products. *Journal of Food Science and Technology*, 58(5), 1623-1639.
- Świder, O., Roszko, M. Ł., & Wójcicki, M. (2024). The inhibitory effects of plant additives on biogenic amine formation in fermented foods—a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 64(33), 12935-12960.
- Turna, N. S., Chung, R., & McIntyre, L. (2024). A review of biogenic amines in fermented foods: Occurrence and health effects. *Heliyon*.
- Valsamaki, K., Michaelidou, A., & Polychroniadou, A. (2000). Biogenic amine production in Feta cheese. *Food chemistry*, 71(2), 259-266.
- Visciano, P., Schirone, M., Tofalo, R., & Suzzi, G. (2012). Biogenic amines in raw and processed seafood. *Frontiers in microbiology*, 3, 188.
- Xu, Y., He, L., Xia, W., Jiang, Q., Yang, F., Gao, P., & Wang, B. (2019). The impact of fermentation at elevated temperature on quality attributes and biogenic amines formation of low-salt fermented fish. *International Journal of Food Science & Technology*, 54(3), 723-733.
- Xu, Y., He, L., Xia, W., Jiang, Q., Yang, F., Gao, P., & Wang, B. (2019). The impact of fermentation at elevated temperature on quality attributes and biogenic amines formation of low-salt fermented fish. *International Journal of Food Science & Technology*, 54(3), 723-733.
- Zarei, M., Najafzadeh, H., Enayati, A., & Pashmforoush, M. (2011). Biogenic amines content of canned tuna fish marketed in Iran. *American-Eurasian Journal of Toxicological Sciences*, 3(3), 190-193.

10.Bölüm

İstilacı Midyelerin Reaktif Yönetimi: Karada Kirlilik Yükünün Hafifletilmesi ve Atık Kabukların Sürdürülebilir Kullanımı

HÜLYA ŞEREFLİŞAN¹

¹Doç.Dr. Hülya ŞEREFLİŞAN, İskenderun Teknik Üniversitesi, 0000-0002-2510-3714

1. GİRİŞ

İstilacı türler, doğal ekosistemlere ve insan yapımı ortamlara zarar vererek biyolojik çeşitliliği tehdit eder, ekolojik dengeyi bozar ve ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Bunlardan biri de istilacı midyeler, özellikle *Dreissena polymorpha* (zebra midyesi) ve *Corbicula fluminea* (tuzlu su midyesi) gibi türlerdir. Bu midyeler, sucul ekosistemlerde hızla yayılarak yerli türleri tehdit etmekte ve su kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Ekonomik açıdan ise sulama, su arıtma, enerji santralleri ve gemi motorları gibi yapılara ciddi zararlar verebilmektedir (Şekil 1). İstilacı midyeler, bu altyapılarda tıkanmalara yol açarak operasyonel maliyetleri artırır ve bakım gereksinimlerini maliyetli hale getirmektedir (Karatayev ve ark., 2007; Ricciardi, 2006). Bu nedenle, midyelerin yayılımı ve etkileri, yalnızca biyolojik açıdan değil, aynı zamanda ekonomik açıdan da ciddi bir sorun oluşturmaktadır.



Şekil 1. Su hatlarında birikmiş Zebra midyeler (DSİ, 2012)

1.1. Yayılma Yolları ve Küresel Boyuttaki Tehditler

İstilacı midyelerin yayılması, genellikle insan faaliyetleri sonucu hızlanmaktadır. Bu türler, gemilerle taşınan suyun, balıkçılık ve sulama sistemleriyle yayılır. *Dreissena polymorpha* gibi midyeler, göletler, göller ve nehirler gibi tatlı su sistemlerinde hızla yayılabilir. Ayrıca, bu midyeler, su taşıyan tekneler ve gemi balastları aracılığıyla da yer değiştirebilir (Kiruba-Sankar ve ark., 2018). *Corbicula fluminea* ise daha geniş bir coğrafi alanda yayılabilen ve genellikle tropikal ve subtropikal bölgelerde bulunan bir türdür.

Zebra midyesi, Kuzey Amerika ve Avrupa'da ekosistemlerde büyük değişikliklere yol açmış, yerli türlerin yerini almış ve su ekosistemlerinde organik madde birikimine neden olmuştur. *Dreissena* türlerinin yayılması, yerli sucul bitki örtüsüne ve su kuşlarıyla diğer ekosistem üyelerine de zarar verebilir (Chase & Bailey, 1999). Bunun yanı sıra, istilacı midyeler, su kalitesini olumsuz

etkileyerek yerel halkın içme suyu temini ve sulama sistemlerini de riske atmaktadır.

1.2. Reaktif Yönetim ve Sürdürülebilir Çözümler

İstilacı midyelerle mücadelede genellikle reaktif yönetim stratejileri uygulanır. Reaktif yönetim, sorunun başladığı andan itibaren müdahale etmeyi ve etkilerini azaltmaya yönelik önlemler almayı ifade eder. Bu bağlamda, istilacı midyeler toplandıktan sonra, zararlı etkilerinin hafifletilmesi ve bertaraf edilmesi gerekmektedir. Ancak, reaktif yönetim yaklaşımları genellikle yeterli olmayabilir; bu yüzden sürdürülebilir çözümler geliştirilmesi büyük önem taşır. Bu çözümler, atık midye kabuklarının geri dönüştürülmesi gibi yöntemleri içerebilir. Midye kabuklarının inşaat sektöründe kullanılması, atıkların bertaraf edilmesi yerine faydalı bir kaynağa dönüştürülmesini sağlar (Leone ve ark., 2023).

Sürdürülebilir yönetim stratejileri, midyelerin yayılmasını engellemeye yönelik önleyici tedbirler ve aynı zamanda atıkların verimli bir şekilde değerlendirilmesini içerir. Bu tür stratejiler, ekosistemlerin yeniden sağlıklı hale gelmesini ve insan faaliyetlerinin çevresel etkilerini en aza indirmeyi amaçlar. Döngüsel ekonomi prensipleri, atıkların yeniden kullanılması ve geri dönüştürülmesi konusunda önemli bir yol sunar. Bu bağlamda, midye kabuklarının inşaat sektöründe kullanılan beton bileşenlerine dönüştürülmesi, çevre dostu ve ekonomik bir çözüm oluşturabilir (Bamigboye ve ark., 2020).

Bu çalışma, istilacı midyelerin reaktif yönetimini ele alırken, aynı zamanda bu midyelerin karasal ortamda oluşturduğu kirlilik yükünü ve bu kirliliğin hafifletilmesi için geliştirilen çözümleri inceleyecektir. İnşaat sektöründe midye kabuklarının geri dönüşümü ve döngüsel ekonomi uygulamaları üzerinde durulacak, bu alandaki mevcut literatür derlenerek, gelecekte yapılması gereken araştırmalar için önerilerde bulunulacaktır. Literatürde yer alan reaktif yönetim stratejileri, midyelerin yayılımını engelleme ve atıkların geri dönüşümüne yönelik sürdürülebilir çözümler ışığında değerlendirilip, ekosistemler için uzun vadeli iyileşme önerileri sunulacaktır.

2. İSTİLACI MİDYELERİN KÜRESEL YAYILIMI

2.1. Yayılma Mekanizmaları (Doğal ve İnsan Kaynaklı)

İstilacı midyelerin yayılımı hem doğal mekanizmalarla hem de insan faaliyetleri sonucu hızlanmaktadır. Doğal yayılma, su akıntıları, hayvanlar veya rüzgar gibi çevresel faktörlerle gerçekleşir. Örneğin, midyelerin larvaları su akıntıları aracılığıyla yeni habitatlara taşınabilmektedir. Bununla birlikte, insan kaynaklı yayılma, istilacı türlerin en hızlı şekilde yayılmasına neden olmaktadır.

İnsanların taşımacılık faaliyetleri, su taşımacılığı, gemi balast suyu, sulama sistemleri ve balıkçılık aktiviteleri, midyelerin coğrafi alanlara yayılmasını kolaylaştırmaktadır. Bu türlerin su taşıyan gemilerle taşınması, özellikle *Dreissena polymorpha* gibi midyelerin bir yerden diğerine hızlıca yayılmasını sağlamaktadır. Gemi balast suyu bu türlerin küresel çapta yayılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Çünkü gemiler, denizden göllere ve göletlere balast suyu bırakırken, taşıdığı ekosistemler de yeni bölgelerde hızla yerleşebilir (Minchin ve ark., 2009)

2.2. Coğrafi Dağılımlar ve Bölgesel Etkiler (Avrupa, Kuzey Amerika, Asya)

İstilacı midyeler, başlangıçta yerli olmayan sucul ekosistemlere sızarak farklı coğrafyalarda büyük değişikliklere yol açmıştır. *Dreissena polymorpha*, ilk olarak Karadeniz bölgesine ait tatlı su göllerinde keşfedildikten sonra, hızla Avrupa'ya ve ardından Kuzey Amerika'ya yayılmıştır. Kuzey Amerika'da, zebra midyesinin yayılması, göletler ve göller gibi tatlı su sistemlerinde önemli ekolojik değişimlere yol açmıştır. Zebra midyesi, organik madde birikimini artırarak su kalitesini değiştirip, yerli türleri tehdit eder hale gelmiştir (Nalepa & Schloesser, 1992). Dahası, bu türün Kuzey Amerika'daki yayılımı, hidroelektrik santralleri ve içme suyu arıtma tesislerinde tıkanmalara yol açmıştır (Karatayev ve ark., 2007).

Asya'da ise *Corbicula fluminea*, daha geniş bir coğrafi alanda yayılabilen ve çoğunlukla tropikal ve subtropikal bölgelerde bulunan bir türdür. Bu tür, nehirler ve sulama sistemleri aracılığıyla hızla yayılmakta ve yerli türlerle rekabet ederek, ekosistem dengesini bozmakta ve su kaynaklarının yönetimini zorlaştırmaktadır (Ricciardi, 2006). Ayrıca, Afrika gibi yeni bölgelerde de istilacı midyeler su ekosistemlerinde hızlı yayılım göstererek yerli türleri ve ekosistemleri tehdit etmektedir.

2.3. Ekosistem Üzerindeki Baskıları ve Sucul Sistemlerdeki Etkileri

İstilacı midyeler, ekosistemler üzerinde ciddi baskılar oluşturmaktadır. Midyeler, ekosistemlerdeki organik madde döngüsünü değiştirerek suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini etkiler. Özellikle, *Dreissena polymorpha* ekosistemlerdeki besin zincirini değiştirmektedir. Bu tür, suyu filtreleme kapasitesine sahip olup suyun berraklığını artırabilir, ancak bu, yerli su bitkileri ve zooplankton gibi besin kaynaklarını da olumsuz etkileyebilir (Strayer ve Smith, 2001). Bu durum zamanla, göletlerde ve göllerde besin zincirindeki dengesizliklere neden olmaktadır.

İstilacı midyeler, sucul bitkilerin büyümesini ve diğer sucul organizmaların üremesini de olumsuz yönde etkilemektedir. Zebra midyesi, yerli bitkilerin gelişmesini engelleyerek ekosistemlerde ciddi dengesizliklere yol açabilir. Bunun yanında, midyelerin toplanması ve temizlik işlemleri de ekosistemlere zarar verebilmektedir, çünkü yerli biyolojik çeşitlilik üzerindeki baskı artar. *Corbicula fluminea*, yerli bitkiler ve hayvanlar için önemli bir habitat oluşturan alanları yok edebilir (Mills ve ark., 1996). Ayrıca, bu türlerin aşırı büyümesi, ekosistemlerin oksijen seviyelerini azaltabilir ve yerli balık türlerinin yaşam alanlarını daraltabilmektedir.

İstilacı midyelerin, göletler ve nehirler gibi sucul sistemlerde oluşturduğu baskıların, yalnızca biyolojik çeşitlilik üzerinde değil, su kalitesi, su kullanım verimliliği ve ekosistem hizmetleri üzerinde de uzun vadeli etkileri olabilir. Ekosistem hizmetlerinde bozulma, içme suyu temini, sulama sistemleri ve enerji üretimi gibi insan faaliyetlerini söz konusu istiladan doğrudan etkilenebilir (Pimentel ve ark., 2005).

2. KARASAL KİRLİLİK YÜKÜ: MİDYELERİN TOPLANMASI VE BERTARAFI

3.1. İstilacı Midyelerin Toplanması Sırasında Karşılaşılan Lojistik ve Çevresel Zorluklar

İstilacı midyelerin toplanması, çeşitli lojistik ve çevresel engelleri beraberinde getirmektedir. Lojistik açıdan, midyelerin toplandığı alanlar genellikle uzak ve ulaşılması zor bölgelerdir. Bu alanlarda suyun derinliği, akış hızı ve su kirliliği gibi çevresel faktörler, toplama sürecini daha karmaşık hale getirmektedir. Midyelerin toplama işlevine uygun araç ve gereçlerin belirlenmesi gerekir; bununla birlikte, büyük miktarda midye toplama işlemi, toplama ekipmanlarını ve iş gücünü arttırarak operasyonel maliyetleri yükseltmektedir (Sousa ve ark., 2014). Ayrıca, toplama süreci sırasında kullanılan ekipmanlar yerel ekosistemlere zarar verebilir, çünkü bazen midyeler su bitkileriyle birlikte toplanmakta ve yerli türlerin zarar görmesine yol açabilir.

Çevresel zorluklar, midyelerin toplanmasının ekosistem üzerinde yaratabileceği olumsuz etkilerle ilgilidir. İstilacı midyelerin yoğun şekilde toplandığı su ekosistemlerinde, yerli ekosistem bileşenleri özellikle su bitkileri ve mikroorganizmalar olumsuz etkilenebilir. Bu süreç, bazı su ekosistemlerinde su kalitesini de bozar, çünkü organik madde birikimi, oksijen seviyelerini düşürerek suyun ekolojik dengesini tehdit etmektedir (Johnson ve ark., 2009). Bununla birlikte, midyelerin toplandığı alanlarda toplama sırasında kabukların sudan çıkarılması, yerel fauna ve flora üzerinde baskı oluşturabilir. Özellikle,

nadir ya da yerli türler bu toplama faaliyetlerinden dolayı habitat kaybı yaşayabilir.

3.2. Karasal Kirlilik Yükünün Kaynakları (Ölü Midyeler, Atık Kabuklar)

İstilacı midyeler toplandıktan sonra, çevresel etki ve kirlilik yükü oluşturan atıklar geride kalmaktadır. Ölü midyeler ve atık kabuklar, toplanan midyelerin derinlemesine işlenmediği durumlarda önemli bir karasal kirlilik kaynağı olabilir (Şekil 2). Midyeler, büyük miktarlarda ölü organizmalar bırakarak, toprak ve su ekosistemlerinde organik madde birikimine yol açar. Bu birikim, kısmen su ekosistemlerinde oksijen seviyelerinin düşmesine ve su kalitesinin bozulmasına neden olabilir (Pimentel ve ark., 2005). Ayrıca, ölü midyeler ve kabuklar, mikroorganizmaların ayrıştırma sürecine girmesiyle birlikte, yerel su ekosistemlerinde mikrobiyal dengenin değişmesine neden olmaktadır (Johnson ve ark., 2009).



Şekil 2. Atık midye kabukları (Çitoğlu & Bayraktar, 2016)

Atık kabuklar ise, hem karasal hem de sucul ekosistemlere zarar verebilir. Midye kabukları suya karıştığında, yerli sucul bitkilerin büyümesini engelleyebilir ve biyolojik çeşitliliği tehdit eder. Ayrıca, midye kabuklarının toprakta birikmesi, toprağın pH seviyesini değiştirebilir ve bu da yerel flora ve faunaya zarar verebilir (Strayer ve ark., 2006). Gömülen kabuklar, uzun vadede suya sızarak yeraltı su kaynaklarını kirletebilir ve bu durum, içme suyu temininde zorluklar yaratabilir.

3.3. Çeşitli Bertaraf Yöntemleri ve Bunların Çevresel Etkileri

Midyelerin bertarafı için çeşitli yöntemler kullanılmakta, her birinin çevresel etkileri farklıdır. Bu yöntemler, midyelerin çevresel etkilerini minimize etmeyi hedeflemektedir.

3.3.1. Gömme ve Depolama

Midye kabuklarının gömme veya depolama yöntemi, büyük miktarda atığın hızlı bir şekilde bertaraf edilmesi için en yaygın kullanılan yöntemlerden biridir. Ancak, bu yöntem uzun vadede çevresel sorunlara yol açabilir. Gömme işlemi sırasında organik madde birikimi artabilir ve bu, yerel ekosistemleri olumsuz etkileyebilir. Özellikle, toprağın oksijen seviyelerinin düşmesi, mikroorganizmaların faaliyetlerini engelleyebilir ve bu da çevresel dengenin bozulmasına yol açabilir (Rosenberg & Resh, 2015).

3.3.2. Kompostlama ve Organik Gübre Üretimi

Kompostlama, midye kabuklarının biyolojik olarak ayrıştırılarak organik gübreye dönüştürülmesi işlemi olarak çevre dostu bir alternatif sunmaktadır. Bu süreç, kabukların inorganik materyallerini biyolojik olarak işlemeyi sağlar ve organik gübreler elde edilir. Ancak, kompostlama sürecinde oluşan bazı kimyasal bileşiklerin çevreye salınma riski vardır (Strayer ve ark., 2006). Ayrıca, kompostlama süreci genellikle büyük miktarda kabuk ile başa çıkmayı gerektirir, bu da lojistik zorlukları artırmaktadır. Ancak, kompostlanan kabuklar toprak sağlığını iyileştirebilir ve ekosistem üzerinde olumlu bir etki yaratabilir.

3.4. İnşaat ve Altyapı Ürünlerinde Midye Kabuklarının Kullanımı: Çevresel Faydalar ve Zorluklar

Midye kabuklarının inşaat sektöründe kullanımı, atıkların geri dönüştürülmesi ve çevresel etkilerin azaltılması açısından önemli bir fırsat sunar. Bu kabuklar, beton bileşenlerinde agrega (dolgusal malzeme) olarak kullanılabilir. Beton, inşaat sektörünün temel yapı malzemesi olup, dünya genelinde büyük miktarlarda üretilmektedir. Midye kabukları, betonun yapısal özelliklerini geliştirebilir; özellikle, mekanik dayanıklılığı artırabilir ve betonun dayanıklılığını uzun vadede artırabilir (Leone ve ark., 2023). Betonun güçlendirilmesi, özellikle inşaat sektöründeki sürdürülebilirlik hedefleriyle uyumludur. Çünkü bu tür bir kullanım, beton üretimi sırasında kullanılan geleneksel agregaların çevresel etkilerini azaltabilir. Doğal agregaların çıkarılması ve taşınması çevresel bozulmalara yol açarken, midye kabuklarının kullanılması, atıkların tekrar değerli hale getirilmesini sağlamaktadır.

Midye kabuklarının beton bileşenlerinde kullanılmasının çevresel faydaları yalnızca atık yönetimiyle sınırlı değildir. Ayrıca, midye kabukları içerdikleri kalsiyum karbonat sayesinde, betonun daha dayanıklı ve uzun ömürlü olmasına katkıda bulunabilir. Bu özellik, özellikle deniz iklimine maruz kalan yapılar için önemlidir. Kalsiyum karbonat, betonun içindeki su buharının ve nemin buharlaşmasını engelleyerek, yapının daha az zarar görmesini sağlar ve suya karşı dayanıklılığı artırır (Liao ve ark., 2022). Bununla birlikte, midye kabukları, betonun karışımına dahil edildiğinde, malzemenin kimyasal özelliklerini de değiştirebilir, bu da betonun işlenebilirliğini ve son ürünün özelliklerini iyileştirebilir. Bu, özellikle inşaat sektöründe önemli bir avantajdır, çünkü dayanıklı ve sürdürülebilir yapıların inşası giderek daha fazla talep edilmektedir. Ancak, midye kabuklarının inşaat malzemesi olarak kullanımı, büyük ölçekli uygulamalarda dikkatle değerlendirilmelidir. Özellikle kabukların işlenmesi ve kullanımı sırasında bazı çevresel etkiler ortaya çıkabilir. Midye kabukları, organik bileşikler içerebilir ve bu bileşiklerin betona dahil edilmesi sırasında bazı kimyasal reaksiyonlar ve mikroorganizmaların etkileri gözlemlenebilir. Ayrıca, büyük miktarlarda kabuk kullanımı, su ekosistemlerinden toplanan bu atıkların depolanması ve taşınması için lojistik zorluklar yaratabilir. Dolayısıyla, bu tür kullanımın çevresel etkilerini anlamak ve yönetmek için kapsamlı araştırmalar yapılmalıdır. Örneğin, midye kabuklarının mikrobiyal ve kimyasal bileşenleri, uzun vadede betonun dayanıklılığını olumsuz etkileyebilir ve bu da beklenmedik çevresel sorunlara yol açabilmektedir (Cordeiro ve ark., 2013).

3.5. Enerji Üretimi İçin Kullanım

Biyokütle enerjisi üretimi, midye kabuklarının çevre dostu bir şekilde kullanılmasına yönelik başka bir yöntemdir. Kabuklar, organik atıklar olarak biyokütle enerjisi üretimi için kullanılabilir ve fosil yakıtların yerine geçebilir. Ancak, biyokütle enerji üretimi, karbon salınımını artırabilir ve çevreye potansiyel olarak zarar verebilmektedir (Popoviç ve ark., 2023). Ayrıca, biyokütle üretiminde kullanılan malzemelerin tedarik zinciri ve işleme süreçleri, çevresel etkiler yaratabilir. Bu yüzden biyokütle kullanımının çevre dostu olup olmadığı, kullanılan teknolojilere ve üretim sürecine bağlı olarak değişebilir.

4. ATIK KABUKLARIN YENİDEN KULLANIMI VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

4.1. İnşaat sektöründeki potansiyel uygulamalar

4.1.1. Çimento katkı maddesi olarak kullanımı

Midye kabukları, inşaat sektöründe çimento üretiminde katkı maddesi olarak kullanılacak önemli bir biyolojik atıktır. Kabuklar, yüksek miktarda kalsiyum

karbonat (CaCO_3) içerir, bu da onları çimento karışımında kullanılmaya uygun hale getirir. Kalsiyum karbonat, çimentonun erken dönemde sertleşmesini ve dayanıklılığını artırır. Çimento üretimi, kalsiyum karbonatın kalsiyum oksit (CaO) ve karbondioksit (CO_2) ayrıştığı yüksek sıcaklıkları gerektirmektedir. Bu süreç, enerji tüketimi açısından oldukça maliyetlidir ve çevresel etkileri büyüktür. Ancak, midye kabuklarının kullanılması çimento üretiminde enerji tüketimini azaltabilir; çünkü kabuklar, kalsiyum karbonat içerikleriyle daha düşük sıcaklıklarda işlem yapılmasını sağlar. Bu, çimento üretiminde daha sürdürülebilir bir yöntem sunar (Martínez-Ramírez ve ark., 2019; Parisi ve ark., 2016).

Midye kabuklarının çimentoya eklenmesi, malzemenin mekanik özelliklerini de iyileştirebilir. Araştırmalar, kabukların çimentoya entegre edilmesinin, dayanıklılığı artırdığını ve suya karşı dirençliliği geliştirdiğini göstermektedir. Bu özellikler, özellikle suya maruz kalan inşaat projelerinde (örneğin, su yapıları veya deniz kenarındaki yapılar) büyük avantaj sağlar. Ayrıca, midye kabuklarının eklenmesi, çimentonun karbon emisyonlarını azaltma potansiyeline sahiptir. Bu, çünkü kabuklar doğal bir kaynaktır ve geri dönüştürülmesi, yeni malzemelerin üretimi sırasında açığa çıkan karbon salınımını azaltır (Wang ve ark., 2021).

Sonuç olarak, midye kabuklarının çimento üretiminde kullanılması, hem çevresel hem de ekonomik faydalar sağlamaktadır. Bu uygulama, inşaat sektöründe sürdürülebilir malzeme kullanımını teşvik eder, doğal kaynakların tüketimini azaltır ve karbon ayak izini küçültür. Ayrıca, atık yönetimini iyileştirerek ekosistemi korur. Bu tür sürdürülebilir çözümler, gelecekte inşaat endüstrisinin daha çevre dostu hale gelmesine katkı sağlayacaktır (Bamigboye ve ark., 2020; Martínez-Ramírez ve ark., 2019).

4.1.2. Yol Yapım Malzemesi Olarak Değerlendirilmesi

Midye kabukları, inşaat sektöründe yol yapım malzemesi olarak kullanılabilen başka bir değerli geri dönüştürülebilir atık kaynağıdır. Bu kabuklar, yüksek kalsiyum karbonat içeriği nedeniyle mineral katkı maddesi olarak ideal bir bileşendir. Yol yapımında kullanılan asfalt ve beton karışımlarına eklenen midye kabukları, malzemenin dayanıklılığını artırabilir ve performansını iyileştirebilmektedir. Araştırmalar, midye kabuklarının asfalt karışımlarına entegre edilmesinin, yol yüzeylerinin aşınmaya karşı dayanıklılığını artırdığını ve su geçirgenliğini iyileştirdiğini göstermektedir (Gong ve ark., 2023; Ghaleb ve ark., 2020).

Midye kabuklarının asfalt karışımlarına eklenmesi, yolda kullanılan asfaltın mekanik özelliklerini güçlendirebilir. Yapılan çalışmalar, kabukların bu karışımlara eklenmesinin, özellikle asfaltın rijitliğini artırdığını ve çatlama

olasılığını azalttığını ortaya koymuştur. Bu, özellikle aşırı sıcak ve soğuk hava koşullarına maruz kalan bölgelerde yolların ömrünü uzatabilir ve bakım maliyetlerini azaltabilir (Gong ve ark., 2023). Ayrıca, midye kabukları, asfalt karışımının plastik ve elastik özelliklerini geliştirebilir, bu da yol yüzeyinin daha esnek hale gelmesini ve taşıma kapasitesinin artmasını sağlar.

Midye kabuklarının yol yapımında kullanılmasının çevresel faydaları da önemli düzeydedir. Kabukların atık olarak doğada çürüyüp bozulması, toprak ve su kirliliğine yol açabilir. Ancak, bu kabukların yol yapım malzemesi olarak geri dönüştürülmesi, hem atıkların bertarafını sağlar hem de doğal kaynakların kullanımını azaltır. Çevresel açıdan, midye kabuklarının asfalt karışımlarında kullanılması, atık yönetimi açısından daha sürdürülebilir bir seçenek sunar ve karbon ayak izinin azaltılmasına yardımcı olabilir (Ghaleb ve ark., 2020).

Sonuç olarak, midye kabuklarının yol yapım malzemesi olarak değerlendirilmesi, hem teknik hem de çevresel açıdan büyük potansiyel sunmaktadır. Yol yapımındaki malzemelerin daha dayanıklı, sürdürülebilir ve çevre dostu hale gelmesini sağlarken, atıkların verimli bir şekilde geri dönüştürülmesini de mümkün kılar. Bu kullanım, inşaat sektörünün sürdürülebilirliği adına önemli bir adım teşkil etmektedir.

4.1.3. Kalsiyum Karbonat Kaynağı Olarak Endüstriyel Kullanımlar

Midye kabukları, kalsiyum karbonat (CaCO_3) bakımından oldukça zengin olup, çeşitli endüstriyel süreçlerde ham madde olarak kullanılabilir. Kalsiyum karbonat, plastik, kağıt, gıda, ilaç ve kozmetik sektörlerinde yaygın olarak kullanılan önemli bir bileşendir. Plastik sektöründe, kalsiyum karbonat dolgu maddesi olarak kullanılarak plastiklerin dayanıklılığını artırır ve üretim maliyetlerini düşürür. Plastik ürünlerdeki kalsiyum karbonat içeriği, plastiklerin mekanik özelliklerini güçlendirir, özellikle darbe dayanımını artırır ve plastiklerin daha pürüzsüz bir yüzey yapısına sahip olmasını sağlamaktadır (İsmail ve ark., 2022).

Kağıt üretiminde, kalsiyum karbonat dolgu maddesi olarak kullanılır, bu da kağıdın beyazlığını artırmak ve üretim sürecinde kullanılan hammadde miktarını azaltmak için önemlidir. Midye kabuklarının, kağıt endüstrisinde kullanılan geleneksel dolgu maddeleri yerine kullanılması, daha çevre dostu bir alternatif sunar ve kağıt üretiminin sürdürülebilirliğini destekler. Kalsiyum karbonatın, kağıt üretiminde kullanımı, hem maliyetleri azaltırken hem de daha kaliteli ve dayanıklı kağıt üretimini mümkün kılar. Ayrıca, midye kabuklarının kalsiyum karbonat kaynağı olarak endüstriyel kullanımının çevresel faydaları da oldukça büyüktür. Geleneksel kalsiyum karbonat kaynakları genellikle madenlerden

çıkarılır, bu da doğal kaynakların tükenmesine ve çevresel bozulmalara yol açar. Midye kabuklarının kullanımı, bu doğal kaynaklara olan bağımlılığı azaltır ve atıkların değerli bir hammaddeye dönüştürülmesini sağlar. Bu tür geri dönüşüm süreçleri, dögüsel ekonomi ilkelerine uygun bir yaklaşım sunar ve sürdürülebilir üretim sistemlerini destekler (Leone ve ark., 2023).

Sonuç olarak, midye kabuklarının kalsiyum karbonat kaynağı olarak endüstriyel kullanımı, çeşitli sektörlerde sürdürülebilir üretim süreçlerine katkı sağlarken, atıkların çevre dostu bir şekilde geri dönüştürülmesini mümkün kılar. Bu kullanım, hem ekonomik faydalar sunar hem de çevresel etkileri minimize eder.

4.2. Dögüsel Ekonomi İlkeleri ve Örnek Uygulamalar

Dögüsel ekonomi, kaynakların daha verimli kullanılmasını, atıkların mümkün olduğunca yeniden kullanılmasını ve doğal sistemlerin sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesini amaçlayan bir ekonomik modeldir. Bu modelde, atıkların ham madde olarak yeniden işlenmesi ve doğal kaynakların daha verimli kullanılması ön plandadır. Midye kabukları gibi biyolojik atıkların geri dönüştürülmesi, dögüsel ekonomi ilkelerinin başarılı bir şekilde uygulanmasına örnek teşkil eder (Şekil 3). Midye kabukları, doğada hızla tükenen ve çeşitli endüstrilerde kullanılabilen önemli bir kaynaktır. Çimento, asfalt, kompozit malzemeler ve diğer inşaat malzemeleri üretiminde kullanılarak bu biyolojik atıkların çevresel etkileri en aza indirgenebilir ve ekonomik değer yaratılabilmektedir (Wu ve ark., 2014).



Şekil 3. Midye kabuklarının çimento katkı maddesi haline getirilmesi (de Freitas ve ark., 2024)

Midye kabuklarının geri dönüşümü, atık yönetimde önemli bir çözüm sunar. Kabuklar, inşaat sektöründe, özellikle beton üretiminde kullanıldığında, hem

atıkların verimli bir şekilde değerlendirildiği hem de malzeme maliyetlerinin önemli ölçüde azaltıldığı bir uygulama ortaya çıkar. Çimento üretimi, çevresel olarak enerji yoğun bir süreçtir ve midye kabuklarının bu süreçte kullanılması, geleneksel kaynakların tüketimini azaltarak karbon ayak izini düşürmektedir. Çimento karışımında kullanılan midye kabukları, dayanıklılığı artırırken aynı zamanda suya karşı dirençli bir yapı sağlar. Bu tür bir kullanım, inşaat sektöründe sıfır atık hedeflerinin gerçekleştirilmesine katkı sağlar (Bamigboye ve ark., 2020).

Döngüsel ekonomi ilkesinin bir diğer örneği, midye kabuklarının asfalt üretiminde kullanılmasıdır. Asfalt, yol yapımında yaygın olarak kullanılan bir malzemedir ve midye kabukları, bu malzemenin dayanıklılığını ve sürtünme özelliklerini artırabilir. Bu tür bir uygulama, hem yol yapımında kullanılan malzeme maliyetlerini düşürür hem de çevresel faydalar sağlar. Midye kabukları, ayrıca diğer inşaat malzemeleri ile birleşerek daha sağlam ve uzun ömürlü yapılar oluşturulmasına olanak tanır (Liu ve ark., 2020).

Sonuç olarak, döngüsel ekonomi ilkelerinin uygulanması, atıkların yeniden değerlendirilmesi ve çevresel etkilerin en aza indirilmesi açısından büyük bir potansiyel sunmaktadır. Midye kabukları gibi biyolojik atıkların geri dönüştürülmesi, hem doğa dostu uygulamalara hem de ekonomik kazançlara katkı sağlamaktadır. Bu tür uygulamalar, endüstriyel üretim süreçlerinin daha sürdürülebilir hale gelmesine olanak tanırken, atıkların verimli bir şekilde kullanılmasına yardımcı olur (Martínez-Ramírez ve ark., 2019).

4.3. Çalışmaların Çevresel ve Ekonomik Faydalı Analizi

Midye kabuklarının yeniden kullanımı, hem çevresel hem de ekonomik açıdan önemli faydalar sağlar. Çevresel faydaların başında, doğal kaynakların korunması ve karbon emisyonlarının azaltılması yer almaktadır. Çimento ve beton gibi inşaat malzemelerinin üretimi genellikle yüksek enerji tüketimi gerektirir ve bu süreçler sırasında önemli miktarda karbon salınımı gerçekleşmektedir. Midye kabuklarının çimento üretiminde katkı maddesi olarak kullanılması, bu sürecin daha düşük sıcaklıklarda ve daha az enerjiyle gerçekleştirilmesini sağlar. Bu sayede, enerji tüketimi ve dolayısıyla karbon emisyonları düşürülmüş olur (Zhu ve ark., 2024). Aynı zamanda, midye kabuklarının atık olarak kullanılması, geleneksel hammadde kullanımını azaltarak doğal kaynakların korunmasına yardımcı olur.

Ekonomik açıdan, midye kabuklarının geri dönüştürülmesi önemli maliyet tasarrufları sağlar. Geleneksel inşaat malzemeleri üretiminde, ham maddelerin temini ve işlenmesi yüksek maliyetler oluşturur. Midye kabuklarının inşaat sektöründe kullanımı, bu maliyetleri düşürürken, aynı zamanda yeni iş alanlarının

yaratılmasına olanak tanır. Midye kabuklarının işlenmesi ve inşaat malzemelerine dönüştürülmesi, yeni iş fırsatları yaratabilir, özellikle yerel düzeyde bu tür geri dönüşüm süreçleri için iş gücü ihtiyacı doğar (El Biriane ve ark., 2020). Ayrıca, bu tür yenilikçi malzeme kullanımı, yeni pazarlara açılma fırsatları da sunar. Midye kabukları gibi biyolojik atıkların kullanımı, sürdürülebilir kalkınmayı teşvik eder ve atıkların ekonomik bir kaynağa dönüşmesini sağlamaktadır.

Son olarak, midye kabuklarının yeniden kullanılması, çevre dostu inşaat çözümleri sunarak sürdürülebilir uygulamaların yayılmasına yardımcı olur. Çevreye duyarlı bu çözümler, inşaat sektöründe düşük maliyetli alternatif malzemelerin kullanımını yaygınlaştırır ve sektördeki çevresel ayak izinin azaltılmasına olanak tanır. Hem çevresel hem de ekonomik açıdan bu tür uygulamaların genişletilmesi, döngüsel ekonomi ve yeşil inşaat çözümleri açısından önemli bir adım teşkil etmektedir (Bamigboye ve ark., 2020).

5. REAKTİF YÖNETİM STRATEJİLERİ

5.1.Dünyada uygulanan reaktif kontrol yöntemleri

Reaktif yönetim stratejileri, istilacı türlerin yayılmaya başladığı ve çevresel veya ekonomik tehdit oluşturmaya başladığı anlarda, durumu kontrol altına almak amacıyla devreye giren müdahale yaklaşımlarını içerir. Bu stratejiler, istilacı türlerin olumsuz etkilerini azaltmaya yönelik çeşitli fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemleri kapsar. Her bir yöntem, farklı ekosistemlerde ve türlere karşı etkili olabilmektedir, ancak her biri çevresel etkiler ve maliyetler açısından farklı sonuçlar doğurur.

5.1.1. Fiziksel Yöntemler

Fiziksel kontrol yöntemleri, istilacı türlerin yerinden edilmesi için doğrudan müdahaleyi içeren yöntemlerdir. Bunlar genellikle elle toplama, mekanik temizleme veya su sistemlerinin temizliği gibi teknikleri kapsamaktadır.

Elle Toplama

Midye ve diğer sucul organizmaların elle toplanması, özellikle az sayıda birey olan küçük alanlarda uygulanabilir. Bu yöntem, düşük maliyetli ve çevre dostu bir çözüm sunar ancak büyük alanlarda ve yoğun yerleşimlerde yetersiz kalabilir. Elle toplama, belirli türlerin baskın olduğu bölgelerde kısa vadeli çözüm olarak kullanılabilir (Higgins ve ark., 2008).

Su Sistemlerinin Temizliği

Mekanik temizleme, su altı ekosistemlerinden istilacı türleri fiziksel olarak çıkarmak için kullanılır. Bu yöntem, özellikle yerli ekosistemlerin korunmasında etkili olabilir. Ancak, sistemin büyüklüğü ve temizlik sıklığına bağlı olarak oldukça maliyetli olabilir ve yerel fauna üzerinde dolaylı etkiler yaratabilir. Temizleme işleminin sırasında suyun ekolojik dengeye zarar vermemesi için dikkatli bir yönetim gerekmektedir (Bir ve ark., 2022).

5.1.2. Kimyasal Yöntemler

Kimyasal kontrol yöntemleri, istilacı türlerin baskınlığını azaltmak için suya kimyasal maddelerin eklenmesini içerir. En yaygın kimyasal müdahale, mollusitler kullanımıdır.

Mollusitler

Bu kimyasal maddeler, özellikle midyeler gibi sucul kabuklular üzerinde etkili olup, onların hayatta kalmalarını ve üremelerini engeller. Mollusitler genellikle yüksek verimlilik sağlasa da, uygulama sırasında diğer sucul organizmalar ve ekosistem üzerindeki olumsuz etkileri, çevresel riskler taşır. Ayrıca, mollusitlerin etkinliği türlere ve çevresel koşullara bağlı olarak değişkenlik gösterir. Bu tür kimyasal müdahaleler, sürdürülebilir bir çözümden çok geçici bir çözüm sağlar ve çevresel zararı en aza indirmek için dikkatli kullanım gerektirir (Ricciardi ve ark., 2011). Örneğin, (bakır sülfat), Zebra midyesi (*Dreissena polymorpha*) üzerinde etkili bir mollusit olarak bilinmektedir, ancak bu kimyasalın su ekosistemine zarar verme riski yüksektir ve özellikle su canlıları üzerindeki toksik etkileri nedeniyle dikkatle uygulanmalıdır (Waller ve ark., 1993).

5.1.3. Biyolojik Yöntemler

Biyolojik kontrol yöntemleri, doğada mevcut olan doğal predatörleri veya hastalıkları kullanarak istilacı türleri kontrol altına almayı amaçlar. Bu tür yöntemler, genellikle uzun vadeli çözüm sunabilir ancak etkinlikleri zaman alabilir ve bazen kontrol dışına çıkma riski taşımaktadır.

Doğal Predatörlerin Kullanımı

Bazı predatörler, istilacı türlerin popülasyonlarını kontrol etmekte etkili olabilir. Örneğin, zebra midyesinin yoğun olduğu alanlarda, bazı balık türleri (özellikle midye yiyici balıklar) veya yumuşakçalar, zebra midyesi üzerinde baskı kurabilir. Ancak, doğal predatörlerin kullanımı, ekosistem dengesini bozma potansiyeline sahiptir. Predatörlerin aşırı çoğalması, yerli türlerin zarar görmesine yol açabilir ve türlerin doğal dengesizliğine neden olabilir. Ayrıca,

predatörlerin istilacı türlere olan özgüllüğü, bu yöntemlerin başarısını etkileyen önemli bir faktördür (Strayer, 1999).

Biyolojik Mücadele Yöntemleri

Mikroorganizmalar ve hastalıklar da biyolojik kontrol için kullanılabilir. Bu tür biyolojik ajanlar, istilacı türlere yönelik özel hastalıklar veya parazitler taşıyarak, türlerin popülasyonunu doğal yollarla baskı altına alabilir. Ancak bu tür biyolojik mücadelelerin de riskleri vardır; örneğin, biyolojik ajanlar istenmeyen yan etkilere yol açabilir ve hedef dışı türlere zarar verebilir (Kotula ve ark., 2021). Reaktif yönetim stratejileri, istilacı türlerin yayılmasını kontrol altına almak için çeşitli yöntemler sunar. Ancak, her yöntemin avantajları ve sınırlamaları vardır. Fiziksel yöntemler genellikle düşük çevresel etkiye sahipken, kimyasal yöntemler hızlı çözüm sağlayabilir ancak ekosistem üzerinde olumsuz etkiler doğurabilir. Biyolojik yöntemler ise daha uzun vadeli çözümler sunar, fakat ekosistemi yeniden dengeye getirmek zaman alabilir ve dikkatli yönetim gerektirir. Bu nedenle, başarılı bir yönetim stratejisi, genellikle bu yöntemlerin bir kombinasyonunu içerir ve yerel ekosistem özelliklerine göre özelleştirilir.

5. 2. Reaktif Yönetim Stratejileri: Başarı Hikayeleri ve Başarısızlık Örnekleri

Reaktif yönetim stratejileri, istilacı türlerle mücadele etmek için devreye giren bir dizi uygulama ve müdahaleyi içerir. Herhangi bir yönetim stratejisinin başarısı, ekosistemin özelliklerine, uygulanan yöntemlere ve çevresel koşullara bağlı olarak değişebilir. Aşağıda, bazı başarılı ve başarısız örnekler üzerinden reaktif yönetimin nasıl işlediğine dair örnekler sunulmuştur.

Başarı Hikayeleri

Zebra Midyesi (*Dreissena polymorpha*) ile Mücadele – Kuzey Amerika ve Avrupa

Zebra midyesi, Kuzey Amerika ve Avrupa'da yaygın bir istilacı türdür. Bu tür, su ekosistemlerine ciddi zararlar vererek yerli türleri tehdit etmekte ve ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Kanada'da ve Amerika'da zebra midyelerine karşı uygulanan fiziksel temizlik yöntemleri ve kimyasal kontrol stratejileri kısmi başarılar elde etmiştir. Örneğin, Ontario Gölü'nde, zararlı midye popülasyonları üzerinde fiziksel temizlik yöntemleri kullanılarak önemli bir azalma sağlanmıştır. Burada, su yollarının mekanik temizliği ve yoğun elle toplama gibi yöntemler, midye yoğunluğunu ciddi şekilde azaltmıştır. Ancak, bu tür temizlik yöntemlerinin sürdürülebilirliği sınırlıdır, çünkü istilacı türler hızla yeniden yerleşebilir ve bu da yeniden müdahale gerektirir (Karatayev ve ark., 2007).

Karides Avcılığı ve Zebra Midyesi Kontrolü – Suda Doğal Predatör Kullanımı

Doğal predatörlerin kullanılması, biyolojik kontrol stratejilerinin başarılı bir örneğidir. Örneğin, bazı karides türlerinin zebra midyesi populasyonlarını baskılama yönündeki potansiyelleri araştırılmış ve bazı başarılı örnekler elde edilmiştir. Bu tür biyolojik mücadele yöntemleri, türlerin populasyonlarını dengelemek için doğanın kendisinden faydalanmayı hedefler ve potansiyel olarak ekosistem dengesini olumsuz etkilemeden uygulanabilir. Çeşitli araştırmalar, karides türlerinin zebra midyesi üzerinde baskı yarattığını ve bu türlerin populasyonunu azalttığını göstermektedir (Barton ve ark., 2005).

Başarısızlık Örnekleri

Avustralya'daki Kızıl Midye Kontrolü

Avustralya, istilacı türlerle mücadelede bazı başarısızlıklarla karşı karşıya kalmıştır. Kızıl midye (*Corbicula fluminea*) ile yapılan mücadelede biyolojik kontrol ve kimyasal mücadele yöntemleri yeterince başarılı olamamıştır. Kimyasal mollusisitlerin kullanımı, su ekosisteminde olumsuz etkiler yaratmış, yerli türlerin ve su kuşlarının zarar görmesine yol açmıştır. Bunun yanı sıra, biyolojik kontrol için kullanılan bazı predatörler, doğal dengeyi bozan ve başka yerli türlere zarar veren etkiler yaratmıştır. Özellikle, biyolojik mücadele için getirilen bazı balık türleri istenmeyen yan etkilerle birlikte Avustralya'daki ekosistem üzerinde uzun vadeli olumsuz etkiler bırakmıştır (Gherardi, 2007).

Zebra Midyesi İçin Kimyasal Mücadelede Başarısızlıklar

Zebra midyesiyle mücadelede kullanılan kimyasal mollusisitler, başlangıçta etkili gibi görünse de uzun vadeli etkiler açısından başarısız olmuştur. Bu tür kimyasal maddeler, yalnızca midyeleri öldürmekle kalmayıp, aynı zamanda diğer su canlılarına da zarar vermiştir. Örneğin, bazı mollusisitler, suyun oksijen seviyelerini düşürerek balıklara ve diğer sucul organizmalara da toksik etkiler yaratmıştır. Ek olarak, bu tür kimyasal yöntemler, çevresel kirlenmeye yol açarak, ekosistem sağlığını bozmuştur (Ricciardi ve ark., 2011). Kimyasal yöntemlerin yalnızca geçici çözümler sunduğu ve uzun vadede çevresel bozulma riskini artırdığı anlaşılmıştır.

Reaktif yönetim stratejilerinin başarısı ve başarısızlığı, genellikle ekosistemlerin özelliklerine, kullanılan yöntemlerin türüne ve uzun vadeli izleme süreçlerine bağlıdır. Başarılı örnekler, genellikle yerel ve daha küçük ölçekli müdahalelerle sınırlı kalırken, başarısızlıklar, ekosistemlere geniş çapta müdahale edilmesiyle daha belirgin hale gelmektedir. Fiziksel yöntemler, çevresel riskleri en aza indirirken, kimyasal ve biyolojik yöntemler dikkatlice

uygulanmalıdır. Bu süreçler, başarılı bir yönetim stratejisi oluşturulurken çeşitli faktörlerin göz önünde bulundurulmasını gerektirir ve ekosistem sağlığına yönelik sürdürülebilir çözümler sunar.

6. DÜNYADAN LİTERATÜR ÖRNEKLERİ

6.1.Kuzey Amerika'da *Dreissena polymorpha* Kontrol Projeleri

Kuzey Amerika'da, *Dreissena polymorpha* (zebra midyesi) ile mücadele, yıllardır devam eden bir sorun olmuştur. Zebra midyesi, özellikle Büyük Göller ve Mississippi Nehri gibi büyük su ekosistemlerinde yayılmaktadır. Bu midyelerin yayılması, su altyapısında tıkanmalara yol açarak, enerji santralleri ve içme suyu arıtma tesislerinin verimliliğini düşürmektedir. Bu nedenle, Kuzey Amerika'da çeşitli kontrol projeleri yürütülmüştür. Bunlar arasında, fiziksel temizlik, kimyasal mollusisitlerin kullanımı ve biyolojik kontrol yöntemleri (doğal predatörlerin kullanımı) yer almaktadır (Mills ve ark., 1996). Özellikle, *Dreissena polymorpha*'nın üremesinin kontrolü için en yaygın yöntemlerden biri, suda çözünür mollusisitlerin uygulanmasıdır, ancak bu kimyasal yöntemlerin çevresel etkileri hala tartışılmaktadır.

6.2.Avrupa'da İstilacı Midye Bertarafına Yönelik Çalışmalar

Avrupa'da, özellikle Doğu Avrupa ve İskandinavya'daki su ekosistemlerinde, *Dreissena polymorpha* ve diğer istilacı midyeler, su kaynakları için büyük tehdit oluşturmaktadır. Avrupa'da, bu türlerin yayılmasını önlemek için çeşitli biyolojik kontrol yöntemleri ve mekanik temizleme projeleri uygulanmıştır. 1990'larda, *Dreissena* türlerinin Batı Avrupa'daki bazı göletlerde ve nehirlerde hızla yayılması üzerine, ekosistem yönetimi ve biyolojik çeşitlilik üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmaya yönelik birçok kontrol çalışması başlatılmıştır (Ricciardi, 2006). Ayrıca, bu midyelerin ekonomiye verdiği zararları azaltmak için yerel yönetimler, su tahliye sistemlerinde temizlik çalışmaları başlatmış, bu yöntemlerin etkinliği üzerine çok sayıda bilimsel çalışma yapılmıştır (Karatayev ve ark., 2007).

6.3. Asya'da İstilacı Türlerin İnşaat Sektörüyle Entegre Edilmesi Üzerine Yapılan Araştırmalar

Asya'da, özellikle Çin ve Hindistan gibi hızla büyüyen ekonomilerde, istilacı türlerin yönetimi ve atıkların geri kazanımı konusunda yenilikçi çözümler üzerinde çalışılmaktadır. Midye kabuklarının inşaat sektöründe yeniden kullanılması, bu ülkelerde önemli bir konu haline gelmiştir. Çeşitli çalışmalar, midye kabuklarının çimento üretimi gibi inşaat malzemeleri olarak kullanımını incelemiştir. Bu süreç, çevresel etkileri azaltırken, atık yönetimini de

iyileştirebilir. Asya'da yapılan bazı çalışmalarda, midye kabuklarının betona eklenerek malzemenin dayanıklılığını artırdığı ve karbon emisyonlarını azalttığı bulunmuştur (Leone ve ark., 2023). Ayrıca, midye kabuklarının çeşitli yapısal uygulamalarda kullanılması, atıkların azaltılmasına ve sürdürülebilir inşaat malzemelerinin üretimine katkı sağlamaktadır.

6.4. Türkiye’den Sınırlı Örnekler ve Potansiyel Uygulamalar

Türkiye’de istilacı midye türleriyle ilgili yapılan araştırmalar sınırlıdır. Ancak, bu konu son yıllarda giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Özellikle, Fırat Nehri ve üzerindeki barajlarda *Dreissena polymorpha* gibi midyeler, su altyapısına zarar vermekte ve hidroelektrik santrallerinin verimliliğini azaltmaktadır (Şekil 4). Bu bağlamda, Türkiye’de bu midyelerin yönetimi için çeşitli yerel çözümler üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. Ancak, Gölbaşı Gölü gibi bazı bölgelerde henüz bu türlerin yayılımı gözlemlenmemiştir. Gölbaşı’nda yerli sucul türlerin korunmasına yönelik uygulamalar ise, özellikle *Unio terminalis* gibi yerli midyelerin korunması adına önemlidir. Türkiye’de midye kabuklarının inşaat sektöründe kullanılmasıyla ilgili potansiyel çalışmalar henüz başlangıç aşamasındadır, fakat bu konuda araştırmalar ve pilot projeler için büyük bir fırsat bulunmaktadır. Bu çalışmalar, Türkiye'deki su ekosistemlerinin sürdürülebilir yönetimine katkı sağlayabilir, aynı zamanda atıkların geri dönüştürülmesi ve inşaat sektörüne entegrasyonu konusunda daha fazla veri sağlanabilir.



Şekil 4. Borularda biriken Zebra midyeler (DSİ, 2012)

7. MEVCUT YAKLAŞIMLARIN AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

İstilacı midyelerle mücadelede kullanılan mevcut yaklaşımlar, genellikle üç ana yöntem etrafında şekillenir: fiziksel, kimyasal ve biyolojik yönetim. Her bir yöntemin kendine özgü avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır.

7.1. Fiziksel Yöntemler (Elle Toplama ve Temizlik):

Avantajlar: Fiziksel yöntemler, doğrudan ve hızlı bir çözüm sunar. Özellikle küçük alanlarda veya yüksek yoğunluklu midye popülasyonlarında etkili olabilir. Ekosistem üzerinde nispeten az olumsuz etkisi vardır, çünkü kimyasal maddeler kullanılmaz.

Dezavantajlar: Geniş alanlarda uygulamak çok maliyetli ve zaman alıcıdır. Ayrıca, midyelerin yeniden yerleşmesini engellemek için sürekli müdahale gerekebilir. Yüksek enerji tüketimi ve iş gücü gereksinimi bu yöntemin sınırlayıcı faktörlerindedir (Karatayev ve ark., 2007).

7.2. Kimyasal Yöntemler (Mollusisitler Kullanımı)

Avantajlar: Kimyasal yöntemler, hızlı ve geniş alanlarda etkili olabilir. Genellikle kısa süreli sonuçlar verir ve uygulama süreçleri daha az iş gücü gerektirir.

Dezavantajlar: Bu yöntemlerin ekosistem üzerindeki uzun vadeli etkileri hakkında sınırlı bilgi bulunmaktadır. Kimyasal maddeler, yerli türlere zarar verebilir ve su ekosistemlerinde toksik etkiler yaratabilir. Ayrıca, bu yöntemlerin uygulanması çevresel kabul açısından genellikle tartışmalıdır (Ricciardi, 2006).

7.3. Biyolojik Yöntemler (Doğal Predatörlerin Kullanımı):

Avantajlar: Biyolojik kontrol, doğal dengeyi bozmadan sürdürülebilir bir çözüm sunar. Predatörler veya parazitler, ekosistem üzerinde daha az kalıcı etkiye sahip olabilir.

Dezavantajlar: Bu yöntemler, doğrudan kontrol sağlamayabilir ve ekosistem dengesini bozabilecek istenmeyen yan etkilere yol açabilir. Ayrıca, biyolojik ajanların yerleşmesi zaman alıcı olabilir ve sonuçlar genellikle değişkendir (Mills ve ark., 1996).

8. SÜRDÜRÜLEBİLİR YÖNTEMLERİN UYGULANABİLİRLİĞİ

Sürdürülebilir yönetim stratejileri, istilacı türlerle mücadelede önemli bir yön olarak kabul edilmektedir. Döngüsel ekonomi ilkeleriyle entegrasyonu, atıkların yeniden kullanılması ve ekosistemlerin sağlıklı bir şekilde yönetilmesi için büyük fırsatlar sunmaktadır. Ancak, sürdürülebilir yöntemlerin uygulanabilirliği bazı zorluklarla karşılaşmaktadır.

8.1. Doğal Kaynakların Korunması

Sürdürülebilir yönetim, doğal kaynakları korumayı ve ekosistemlere zarar vermemeyi hedefler. Bu amaçla, midye kabuklarının inşaat sektöründe kullanılması gibi döngüsel ekonomi uygulamaları, atıkların işlevsel malzemelere dönüştürülmesini sağlar. Ancak, midye kabukları gibi biyolojik atıkların verimli bir şekilde geri dönüştürülmesi için gerekli altyapının oluşturulması gereklidir. Ayrıca, bu yöntemlerin ekosistem dengesi üzerinde kalıcı etkiler yaratmaması için dikkatlice planlanması gerekmektedir (Leone ve ark., 2023).

8.2. Teknolojik ve Ekonomik Engeller

Sürdürülebilir yöntemlerin geniş çapta uygulanabilirliği, teknolojik ve ekonomik engellerle sınırlıdır. Özellikle, yeni yöntemlerin geliştirilmesi, yüksek başlangıç maliyetleri ve teknik bilgi gereksinimlerini içerir. Ayrıca, bu yöntemlerin daha geniş alanlarda uygulanabilmesi için yeterli araştırmalar ve pilot projelerin gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

8.3. Politik ve Sosyal Engeller

Sürdürülebilir yönetim stratejilerinin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için hükümetlerin desteği, yerel halkın eğitimi ve kamu farkındalığı gereklidir. İstilacı midyelerle mücadelede devlet politikalarının uyumlu olması, başarılı yönetim stratejilerinin bir diğer önemli bileşenidir.

9. REAKTİF YÖNETİM VE DÖNGÜSEL EKONOMİ ARASINDAKİ İLİŞKİ

Reaktif yönetim ve döngüsel ekonomi arasında güçlü bir ilişki bulunmaktadır. Reaktif yönetim, genellikle bir sorunun ortaya çıkmasından sonra müdahale edilmesini içerirken, döngüsel ekonomi daha proaktif bir yaklaşım sunar. Döngüsel ekonomi, kaynakların mümkün olduğunca yeniden kullanılması, atıkların geri dönüştürülmesi ve çevreye duyarlı üretim süreçlerinin geliştirilmesi prensiplerine dayanır.

İstilacı midyelerin yönetiminde bu iki yaklaşım bir arada kullanılabilir. Örneğin, midyelerin toplandıktan sonra inşaat malzemeleri olarak kullanılması, sadece istilacı türlerin bertarafını sağlamaz, aynı zamanda atıkların yeniden değerlendirilmesini ve doğal kaynakların korunmasını teşvik eder. Bu bağlamda, döngüsel ekonomi, reaktif yönetimin bir adım ötesine geçerek, ekosistemlerin sürdürülebilirliğine katkı sağlar. Bununla birlikte, döngüsel ekonomi ilkelerinin uygulanması, uzun vadeli çözüm stratejileri olarak öne çıkarken, reaktif yönetim, daha acil durumlara müdahale eder ve sorunları hızlı bir şekilde çözmeye çalışır (Leone ve ark., 2023).

Her iki yaklaşımın bir arada uygulanması, istilacı türlerle mücadelede daha etkili ve uzun vadeli çözümler üretebilir. Bu tür bir bütünlük yaklaşım, ekosistem sağlığına zarar vermeden hem ekonomik faydalar sağlar hem de çevre dostu yönetim çözümleri sunar.

10. SONUÇ VE ÖNERİLER

İstilacı midyelerin yönetimi, ekosistem sağlığını korumak ve yerli türlerin hayatta kalmasını sağlamak için kritik öneme sahiptir. Mevcut literatür ve örnekler, bu türlerin kontrolü ve yönetimi için bir dizi stratejinin uygulanabilirliğini göstermektedir. Ancak, bu stratejilerin etkili olabilmesi için çeşitli faktörler göz önünde bulundurulmalıdır. Aşağıda, istilacı midyelerin etkili yönetimi için öneriler ve literatürden çıkarılan dersler sunulmuştur.

10.1. İstilacı Midyelerin Etkili Yönetimi İçin Öneriler

Proaktif ve Reaktif Yönetimin Entegre Edilmesi

İstilacı midyelerle mücadele, sadece reaktif müdahalelerle sınırlı kalmamalıdır. Erken tespit ve önleme stratejileri, istilaların yayılmasını engelleyebilir. Bu, özellikle su yolları ve barajlar gibi potansiyel olarak daha fazla etkilenebilecek ekosistemlerde kritik öneme sahiptir (Karatayev ve ark., 2007; Mills ve ark., 1996).

Çok Disiplinli Yaklaşımın Benimsenmesi

Fiziksel, kimyasal ve biyolojik yönetim yöntemlerinin bir arada kullanılması, daha etkili sonuçlar verebilir. Özellikle biyolojik kontrol yöntemlerinin uzun vadeli etkileri ve doğal denge üzerindeki etkileri üzerine daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir (Ricciardi, 2006; Mills ve ark., 1996).

Sosyal ve Politik Katılım

İstilacı türlerin kontrolü için yerel halkın ve ilgili paydaşların eğitim ve farkındalık programlarına dahil edilmesi önemlidir. Bu tür stratejiler, halkın iş birliğini artırarak yönetim süreçlerinin daha etkili olmasını sağlar

10.2. Literatürden Çıkarılan Dersler ve Gelecekteki Araştırma İhtiyaçları

Yöntemlerin Uzun Vadeli Etkileri Üzerine Çalışmalar

İstilacı midyelerle mücadelede kullanılan yöntemlerin uzun vadeli etkileri, ekosistem dengesi üzerinde önemli sonuçlar doğurabilir. Özellikle kimyasal yöntemlerin çevre üzerindeki etkileri hakkında daha fazla veri toplanması ve biyolojik kontrol yöntemlerinin etkinliği üzerine araştırmalar yapılması gereklidir (Ricciardi, 2006).

Biyolojik Kontrol Araştırmaları

Predatörlerin kullanımı, biyolojik kontrolün potansiyel bir yönüdür. Ancak, bu yöntemin ekosistem üzerindeki etkileri konusunda sınırlı bilgi bulunmaktadır. Doğal predatörlerin etkinliğini belirlemek için daha fazla saha çalışması yapılmalıdır (Karatayev ve ark., 2007).

Atık Yönetimi ve Döngüsel Ekonomi

Midye kabuklarının inşaat sektörü gibi alanlarda kullanımı, döngüsel ekonomi prensipleri doğrutusunda önemli fırsatlar sunmaktadır. Ancak, bu tür uygulamaların çevresel ve ekonomik etkilerinin daha detaylı incelenmesi, gelecekteki araştırmalar için bir öncelik olmalıdır (Leone ve ark., 2023).

10.3. Sürdürülebilir Kullanım Potansiyelinin Arttırılması İçin Öneriler Atıkların Yeniden Değerlendirilmesi ve Geri Dönüşüm

Midye kabuklarının çimento, asfalt ve diğer inşaat malzemelerinde kullanılması, sürdürülebilirlik açısından önemli bir potansiyel taşıır. Bu alandaki araştırmaların genişletilmesi, bu tür atıkların daha verimli ve çevre dostu bir şekilde değerlendirilmesini sağlayabilir (Martínez-Ramírez ve ark., 2019; Bamigboye ve ark., 2020).

Döngüsel Ekonomiye Yönelik Politika Geliştirilmesi

Sürdürülebilir atık yönetim stratejilerinin yaygınlaştırılması için hükümetlerin ve yerel yönetimlerin desteği kritik öneme sahiptir. Döngüsel ekonomi stratejilerinin daha geniş bir şekilde benimsenmesi için politika oluşturma süreçlerinde çevre dostu çözümler önceliklendirilebilir (Leone ve ark., 2023).

Çevre Dostu Alternatifler ve Yenilikçi Teknolojilerin Teşvik Edilmesi

Çevre dostu alternatifler ve yeni teknolojilerin geliştirilmesi, midye kabuklarının inşaat sektöründe ve diğer endüstriyel alanlarda kullanımını artırabilir. Bu tür teknolojiler, malzeme maliyetlerini düşürürken aynı zamanda çevre üzerindeki olumsuz etkileri azaltabilir (Zhu ve ark., 2024).

İstilacı midyelerle mücadele, birden fazla yönetim stratejisini bir arada kullanarak daha etkili bir şekilde gerçekleştirilebilir. Reaktif yönetim yöntemleri, kısa vadede etkili olsalar da uzun vadeli ve sürdürülebilir çözümler için döngüsel ekonomi ve biyolojik kontrol gibi yaklaşımların benimsenmesi gerekmektedir. Ayrıca, midye kabuklarının geri dönüşümü ve atık yönetimi alanlarında daha fazla araştırma ve uygulama yapılması, hem ekosistem sağlığını korumak hem de sürdürülebilir ekonomik kalkınmayı teşvik etmek için büyük fırsatlar sunmaktadır.

KAYNAKLAR

- Bamigboye, G. O., Okara, O., Basse, D. E., Jolayemi, K. J., & Ajimalofin, D. (2020). The use of *Senilia senilis* seashells as a substitute for coarse aggregate in eco-friendly concrete. *Journal of Building Engineering*, 32, 101811.
- Barton, D. R., Johnson, R. A., Campbell, L., Petruniak, J., & Patterson, M. (2005). Effects of round gobies (*Neogobius melanostomus*) on dreissenid mussels and other invertebrates in eastern Lake Erie, 2002–2004. *Journal of Great Lakes Research*, 31, 252-261.
- Bir, J., Golder, M. R., & Islam, S. S. (2022). Review on invasive alien species (IAS): Challenge and consequence to the aquatic ecosystem services. *Marine Science and Technology Bulletin*, 11(3), 288-298.
- Chase, M. E., & Bailey, R. C. (1999). The ecology of the zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) in the lower Great Lakes of North America: I. Population dynamics and growth. *Journal of Great Lakes Research*, 25(1), 107-121.
- Cordeiro, N. I. S., Andrade, J. T. M., Montresor, L. C., Luz, D. M. R., Araújo, J. M., Martinez, C. B., ... & Vidigal, T. H. D. A. (2016). Physiological response of invasive mussel *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857)(Bivalvia: Mytilidae) submitted to transport and experimental conditions. *Brazilian Journal of Biology*, 77(01), 191-198.
- El Biriane, M., & Barbachi, M. (2020). Properties of Sustainable Concrete with Mussel Shell Waste Powder. *The Open Civil Engineering Journal*, 14(1).
- Ghaleb, A. A. S., Kutty, S. R. M., Ho, Y. C., Jagaba, A. H., Noor, A., Al-Sabaei, A. M., ... & Saeed, A. A. H. (2020). Anaerobic co-digestion for oily-biological sludge with sugarcane bagasse for biogas production under mesophilic condition. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 991, No. 1, p. 012084). IOP Publishing.
- Gherardi, F. (2007). Biological invasions in inland waters: an overview. *Biological invaders in inland waters: profiles, distribution, and threats*, 3-25.
- Gong, Y. A., Shao, C., Wang, Z., Liu, R., Zhang, Q., Ren, Z., ... & Chen, M. (2023). Feasibility study on the preparation of ternary cement with calcined slag powder and seashell powder as supplementary cementitious materials. *Construction and Building Materials*, 409, 134223.
- Higgins, T. M., Grennan, J. M., & McCarthy, T. K. (2008). Effects of recent zebra mussel invasion on water chemistry and phytoplankton production in a small Irish lake. *Aquatic Invasions*, 3(1), 14-20.
- Ismail, R., Cionita, T., Shing, W. L., Fitriyana, D. F., Siregar, J. P., Bayuseno, A.

- P., ... & Endot, N. A. (2022). Synthesis and characterization of calcium carbonate obtained from green mussel and crab shells as a biomaterials candidate. *Materials*, 15(16), 5712.
- Johnson, P. T., Olden, J. D., Solomon, C. T., & Vander Zanden, M. J. (2009). Interactions among invaders: community and ecosystem effects of multiple invasive species in an experimental aquatic system. *Oecologia*, 159, 161-170.
- Karatayev, A. Y., Boltovskoy, D., Padilla, D. K., & Burlakova, L. E. (2007). The invasive bivalves *Dreissena polymorpha* and *Limnoperna fortunei*: parallels, contrasts, potential spread and invasion impacts. *Journal of Shellfish Research*, 26(1), 205-213.
- Kiruba-Sankar, R., Raj, J. P., Saravanan, K., Kumar, K. L., Angel, J. R. J., Velmurugan, A., & Roy, S. D. (2018). Invasive species in freshwater ecosystems—threats to ecosystem services. In *Biodiversity and climate change adaptation in tropical islands* (pp. 257-296). Academic Press.
- Kotula, H. J., Peralta, G., Frost, C. M., Todd, J. H., & Tylanakis, J. M. (2021). Predicting direct and indirect non-target impacts of biocontrol agents using machine-learning approaches. *PLoS One*, 16(6), e0252448.
- Leone, R., Calà, A., Capela, M. N., Colajanni, S., Campisi, T., & Saeli, M. (2023). Recycling mussel shells as secondary sources in green construction materials: a preliminary assessment. *Sustainability*, 15(4), 3547.
- Liao, Y., Wang, X., Wang, L., Yin, Z., Da, B., & Chen, D. (2022). Effect of waste oyster shell powder content on properties of cement-metakaolin mortar. *Case Studies in Construction Materials*, 16, e01088.
- Liu, Q., Li, B., Xiao, J., & Singh, A. (2020). Utilization potential of aerated concrete block powder and clay brick powder from C&D waste. *Construction and Building Materials*, 238, 117721.
- Martínez-García, C., González-Fontebao, B., Carro-López, D., & Martínez-Abella, F. (2019). Impact of mussel shell aggregates on air lime mortars. Pore structure and carbonation. *Journal of cleaner production*, 215, 650-668.
- Mills, E. L., Rosenberg, G., Spidle, A. P., Ludyanskiy, M., Pligin, Y., & May, B. (1996). A review of the biology and ecology of the quagga mussel (*Dreissena bugensis*), a second species of freshwater dreissenid introduced to North America. *American Zoologist*, 36(3), 271-286.
- Minchin, D., Gollasch, S., Cohen, A. N., Hewitt, C. L., & Olenin, S. (2009). Characterizing vectors of marine invasion. In *Biological invasions in marine ecosystems: Ecological, management, and geographic perspectives* (pp. 109-116). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

- Nalepa, T. F., & Schloesser, D. W. (Eds.). (1992). Zebra mussels biology, impacts, and control. CRC press. Parisi, G., Centoducati, G., Gasco, L., Gatta, P. P., Moretti, V. M., Piccolo, G., ... & Pais, A. (2016). Molluscs and echinoderms aquaculture: biological aspects, current status, technical progress and future perspectives for the most promising species in Italy. *Italian Journal of Animal Science*, 11(4), e72.
- Pimentel, D., Zuniga, R., & Morrison, D. (2005). Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. *Ecological economics*, 52(3), 273-288.
- Popović, N., Lorencin, V., Strunjak-Perović, I., & Čož-Rakovac, R. (2023). Shell waste management and utilization: Mitigating organic pollution and enhancing sustainability. *Applied Sciences*, 13(1), 623.
- Ricciardi, A. (2006). Patterns of invasion in the Laurentian Great Lakes in relation to changes in vector activity. *Diversity and Distributions*, 12(4), 425-433.
- Ricciardi, A., & MacIsaac, H. J. (2011). Impacts of biological invasions on freshwater ecosystems. Fifty years of invasion ecology: the legacy of Charles Elton, 1, 211-224.
- Resh, V. H., & Rosenberg, D. M. (2015). Economic aspects of freshwater invertebrates. In Thorp and Covich's *Freshwater Invertebrates* (pp. 93-109). Academic Press.
- Sousa, R., Novais, A., Costa, R., & Strayer, D. L. (2014). Invasive bivalves in fresh waters: impacts from individuals to ecosystems and possible control strategies. *Hydrobiologia*, 735, 233-251.
- Strayer, D. L. (1999). Effects of alien species on freshwater mollusks in North America. *Journal of the North American Benthological Society*, 18(1), 74-98.
- Strayer, D. L., & Smith, L. C. (2001). The zoobenthos of the freshwater tidal Hudson River and its response to the zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) invasion. *Archiv für Hydrobiologie. Supplementband. Monographische Beiträge*, 139(1), 1-52.
- Strayer, D. L., Eviner, V. T., Jeschke, J. M., & Pace, M. L. (2006). Understanding the long term effects of species invasions. *Trends in ecology & evolution*, 21(11), 645-651.
- Waller, D. L., Rach, J. J., Cope, W. G., Marking, L. L., Fisher, S. W., &

- Dabrowska, H. (1993). Toxicity of candidate molluscicides to zebra mussels (*Dreissena polymorpha*) and selected nontarget organisms. *Journal of Great Lakes Research*, 19(4), 695-702.
- Wang, W., Wei, W., Gao, S., Chen, G., Yuan, J., & Li, Y. (2021). Agricultural and aquaculture wastes as concrete components: A review. *Frontiers in Materials*, 8, 762568.
- Wu, Q., Chen, J., Clark, M., & Yu, Y. (2014). Adsorption of copper to different biogenic oyster shell structures. *Applied surface science*, 311, 264-272.
- Zhu, Y., Chen, D., Yu, X., Liu, R., & Liao, Y. (2024). Properties of Cementitious Materials Utilizing Seashells as Aggregate or Cement: Prospects and Challenges. *Materials*, 17(5), 1222.

11. Bölüm

Balık Yetiştiriciliğinde Parazit Mücadelesi ve Biyolojik Kontrole Bir Bakış

İbrahim CENGİZLER¹

¹Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, Adana/Türkiye,
ORCID: 0000-0003-0929-7640,
icengiz@cu.edu.tr

1. Giriş

Yeryüzünde yaşayan farklı türlerin birlikte yaşamaları her zaman değişik ekolojik alanlarda görülebilir. Simbiyotik yaşam adı verilen bu birliktelik, doğada genellikle üç değişik oluşumla kendini gösterir. Bunlar kommensalizm, mutualizm ve parazitizm şeklindeki yaşam birliktelikleridir. Parazitizm, Bir canlının diğer bir canlı üzerinde veya içinde ona zarar verecek şekilde yaşam sürdürmesidir (Cengizler, 2006). Parazitler hem doğal ortamda hem de yetiştiricilik sistemlerinde balıklarda sağlık sorunları yaratmaktadır. Parazitler balıklara genellikle

A. Emeç, kıskaç, kanca gibi tutunma organları ile değişik dokularda mekanik zararlar verirler. Zedelenen bu bölgelerde lezyonlar gelişebilir.

B. Solungaç dokuda solunumu engellerler ve kan tablosunu değiştirirler.

C. Sindirim sisteminde yer alan parazitler, balığın besinine ortak oldukları gibi tıkanmalara neden olabilirler.

D. Parazitlerin toksik salgıları ve metabolik artıkları larva ve genç bireyleri etkiler.

Parazitler balıklara farklı yollarla bulaşabilirler. Bazı parazitlerin suda bulunan larvaları aktif olarak balıklara saldırırlar. Aşırı stoklanmış popülasyonlarda balıktan balığa bulaşma görülür. Bazı parazitler ise besin yoluyla balığa geçebilirler. Ayrıca kimi kan parazitleri, kan emici parazitler aracılığıyla konağa girebilirler.

Balıklarda bulunan parazitler, eğer yoğun bir invazyon yaparlarsa, balıklarda ölüme neden olabilirler. Bunun yanı sıra, büyümede gerileme, üreme özelliğinin kaybedilmesi gibi zararlara neden olabilirler. Hatta bazı metazoon parazitler görünüşleri nedeniyle, pazarlama sorunu yaratabilirler. Bu nedenle yetiştiricilik sistemlerinde parazit mücadelesi gerekli bir işlemdir. Bunun için de kullanılan en yaygın yöntem, değişik medikamentlerin kullanımınıdır (Woo ve Buchmann, 2012). Medikament kullanımı insan ve çevre sağlığı yönünden riskler taşıırken balıklarda yan etkiler gösterebilmektedir. Aynı zamanda bazı parazitler, direnç kazanmakta ve mücadeleyi zorlaştırmaktadır. Bu nedenle konvansiyonel yöntemlerin yanı sıra, parazit kontrolünde biyolojik mücadele de önem kazanmaktadır. Hazırlanan bu derleme çalışma ile balık parazitlerinin zararlı etkilerinden korunmak için uygulanan biyolojik kontrol yöntemlerine değinilecektir.

2. Balık Parazitleri ve Korunma Yöntemleri

Yetiştiricilik sistemlerinde parazitlerden arındırılmış sağlıklı bireyler kullanılsa bile, su kaynağı, su kuşları, işletmede kullanılan kontamine alet ve edevat gibi faktörlerle parazitler bulaşabilirler. Bu etkileşim doğal ortamlarda

karşılıklı olabilir (Buchmann, 2012). Balıklarda yaklaşık 10.000 civarında parazit türünün etkili olduğu sanılmaktadır. Bu parazit türlerinin %18'ini protozoa, %15'ini monogea, yüzde 17'sini digenia, %10'unu cestoda, %7'sini nematoda, %4'ünü akanto cephalo, %27'sini crustacea, %1'ini ise hirudinea grupları oluşturmaktadır (Cengizler, 2006). Bu gruplarla, yetiştiricilik ortamlarında, her zaman karşılaşabilir. Saptandıklarında genellikle ilk tercih, kemoterapötik kullanımıdır. Kemoterapötik kullanım tercihinin nedeni, hızlı sonuç alınma beklentisidir. Balık üretiminin yaklaşık %15'ini hastalıklar nedeniyle tüketime sunulmadan kaybedildiği, Hatta salgın durumunda bu oranın %40'lara kadar ulaştığı bildirilmiştir (Tavares-Dias ve Martins, 2017). Ancak kemoterapötiklerin hızlı ve etkili olması, balıklar ve çevresel toksiteleri nedeniyle kullanımları sınırlanmaktadır. Örneğin malakit yeşili ile yapılan bir araştırmada toksitesi ve kanserojen etkisi ortaya konulmuştur (Alderman, 1985). Malakit yeşili balık yumurtası ve larvalarda, mantarın yok edilmesinde ve bazı protozalarla mücadelede düşük dozlarda bile etkili oluyordu, ancak toksitesi ve kanserojen etkisi nedeniyle yasaklanmıştır. Birçok kemoterapötike karşı avantajlı olduğu düşünülen, tatlı su balıklarının ektoparazitlerine sodyum klorür, deniz parazitleri için ise tatlı su uygulamalarında ise, balığın strese girmesi ve parazitler tolerans nedeniyle tam bir kontrol sağlayamamaktadır. Yine işletmelerde yoğun olarak kullanılan, bakır sülfat, potasyum permanganat, formalin, metilen mavisi kloramin T, demir ve organik asitler, hidrojen peroksit gibi kimyasallar tedavi özelliklerinin yanı sıra, kalıntı bırakma, halk sağlığını tehdit etme, çevresel kirlilik yaratma gibi dezavantajları da içermektedir. Balık parazitleri ile ilgili mücadelede diğer bir yöntem de değişik bitki ekstratları kullanımıdır. Yapılan bir araştırmada, allium, tymus, origanum ve coriander bitkilerinin yağlarında bulunan uçucu moleküllerin gökkuşuğu alabalıklarında ihthyophthirius'a karşı etkili olduğu saptanmıştır (Mathiessen ve Ark., 2021). Konuyla ilgili birçok bitki ekstratı denenmiştir. Yapılan bir dizi çalışmada 18 adet bileşiğin Amylodinium ocellatum 'a karşı etkisi ortaya konmuştur (Tedesco ve Ark., 2020). Bu uygulamalarında en büyük dezavantajı test ekstratların büyük çoğunluğunun, hücre kültürlerinde toksik etki göstermeleridir (Buchmann, 2022). Balık parazitlerini mücadelesinde kullanılan antibiyotik, nitrofuran ve anti parazitler ajanların oldukça etkili olmalarına karşın, bazılarının kullanımları yasaklanmıştır (metronidiazol, seknidazol, dimetrigazol vb.). Bazı antikoksidial ilaçların da çevresel açıdan kullanımları şüphelidir (Jaafar ve Buchmann, 2011).

Kullanılan diğer ilaçlar içinde, farklı sucul canlılar için çevresel tehditler nedeniyle kullanımları sınırlandırılmaktadır. Balık parazitleri ile mücadelede kullanılan diğer yöntemlerden birisi de mekanik kontrol yöntemidir. Bu yöntemde kullanılan, filtreler, tuzaklar ve mekanik temizlemeler çoğu ektoparazit

için uygundur, ancak uygulama zorluğu ve tür sayısının azlığı sınırlayıcıdır. Ara konak kontrolü işletmelerde parazit mücadelesinde mutlaka yapılması gereken önlemlerden bir tanesidir. Özellikle de bazı Digenia ve Cestoda türlerinin balıklara ulaşmasında, bazı su omurgasızları ara konak olarak görev yaparlar. Bu omurgasızların yok edilmesiyle parazitin Yaşam döngüsü kırılır (Cengizler, 2006). Bazı immünostimulant maddeler de parazitlere karşı düşük de olsa koruma sağlar. Rigos ve arkadaşlarınınca yapılan bir araştırmada; çipura balıklarında, yemlerine katılan kaprilik asit, demir ve mannun karışımının monogeanlara karşı etkisini ortaya koymuşlardır (Rigos ve Ark., 2016). Enfeksiyonlara karşı dirençli türlerin ve anaçların kullanılmasında parazitlerle mücadelede, iyi yöntemlerden birisidir. Yapılan bir araştırma ile gökkuşuğu alabalıklarında ihthyophthirius ve Myxobolus enfeksiyonları için dirençli suçların duyarlılığı ortaya konmuştur (Hedric ve Ark., 2003).

3. Balık parazitlerinin biyolojik kontrolü

Balıklarda bulunan parazitlerin kontrolü ve terapisi için kullanılan ve yukarıda yer verilen konvansiyonel yöntemlerin, olumlu etkilerinin olmasına karşın, konakçının zamanla direnç geliştirmesi, çevreye ve halk sağlığına yarattığı riskler ve diğer sucul canlılara verdiği zararlar, konakçıda yarattığı stres nedeniyle bu olumsuzlukları taşımayan en iyi yöntemlerden birisi biyolojik kontrol olarak karşımıza çıkmaktadır. Biyolojik kontrol, parazit popülasyonunu parazitin doğal düşmanları aracılığıyla azaltmak amacıyla, aktif insan müdahalesi ile yapılan işlemlerdir (Dubey ve Ark., 2024) Tarihsel süreç içerisinde biyolojik kontrol deyimi yeni değildir. Zamanımızdan yaklaşık 4000 yıl önce Eski Mısır'da tahıllarına zarar veren farelere karşı kedi kullanımı belki de biyolojik kontrolün ilklerindedir. Uygun koşullar sağlandığında, biyolojik kontrolünün sürdürülebilir olması, diğer tüm yöntemlere göre oldukça önemlidir (Kwenenti, 2017). Balık parazitleri ile biyolojik kontrolde, parazit predatörleri, parazitodler, virüs. Bakteri, protoza gibi patojenler kullanılabilir. Bununla ilgili bazı örneklere göz atacak olursak; Sivrisinek balığı olarak da bilinen Gambusia, suda serbest yüzen Argulus ile beslenir. Genellikle bazı küçük balık türleri, büyük balık bireylerinin ekto parazitlerini deri dokusundan alarak beslenirler (Cowell ve Ark. 2019). Son yıllarda yapılan araştırmalarda, somon çiftliklerinde lapina türü balıklar balık bitlerini yok etmek için kullanılmaktadırlar. Yapılan bir araştırmada, Cyclopterus lumpus, düşük sıcaklıklarda bile Lepeophtherius salmonis invazyonunda oldukça etkili olmuştur (Imsland ve Ark., 2014). Su ortamında bulunan bazı omurgasız hayvanlar, birçok balık parazit için ara konak görevi yapmaktadır. Eğer bu omurgasızlar ortamdan uzaklaştırılırsa, parazitlerin yaşam döngüleri kırılarak balığa ulaşmaları engellenir. Örneğin siyah sazan

(*Mylopharyngodon piceus*) bireyleri salyangozlarla beslenerek onları yok ederler (Ben- Amir ve Heller, 2001). Aynı şekilde balıklarda ektoparazitleri yok eden omurgasız hayvanlarda bulunmaktadır. Örneğin mavi midye (*Mytilus edulis*)'in filtre ettiği suda bulunan *L.salmonis*'in pelajik larva aşamalarını yok eder (Bartsch ve Ark., 2013). Bazı serbest yaşayan Cyclops türleri *Diplostomum sersarialarını* ve *Pseudodactylogyrus*'ların onkomirasdilerini yok ederler. Biyoloji kontrol ajanlarının belli başlı avantajları;

1. Çevre dostudur, uygulayıcı için oldukça güvenilirdir.
2. Kalıntı bırakmaz.
3. Bazı durumlarda ekonomiktir.
4. Uygulaması kolaydır, sadece bilgi ve saha yönetimi gereklidir.
5. Sürdürülebilir özelliğindedir.
6. Genellikle konakçıya yöneliktir.
7. Konakçı direnç geliştiremez.

Dezavantajlarına bakacak olursak;

1. Süreç uzun olabilir, ekonomik kayıplar oluşabilir, bu durumda alternatif yöntemler bütünleşmiş bir şekilde uygulanabilir.
2. Zararlı etken tamamen yok edilemez. Eğer böyle olursa ajanın kendisi de yok olabilir.
3. Eğer Ajan iyi belirlenmesi ise, konağa da zarar verebilir.
4. Mücadele iyi planlanmaz ise ortamda biyolojik çeşitlilik zarar görebilir (Kwenti, 2017).

4. Sonuç

Balık parazitlerinin biyolojik kontrolleri çok yaygın bir uygulama olmamasına karşın, bazı yönleriyle tercih edilebilir. Biyolojik kontrol ajanları kendileri de parazit taşıyabilirler. Ayrıca çevresel faktörlerden çabuk etkilenmeleri nedeniyle başarısızlık yaşanabilir. Bu nedenle konak- konakçı ve ajan çok iyi araştırılmalıdır. Geç sonuç alınması ve izlenememesi nedeniyle, üretici uygulamalara sıcak bakmayacaktır. Ancak çevre dostu, etkili koruma için biyoteknoloji, nanoteknoloji ve mikrokapsülasyon gibi alanlarda araştırmalara gereksinim duyulmaktadır. Her şeye rağmen biyolojik kontrol yaklaşımları, kimyasallar ve ilaçlara karşı en uygun alternatif olarak düşünülebilir.

KAYNAKÇA

1. Alderman. D. (1985). Malachite green – a review. *Journal of Fish Diseases* 8, 289–298.
2. Amares-Dias, M.; Martins, M.L.(2017). An overall estimation of losses caused by diseases in the Brazilian fish farms. *J. Parasit. Dis.* 41, 913–918.
3. Bartsch A, Robinson SMC, Liutkus M, Ang KP, Webb J and Pearce CM (2013). Filtration of sea louse, *Lepeophtheirus salmonis*, copepodids by the blue mussel, *Mytilus edulis*, and the Atlantic sea Scallop, *Placopecten magellanicus*, under different flow, light and copepodid-density regimes. *Journal of Fish Diseases* 36, 361–370.
4. Buchmann K (1988). Epidemiology of pseudodactylogyrosis in an intensive eel-culture system. *Diseases of Aquatic Organisms* 5, 81–85.
5. Buchmann K. (2022). Control of parasitic diseases in aquaculture. *Parasitology*. Dec;149(14).
6. Bulaev AI (1982). Experimental study of the elimination of cercariae by freshwater crustaceans *Cyclops vicinus* (order cyclopoida). *Gelminty preshnovodnykh boitsenozak*, Moscow, USSR. *Nauka* 1, 73–81, 3(In Russian).
7. Cengizler, İ. (2006). *Balık hastalıkları*. Nobel Kitabevi.
8. Cowell LE, Watanabe WO, Head WD, Grover JJ and Shenker JM (1993). Use of topical cleaner fish to control the ectoparasite on seawater cultured Florida red tilapia. *Aquaculture* 113, 189–192.
9. Dubey, A., Verma, R., Tiwari, A. and Khare, A. (2024). Biological Control of Parasites. In *Principles and Practices of Canine and Feline Clinical Parasitic Diseases*, T. Rana (Ed.). Print ISBN: 9781394158249 Wiley.
10. Hamre LA, Oldham T, Oppedal F, Nilsen F and Glover KA (2021). The potential for cleaner fish-driven evolution in the salmon louse *Lepeophtheirus salmonis*: genetic or environmental control of pigmentation? *Ecology and Evolution* 11, 7865–7878.
11. Hedrick RP, McDowell TS, Marty GD, Fosgate GT, Mukkatira K and Myklebust K (2003). Susceptibility of two strains of rainbow trout (one with suspected resistance to whirling disease) to *Myxobolus cerebralis* infection. *Diseases of Aquatic Organisms* 55, 37–44.
12. Imsland AK, Reynolds P, Eliassen G, Hangstad TA, Foss A, Vikingstad E and Elvegård TA (2014). The use of lumpfish (*Cyclopterus lumpus* L.) to control sea lice (*Lepeophtheirus salmonis* Krøyer) infestations in intensively farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture* 424, 18–23

13. Jaafar, RM and Buchmann, K (2011). Toltrazuril (Baycox vet.) in feed can reduce *Ichthyophthirius multifiliis* invasion of rainbow trout (*Salmonidae*). *Acta Ichthyologica et Piscatoria* 41, 63–66.
14. Kwenti, T. E. (2017). Biological Control of Parasites. InTech. doi: 10.5772/68012.
15. Mathiessen H, Jaafar R, Al-Jubury A, Jørgensen LVG, Kania PW and Buchmann K (2021) .Comparative in vitro and in vivo effects of feed additives on rainbow trout response to *Ichthyophthirius multifiliis*. *North American Journal of Aquaculture* 83, 1–11.
16. Rigos G, Mladineo I, Nikoloudaki C, Vrbatovic A and Kogiannou D (2016). Application of compound mixture of caprylic acid, iron and mannan oligosaccharide against *Sparicotyle chrysophrii* (Monogenea: Polyopisthocotylea) in gilthead sea bream, *Sparus aurata*. *Folia Parasitologica* 63, 20–27.
17. Tedesco P, Beraldo P, Massimo M, Fioravanti ML, Volpatti D, Dirks R and Galuppi R (2020) .Comparative therapeutic effects of natural compounds against *Saprolegnia* spp. (Oomycota) and *Amyloodinium ocellatum* (Dinophyceae). *Frontiers in Veterinary Science* 7, 83.
18. Woo, P. T., & Buchmann, K. (Eds.). (2012). *Fish parasites: pathobiology and protection*. CABI.

12. Bölüm

Ahşap Ve Ahşap Esaslı Dış Mekan Mobilyaları: Kullanım Alanları, Bakım Ve Sürdürülebilirlik

Mustafa KORKMAZ¹
İzham KILINÇ²

¹*Dr. Öğr. Üyesi, Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü, Düzce, Türkiye, ORCID: 0000-0001-5595-2154*

²*Öğr. Gör. Dr., Batman Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, İç Mekan Tasarımı Programı, Batman, Türkiye, ORCID: 0000-0002-4145-1225*

1. GİRİŞ

Ahşap, tarih boyunca insanoğlu için en eski ve en temel yapı malzemelerinden biri olmuştur (Kılınç vd., 2023; Pelit vd., 2017). İnsanlar, ahşabın doğal dayanıklılığını, işlenebilirliğini ve estetik değerini keşfettikçe, onu hem yapı malzemesi olarak hem de çeşitli el sanatları ürünlerinde kullanmaya başlamışlardır (Bilgin, 2009; Cragg vd., 2001; Uzuner, 2020). Özellikle dış mekan mobilyalarında, ahşap malzeme doğal güzelliği ve dayanıklılığı ile diğer malzemelere göre önemli avantajlar sunmaktadır. Son yıllarda sürdürülebilirlik ve çevre dostu malzeme kullanımı konusundaki artan bilinç, ahşabın dış mekan mobilyalarında tercih edilmesinin en büyük nedenlerinden bir tanesi olmuştur (Aobing vd., 2024; Singer ve Özşahin, 2023).

Ahşap malzeme, doğadaki çeşitliliği ve özgün özellikleri ile her projeye farklı bir estetik değer ve fonksiyonellik katmaktadır. Bu bağlamda, dış mekan mobilyalarındaki kullanımı, sadece işlevsel özelliklerle sınırlı kalmayıp, aynı zamanda estetik değerlerin de ön plana çıktığı bir alan olmuştur. Ahşabın çevresel faktörlere karşı dayanıklılığı ve doğal görünümü, onu dış mekan mobilyalarında tercih edilebilir bir yapı malzemesi haline getirmiştir (Asdrubali vd., 2017). Bununla birlikte, her malzeme gibi ahşabın da dış mekan koşullarında karşılaştığı zorluklar ve sınırlamalar bulunmaktadır. UV ışınları, nem, sıcaklık değişimleri ve biyolojik etmenler, ahşabın uzun ömürlü olmasını engelleyebilecek faktörler arasında yer almaktadır (Budakci, 2006; Budakçı ve M. Atar, 2001).

Günümüzde ahşap, dış mekan mobilyaları üretiminde sıklıkla kullanılan bir malzeme olmasına rağmen, bu kullanımın sürdürülebilirliği üzerine çeşitli tartışmalar yapılmaktadır (Ciupan vd., 2018; González-García vd., 2011; Klooster ve Mercado-Celis, 2016; Veronica vd., 2024). Ahşabın işlenmesi, taşınması ve kullanımı sırasında çevre üzerindeki etkileri, özellikle orman kaynaklarının korunması ve geri dönüşüm süreçleri gibi konular da giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Sürdürülebilirlik, dış mekan mobilyalarında ahşap kullanımının daha verimli ve çevre dostu hale gelmesini sağlamak için önemli bir hedef olmuştur.

Dış mekan mobilyalarının yapımında kullanılan ahşap ve ahşap esaslı malzemeler, genellikle dayanıklılıkları, estetik görünümleri ve işlenebilirlikleri nedeniyle tercih edilmektedir (Aobing vd., 2024; Rahmat vd., 2023). Ancak bu malzemelerin dış mekan koşullarına uygun hale gelmesi için belirli yüzey işlemlerine ve koruma yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Ahşap, nem, sıcaklık değişiklikleri, ultraviyole ışınları gibi çevresel faktörlerden etkilenmekte ve bu etkilerin zamanla malzemenin bozulmasına, deformasyonuna veya estetik kaybına yol açtığı bilinmektedir (Budakçı ve Karamanoğlu, 2014; Kılınç, İ., Budakçı, M., ve Korkmaz, 2022; Pelit vd., 2017). Dolayısıyla, dış mekan

mobilyalarının uzun ömürlü olabilmesi için düzenli bakım ve koruma, ahşabın verimli bir şekilde kullanılabilmesinin ön koşuludur.

Bu çalışmada, dış mekan mobilyalarında kullanılan ahşap ve ahşap esaslı malzemelerin kullanım alanları, bu malzemelerin iklim koşullarına uyum sağlayabilen tür çeşitliliği ve fiziksel ile mekanik özelliklerinin mobilyaların performansı, estetik görünümü ve uzun ömürlülüğüne katkıları ele alınmıştır.

Ahşap malzemelerin karşılaştığı çevresel zorluklar ve bu zorluklara karşı uygulanan yüzey işlemleri, koruma yöntemleri ve düzenli bakım uygulamalarının önemi vurgulanmış, malzeme seçiminin yanı sıra bakım süreçlerinin de dayanıklılık ve estetik kayıpları önlemede belirleyici olduğu üzerinde durulmuştur. Ayrıca, ahşap ve ahşap esaslı malzemelerin sürdürülebilirlik açısından sağladığı avantajlar ve çevresel etkileri detaylı bir şekilde tartışılmıştır. Bu kapsamda, dış mekan mobilyalarında ahşap kullanımının estetik, dayanıklılık ve çevresel etkiler açısından sağladığı faydalar analiz edilmiş, yüzey işlemleri ve koruma yöntemlerinin malzemelerin uzun ömürlü performansına olan katkıları incelenmiştir.

Son olarak, sürdürülebilirlik, dış mekan mobilyalarındaki ahşap kullanımında önemli bir yer tutmaktadır. Ahşap, doğrudan doğadan elde edilen bir kaynak olmasına rağmen, sürdürülebilir orman yönetimi ve geri dönüşüm süreçleriyle çevresel etkileri en aza indirgenebilir (Bais-Moleman vd., 2018; Frank Eshun vd., 2012). Ahşap ve ahşap esaslı malzemelerin sürdürülebilir bir şekilde kullanılması, yalnızca çevresel fayda sağlamakla kalmaz, aynı zamanda doğal kaynakların korunmasına da katkı sağlar (Elginöz vd., 2024). Bu çalışmada, ahşap malzemenin sürdürülebilirliği üzerine yapılan çeşitli çalışmalar ve bu alanda geliştirilen stratejiler de ele alınmıştır.

2. AHŞAP VE AHŞAP ESASLI MALZEMELERİN KULLANIM ALANLARI

Ahşap ve ahşap esaslı malzemeler, tarihsel süreçte inşaattan sanata kadar geniş bir kullanım yelpazesinde yer almıştır. Özellikle son yıllarda, bu malzemelerin dış mekan mobilyalarındaki kullanımı, çevresel kaygıların artması ve sürdürülebilir tasarımın ön planda olmasıyla daha da yaygınlaşmıştır (Bolong vd., 2024; Sipahi ve Sipahi, 2024). Ahşap malzeme, özellikle dayanıklılığı, estetik ve doğal görünümü ile dış mekan mobilyalarında tercih edilen başlıca malzemeler arasında yer almaktadır. Bu malzemenin kullanım alanlarını anlayabilmek için, farklı ahşap türlerinin dış mekan mobilyalarında nasıl yer bulduğuna, hangi iklim ve çevre koşullarında optimum performans gösterdiğine odaklanmak oldukça önemlidir.

2.1. Ahşap Türlerinin Dış Mekan Mobilyalarındaki Rolü

Farklı ağaç türlerinden elde edilen odunlar, farklı fiziksel ve mekanik özelliklere sahip olduğundan (Humar vd., 2022; Tankut vd., 2014), dış mekan mobilyalarının tasarımında kullanılacak ahşap türlerinin seçiminde dikkat edilmesi gereken önemli faktörler vardır. Bu kapsamda özellikle meşe, kayın ve dişbudak gibi ahşap malzemeler yüksek yoğunlukları ve dayanıklılıklarıyla bilinmektedir (Haurie vd., 2019; Weidenhiller vd., 2019). Bu türler, dış ortam koşullarına yüksek direnç gösterip, uzun ömürlü ve dayanıklı mobilyaların üretiminde sıklıkla tercih edilmektedir. Diğer taraftan, düşük yoğunluğa sahip ağaç türlerinden elde edilen ahşap malzemeler daha kolay işlenebilir olmaları nedeniyle, ekonomik ve estetik tercihlerin ön planda tutulduğu projelerde yaygın bir şekilde tercih edilmektedir (Sandak vd., 2024).

Ahşap malzeme ile tasarlanmış dış mekan mobilyalarının estetik açıdan sağladığı faydalar, bu malzemelerin dış mekanlara entegre edilmesi açısından önemli bir etkiye sahiptir. Özellikle meşe odunundan elde edilen mobilyalar, estetik açıdan yüksek değer taşıırken, doğal dayanıklılıkları ile de uzun ömürlü kullanım potansiyeli göstermektedir. Bu malzeme hem endüstriyel hem de doğal görünümleriyle estetik anlamda dış mekanlara uyum sağlar (Şekil 1).



Şekil 1: Meşe odunundan yapılmış dış mekan mobilyası örneği (Web 1, 2024).

Ahşap esaslı malzemeler, orman ürünlerinin verimli bir şekilde kullanılmasını sağlayan önemli alternatifler sunmaktadır. Örneğin, kontrplak, MDF ve OSB (Oriented Strand Board) gibi ahşap esaslı malzemeler, dış mekan mobilyalarında farklı yapı ve tasarımların oluşturulmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu malzemeler, genellikle daha düşük maliyetli olmaları ve işlenmesinin kolay olması nedeniyle tercih edilirken, yüzey kaplamaları ve koruyucu işlemler ile dış mekan koşullarına dayanıklı hale getirilebilmektedirler. Dış mekan

mobilyalarında kullanılan bu tür ahşap esaslı malzemelerin uygulama alanları hem estetik hem de fonksiyonel gereksinimleri karşılamaktadır (Şekil 2).



Şekil 2: OSB (Web 2, 2024) ve Kontrplak (Web 3, 2024) malzemelerinden yapılmış dış mekan mobilyaları.

2.2. Dış Mekan Mobilyalarının Estetik ve Fonksiyonellik Gereksinimleri

Dış mekan mobilyalarının tasarımında, estetik ve fonksiyonellik arasında kurulacak olan dengenin, kullanıcıların görsel beklentilerini ve pratik ihtiyaçlarını karşılayacak düzeyde olması gerekmektedir. Ahşap malzeme hem doğal hem de işlenebilir özellikleri ile bu dengeyi sağlamada önemli bir rol oynar. Ahşabın organik yapısı, dış mekanlarla etkileşimde bulunarak çevresel faktörlere uyum sağlayabilen bir estetik oluşturur. Bununla birlikte, ahşap malzemelerin dış mekan koşullarına karşı gösterdiği dayanıklılık, malzemenin uzun süreli kullanımını mümkün kılar ve böylece mobilyaların işlevsel performansını artırır (Jirous-Rajkovic ve Miklečić, 2021).

Dış mekan mobilyalarının yalnızca görsel çekiciliği değil, aynı zamanda kullanıcıların çevresel koşullarla etkileşimini de göz önünde bulundurması gerekmektedir. Ahşap, doğal unsurlarla uyumlu bir yapı sunarak, peyzajın ve çevredeki doğal öğelerin estetik bütünlüğünü bozmadan yaşam alanlarına katkıda bulunmaktadır. Bu, özellikle doğal yaşam alanlarında, bahçelerde ve teraslarda mobilyaların çevreye entegre edilerek yaşam alanlarının bir parçası olması bakımından büyük önem taşımaktadır.

Fonksiyonellik, dış mekan mobilyalarının tasarımında estetikten bağımsız bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır. Mobilyalar, dış mekanın zorlu koşullarına karşı dayanıklı olmalı, aynı zamanda rahat ve pratik bir kullanım sunmalıdır. Ahşap, doğal yapısı sayesinde bu tür dışsal etkilerle başa çıkabilecek bir malzeme olmasının yanı sıra, çeşitli koruma yöntemleri ile daha da güçlendirilebilmektedir (Sönmez ve Budakçı, 2004).

Diğer taraftan ergonomi de dış mekan mobilyalarında önemli bir faktördür (Zvonareva vd., 2020). Kullanıcıların rahat bir şekilde oturup dinlenebilmesi için mobilyaların tasarımında vücut yapısına uygun, doğru oturma açıları ve destekleyici unsurlar göz önünde bulundurulmalıdır (Nowakowski, 2020). Ahşap hem estetik hem de işlevsel yönleriyle ergonomiyi destekler, çünkü ahşap yüzeyler genellikle sıcaklık yalıtımı sağlar ve uzun süreli oturmalarda rahatlık sunar.

2.3. Ahşap ve Ahşap Esaslı Malzemelerin Dış Mekanda Kullanım Alanları

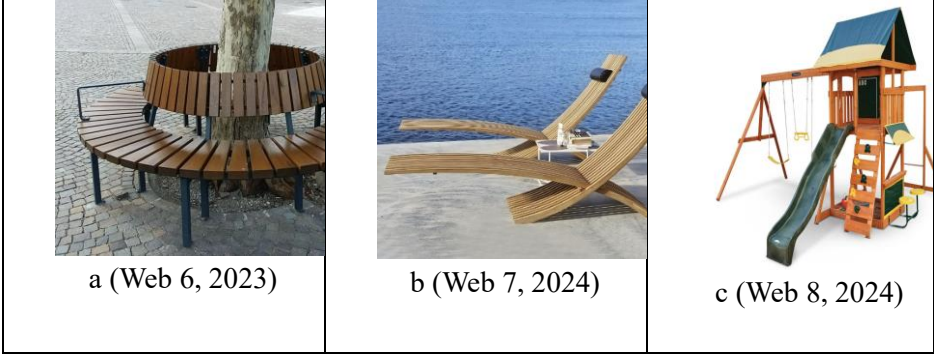
Ahşap ve ahşap esaslı malzemelerin dış mekanlarda kullanım alanları bahçe mobilyaları, veranda oturma grupları, açık hava oturma alanları, teraslar, havuz kenarları, oyun parkları vb. gibi pek çok çeşitliliğe sahiptir (Şekil 3-4).



Şekil 3: Dış mekanda kullanılan yemek masası (a), veranda uygulaması (b) ve pergole uygulamaları (c).

Bunun yanı sıra, ahşap esaslı malzemeler, çevre dostu özellikleriyle de dikkat çekmektedir (Jiang vd., 2018; Zhu vd., 2016). Doğal bir malzeme olması, sürdürülebilir tasarım anlayışına sahip projelerde tercih edilmesini sağlamaktadır. Ayrıca, ahşap malzemelerin işlenebilirliği, mobilya tasarımında yaratıcı ve estetik açıdan çeşitli çözüm olanakları sunmaktadır. Bu malzemeler, zarif formlar ve fonksiyonel tasarımlar oluşturulmasını sağlayarak, mekanlara özgün bir karakter kazandırmaktadır.

Ahşap esaslı malzemelerin bir diğer yaygın kullanım alanı ise dış mekan yapılarının inşasında yer alır. Ahşap panellerde, dış cephe kaplamalarında, pergola ve gölgelik yapılarında, açık hava yürüyüş yollarında ve terasa dönüşen veranda yapılarında kullanılmaktadır. Bu malzemeler yapının estetik değerini artırırken aynı zamanda mekansal iklimi kontrol edebilecek özelliklere sahip olarak enerji verimliliğini artırabilecek potansiyele sahiptir.



Şekil 4: Açık hava alanlarında kullanılan ahşap mobilyaların estetik uyumu.

3. AHŞAP VE AHŞAP ESASLI DIŞ MEKAN MOBİLYALARININ BAKIMI

Ahşap, doğal bir malzeme olarak zamanla çevresel etmenlerden etkilenebilir. Dış mekan mobilyalarında ahşap ve ahşap esaslı malzemeler kullanıldığında, bu materyallerin dayanıklılığını ve estetik görünümünü korumak için belirli bakım prosedürlerine ihtiyaç duyulur. Ahşap mobilyaların ömrü, bakım uygulamalarına, çevresel koşullara ve kullanılan koruyucu malzemelere bağlı olarak değişir. Bu bölümde, ahşap ve ahşap esaslı dış mekan mobilyalarının bakımına dair genel ilkeler, bakım yöntemleri ve kullanılan koruyucu ürünler detaylı bir şekilde incelenmiştir.

3.1. Ahşap Yüzeylerin Temizliği ve Bakımının Önemi

Ahşap dış mekan mobilyalarının ilk aşamadaki bakımı, doğru temizlik yöntemlerinin uygulanması ile başlar. Ahşap yüzeylerde biriken kir, toz ve diğer dış etmenler, mobilyanın yüzeyine zarar verebilir ve zamanla malzemenin ömrünü kısaltabilir. Temizlik, özellikle dış mekan koşullarına maruz kalan mobilyalar için oldukça önemlidir. Bu tür mobilyaların düzenli olarak temizlenmesi, ahşap yüzeyin korunmasını sağlar. Temizlik sırasında aşındırıcı malzemelerden kaçınılmalı, daha az zarar veren ve su bazlı temizleyiciler tercih edilmelidir. Temizleme işlemi sırasında ahşap yüzeylerin fazla su ile ıslatılmaması gerektiği de göz önünde bulundurulmalıdır.

3.2. Koruyucu Yüzey Kaplamaları ve Yağlar

Dış etkenlere karşı duyarlı bir malzeme olan ahşap, zamanla güneş ışığına, nem ve yağmura maruz kalabilir. Bu etmenler, ahşap yüzeyde renk değişimi, çatlama, şişme ve çürümeye yol açabilir. Bu tür zararlardan korunmak amacıyla, mobilyaların yüzeylerine koruyucu kaplamalar yapılması gereklidir (Şekil 5).

Ahşap için en yaygın koruyucu kaplamalar arasında yağlar, vernikler ve boyalar yer almaktadır. Bu kaplamalar, ahşabın su ve hava ile doğrudan teması engelleyerek, yüzeyin korunmasını sağlar. Tablo 1’de sık kullanılan uygulamaların detayları ve teknik bilgileri verilmiştir:



Şekil 5: Dış mekan ahşap mobilyalarında vernik uygulama örneği (Web 9, 2023).

Tablo 1. Koruyucu katmanlarda sık kullanılan uygulamalara ait teknik bilgiler

Kaplama Türü	Uygulamada Yaygın Türler	Özellikleri	Uygulama Yöntemi	Avantajları	Dezavantajları
Şeffaf Vernikler	Poliüretan Vernik, Akrilik Vernik	UV ışınlarına, neme ve çizilmelere karşı koruma sağlar. Ahşabın doğal dokusunu görünür kılar.	Yüzey zımparalanarak temizlenir. İnce bir kat fırça veya rulo ile uygulanır. Katlar arasında 4-6 saat beklenir. İkinci kat uygulanır.	Parlak ve dayanıklı bir yüzey sağlar.	Çatlama veya soyulma riski taşır. Düzenli bakım gerektirir.

Doğal Yağlar	Tung Yağı, Ketentohumu Yağı	Ahşabın dokusuna nüfuz eder. Film oluşturmaz. Doğal bir görünüm ve su geçirmezlik sağlar.	İnce bir kat bez veya fırça ile uygulanır. Yağın fazla kısmı alınır. Kuruması için 24 saat beklenir. İstenirse 2-3 kat uygulanabilir.	Çevre dostudur ve uygulanması kolaydır.	Sık yenileme gerektirir.
Su Bazlı Boyalar	Su Bazlı Akrilik Boya	Çevre dostudur, düşük VOC içerir. UV ışınlarına dayanıklı ve hızlı kuruma sağlar.	Yüzey temizlenir ve astar uygulanır. Boya iki kat halinde rulo veya fırça ile sürülür. Katlar arasında 2 saat beklenir.	Renk çeşitliliği sunar. Çevre dostudur.	Neme karşı koruma sağlamak için ekstra kat gerekebilir.
Solvent Bazlı Boyalar	Solvent Bazlı Akrilik Boya, Sentetik Boya, Epoksi Bazlı Boya	Suya ve neme karşı yüksek dayanıklılık sağlar. Ahşabın doğal dokusunu kaplar.	Yüzey düzgün hale getirilir. Astar uygulanır. Boya fırça veya rulo ile ince katlar halinde sürülür. Katlar arasında 6-8 saat kuruma süresi verilir.	Yüksek dayanıklılık ve uzun ömürlü koruma sağlar.	Kimyasal içerik nedeniyle çevre dostu değildir.

Koruyucu kaplamaların etkinliği, doğru uygulama ve düzenli bakım ile ilişkilidir. Yağ bazlı kaplamalar genellikle yılda bir yenilenirken, yüksek dayanıklılığa sahip poliüretan vernikler 2-3 yıl aralıklarla yenilenebilir. Bununla birlikte, dış mekan koşullarına bağlı olarak bu süreler değişebilir. Ahşap türü, kaplama seçimini doğrudan etkiler; çam gibi düşük yoğunluğa sahip malzemeler yüksek penetrasyona sahip yağlarla daha iyi korunurken, meşe veya tik gibi yüksek yoğunluğa sahi malzemeler vernik veya boya uygulamalarına daha dayanıklıdır. Uygulama sırasında çevresel etkilerin azaltılması amacıyla düşük VOC içerikli ürünler tercih edilmeli ve solvent bazlı ürünlerle çalışırken iyi havalandırılmış bir ortam sağlanarak koruyucu ekipman kullanılmalıdır. Ayrıca,

sprey ve fırça gibi farklı uygulama yöntemleri, ürünün türüne ve yüzeyin büyüklüğüne göre farklı avantajlar sunar; geniş yüzeylerde sprej yöntemi homojen bir kaplama sağlarken, fırça yöntemi detaylarda daha etkilidir.

3.3. Ahşap Mobilyaların Onarımı

Zamanla dış mekan mobilyalarında, özellikle sürekli dış etmenlere maruz kalan bölgelerde, çatlama, soyulma veya renk kaybı gibi hasarlar meydana gelebilir. Bu tür hasarların onarımı, mobilyanın ömrünü uzatmak için gereklidir. Ahşap mobilyalarda oluşan çatlamlar ve soyulmalar, genellikle ahşap yüzeyine uygulanan koruyucu kaplamaların aşınması sonucu oluşur. Bu gibi durumlarda, yüzeyin zımparalanarak temizlenmesi ve yeni bir koruyucu kaplama uygulanması gerekebilir. Ayrıca, bazı ahşap türlerinde nem alımı nedeniyle şişme veya büzülme görülebilir. Bu tür deformasyonlar, uygun ahşap türü seçimi ve düzenli bakım ile minimize edilebilir.

Bakım ve onarım işlemleri sırasında, doğru zımparalama tekniklerinin kullanılması önemlidir. Zımpara işlemi, ahşap yüzeyinin düzgün hale getirilmesini ve yeni kaplamaların daha verimli bir şekilde uygulanmasını sağlar. Bunun yanı sıra, onarım işleminde kullanılan malzemelerin de kaliteli ve uyumlu olması gerekir. Ahşap mobilyalar için kullanılan dolgu ve macunlar, orijinal malzemenin özelliklerine uygun olmalı, böylece onarılan alanların görünümünün doğal kalması sağlanmalıdır (Şekil 6).



Şekil 6: Dolgu macunu ile ahşap malzeme onarım uygulaması (Web 10, 2022).

3.4. Koruyucu Ürünlerin Seçimi ve Uygulama Yöntemleri

Dış mekan mobilyalarının uzun ömürlü ve estetik kalabilmesi için uygun koruyucu ürünlerin seçimi hayati önem taşır. Seçim sürecinde, ahşabın türü, mobilyanın kullanım alanı ve maruz kalacağı dış etkenler dikkate alınmalıdır. Örneğin, yüksek nem oranına sahip bölgelerde su geçirmezlik özelliği yüksek kaplamalar tercih edilmelidir. Bunun yanında, UV dayanımı olan ürünler, güneş ışığına maruz kalan mobilyalarda renk değişimlerini ve yüzey bozulmalarını önlemede etkili olacaktır.

Koruyucu ürünlerin seçimi sırasında, aşağıdaki hususlar göz önünde bulundurulmalıdır:

- Ahşabın Türü: Düşük yoğunluklu ağaç malzemeler (örneğin, çam) yağ bazlı koruyucularla daha iyi sonuç verirken, yüksek yoğunluğa sahip ağaç malzemeler (örneğin, meşe) ise vernik veya su bazlı boyalar için daha uygundur.
- Estetik Beklentiler: Şeffaf kaplamalar ahşabın doğal görünümünü korurken, opak boyalar mobilyaya farklı bir estetik katabilir.
- Çevresel Faktörler: Düşük VOC (uçucu organik bileşik) içeren ürünler, çevre dostu bir seçenek sunar ve kapalı mekanlarda uygulanabilir.

Koruyucu kaplamaların doğru şekilde uygulanması, ürünün performansı üzerinde doğrudan etkili olacaktır. Uygulama yöntemleri avantaj ve dezavantajları ,Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Koruyucu katman uygulama yöntemler, avantaj ve dezavantajları

Uygulama Yöntemi	Avantajları	Dezavantajları
Fırça ile Uygulama	Detaylı ve hassas yüzeylerde yüksek kontrol sağlar. Kaplamanın homojen bir şekilde dağılmasına olanak tanır.	Uygulama süresi uzundur. Geniş yüzeylerde daha fazla emek gerektirir.
Sprey ile Uygulama	Hızlı uygulama ve geniş yüzeylerde homojen dağılım sağlar. Karmaşık formlarda yüzeyi eşit şekilde kaplar.	Yüksek ürün kaybı olabilir. Dış mekanda uygulandığında rüzgar püskürtmeyi etkileyebilir.
Rulo ile Uygulama	Düz ve geniş yüzeylerde hızlı bir şekilde kaplama yapar. Ürün kaybı düşüktür.	Detaylı alanlarda uygulama zorlukları yaşanabilir Yüzeyde dalgalı bir görünüm oluşturma riski vardır.
Bez ile Uygulama	Yağ bazlı ürünlerin ahşap liflerine derinlemesine nüfuz etmesini sağlar. Doğal bir görünüm oluşturur.	Düzensiz bir görünüm riski taşır. Geniş yüzeylerde uygulama süresi uzayabilir.

Uygulama sürecinde dikkate alınması gereken bazı önemli teknik hususlar şunlardır:

- Yüzey temizliği ve zımparalama işlemleri, kaplamanın ahşap ile daha iyi yapışmasını sağlar.
- Çok katlı uygulamalarda, her bir kat arasında ince bir zımparalama işlemi yapılmalıdır.
- Dış mekan koşullarına uygunluğu artırmak için uygulamadan sonra kaplamanın tamamen kuruması beklenmelidir.

4. AHŞAP VE AHŞAP ESASLI DIŞ MEKAN MOBİLYALARINDA SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Sürdürülebilirlik, günümüzde hem endüstri hem de tasarım dünyasında önemli bir tema haline gelmiştir. Ahşap ve ahşap esaslı dış mekan mobilyaları, doğru şekilde kullanıldığında çevresel etkileri minimize eden, doğa dostu ve uzun ömürlü ürünler sunmaktadır. Bununla birlikte, sürdürülebilirlik yalnızca kullanılan materyalin doğal kaynaklardan temin edilmesi ile değil, aynı zamanda üretim süreçlerinin çevresel etkilere duyarlı bir şekilde gerçekleştirilmesi ile de ilişkilidir. Bu bölümde, ahşap ve ahşap esaslı dış mekan mobilyaları sürdürülebilirlik perspektifinden incelenerek, çevresel, ekonomik ve sosyal açıdan sağladığı faydalar bakımından ele alınacaktır.

4.1. Sürdürülebilir Ahşap Kullanımı ve Kaynak Yönetimi

Ahşap, doğal ve yenilenebilir bir malzeme olması nedeni ile doğada önemli bir yer tutmaktadır. Bununla birlikte, sürdürülebilir ahşap kullanımı, yalnızca bu malzemenin doğru kaynaklardan temin edilmesi ile mümkün olabilir. Ahşap ve ahşap esaslı ürünlerin üretimi için kullanılan ormanlar, ekosistemler üzerinde doğrudan etki yapmaktadır (Duncker vd., 2012). Bu nedenle, orman yönetimi uygulamaları sürdürülebilirlik açısından kritik bir rol oynamaktadır (Marchi vd., 2018). Sürdürülebilir orman yönetimi, ağaçların kesilmesinden önce yeni fidanların dikilmesini, biyolojik çeşitliliğin korunmasını ve ormanların sağlıklı bir şekilde büyümesini sağlar (Kotwal vd., 2008). Bu tür yönetim teknikleri, orman kaynaklarının gelecek nesiller için de kullanılabilir olmasını için önem arz etmektedir.

Ahşap malzemeler, FSC (Forest Stewardship Council) ve PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification) gibi sertifikasyon sistemlerine sahip ormanlardan temin edildiğinde, çevresel sürdürülebilirliği destekler (Paluš vd., 2018). Bu sertifikasyonlar, ormanların çevresel etkilerini azaltmaya ve doğal yaşam alanlarını korumaya yönelik uygulamaları onaylar. Bu tür sertifikalı ahşap

kullanımı, ahşap mobilyaların çevresel ayak izini küçültür ve sürdürülebilir ürünlerin piyasada daha fazla yer almasını sağlamaktadır.

4.2. Çevresel Etkilerin Azaltılması

Ahşap ve ahşap esaslı malzemelerin dış mekan mobilyalarında kullanımı, çevresel etkiler açısından genellikle olumlu sonuçlar ortaya çıkarmaktadır (Geng vd., 2019). Ahşap, karbon tutma özelliği sayesinde, atmosfere salınan karbon dioksit miktarını azaltmaktadır (Suter vd., 2017). Ormanlar, karbonu emerek atmosferdeki sera gazlarını dengeler. Bu nedenle, ahşap malzeme üretimi, özellikle sürdürülebilir kaynaklardan temin edilirse, karbon salınımını azaltma potansiyeline sahiptir (Jirous-Rajkovic ve Miklecic, 2021). Ayrıca, ahşap ürünlerin geri dönüştürülebilir ve biyolojik olarak çözünebilir malzemeler olmaları, çevre dostu bir özellik sunar. Ahşap mobilyaların ömrünü tamamladıktan sonra, geri dönüşüm ve yeniden kullanım imkanı sağlanabilir. Bu sayede, doğal kaynakların tükenmesi ve atıkların birikmesi engellenmiş olur. Özellikle üretiminde doğrudan ahşabın kullanıldığı dış mekan mobilyaları, kullanım ömrünü tamamladıktan sonra doğaya zarar vermeden geri dönüştürülebilir veya biyolojik olarak çözünebilir (Russell vd., 2023).

4.3. Enerji Verimliliği ve Üretim Süreçlerinde Sürdürülebilirlik

Ahşap ve ahşap esaslı dış mekan mobilyalarının sürdürülebilirliği yalnızca kullanılan malzemenin kalitesi ile ilgili değildir; aynı zamanda bu mobilyaların üretim süreçlerinde de sürdürülebilir yöntemler uygulanması gerekmektedir. Örneğin, yenilenebilir enerji kaynaklarıyla çalışan üretim tesisleri, enerji tüketimini azaltarak sera gazı emisyonlarını sınırlayarak çevrenin korunmasına katkı sağlayabilir. Ahşap mobilyaların üretim süreçlerinde, enerji verimliliğini artıran teknolojiler kullanılması, çevresel etkilerin azalmasına katkı sağlar. Aynı zamanda, mobilyaların daha az enerji ve su kullanarak üretilmesine de olanak tanır. Ayrıca, atıkların geri dönüştürülmesi ve üretim sürecinde kullanılan kimyasalların çevre dostu olmasına da dikkat edilmesi gerekmektedir. Bu tür üretim süreçleri hem ekonomik hem de çevresel açıdan daha sürdürülebilir bir üretim modeli sunmaktadır.

4.4. Sosyal Sürdürülebilirlik ve Yerel Ekonomiler

Sürdürülebilirlik yalnızca çevresel ve ekonomik faktörlerle sınırlı kalmaz; aynı zamanda sosyal sürdürülebilirlik de büyük bir önem taşır. Ahşap ve ahşap esaslı dış mekan mobilyalarının üretimi, yerel ekonomilere katkı sağlayabilir. Yerel ormanlardan temin edilen ahşaplar ve yerel işgücü kullanılarak üretilen mobilyalar, ekonomik kalkınmaya destek olabilir. Yerel halkın istihdam edilmesi, yerel toplulukların sürdürülebilir kalkınma süreçlerine dahil olmasına olanak tanır. Ayrıca, sürdürülebilir ahşap kullanımı, yerel kültürlerin ve geleneklerin korunmasını da sağlayabilir. Ahşap, birçok yerel topluluk için önemli bir

malzemedir ve yerel kùltürler tarafından geleneksel olarak işlenmektedir. Bu, ahşap mobilya üretiminin sadece ekonomik değil, aynı zamanda kültürel sürdürülebilirliği de destekleyen bir alan olduğunu göstermektedir.

KAYNAKLAR

- Aobing, Y., Xiong, W., & Yao, H. (2024). Research on design evaluation of wooden outdoor seating system. *E3S Web of Conferences*, 512, 02021. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202451202021>
- Asdrubali, F., Ferracuti, B., Lombardi, L., Guattari, C., Evangelisti, L., & Grazieschi, G. (2017). A review of structural, thermo-physical, acoustical, and environmental properties of wooden materials for building applications. *Building and Environment*, 114, 307–332. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.12.033>
- Bais-Moleman, A. L., Sikkema, R., Vis, M., Reumerman, P., Theurl, M. C., & Erb, K.-H. (2018). Assessing wood use efficiency and greenhouse gas emissions of wood product cascading in the European Union. *Journal of Cleaner Production*, 172, 3942–3954. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.04.153>
- Bilgin, H. (2009). *Wood structure and development days of the historical process in the u.s. wood use*. Master's Thesis, Natural and Applied Science, Haliç University, İstanbul, Türkiye.
- Bolong, N., Saad, I., Asman, N. S. A., Choong, W. H., & Roslan, Z. (2024). Feasibility of Recycled HDPE Planks for Sustainable Furniture Applications: A Physio-Mechanical Study. *MATEC Web of Conferences*, 397, 03005. <https://doi.org/10.1051/mateconf/202439703005>
- Budakci, M. (2006). Effect of outdoor exposure and bleaching on surface color and chemical structure of scots pine. *Progress in Organic Coatings*, 56(1), 46–52. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2006.01.018>
- Budakçı, & M. Atar, M. (2001). Effects of bleaching process on hardness and glossiness of pine wood (*Pinus sylvestris* L.) exposed to outdoor conditions. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 25(4), 20207.
- Budakçı, M., & Karamanoğlu, M. (2014). Effects of weathering on some physical properties of wood. *Kastamonu University Forest Faculty Journal*, 14(1), 37–47.
- Ciupan, E., Ciupan, C., Câmpean, E.-M., Stelea, L., Policsek, C.-E., Lungu, F., & Jucan, D.-C. (2018). Opportunities of Sustainable Development of the Industry of Upholstered Furniture in Romania. A Case Study. *Sustainability*, 10(9), 3356. <https://doi.org/10.3390/su10093356>
- Cragg, S. M., Brown, C. J., R. M. Albuquerque, & R. A. Eaton, &. (2001). Rates of emission from CCA-treated wood in the marine environment: measurement, modelling and requirements for future research. *Proceedings of the 6th International Preservation Symposium; Environment and Wood Preservation*, 5–6.
- Duncker, P. S., Raulund-Rasmussen, K., Gundersen, P., Katzensteiner, K., De Jong, J., Ravn, H. P., Smith, M., Eckmüllner, O., & Spiecker, H. (2012). How Forest Management affects Ecosystem Services, including Timber Production and Economic Return: Synergies and Trade-Offs. *Ecology and*

- Society*, 17(4), art50. <https://doi.org/10.5751/ES-05066-170450>
- Elginöz, N., van Blokland, J., Safarian, S., Movahedisaveji, Z., Yadeta Wedajo, D., & Adamopoulos, S. (2024). Wood Waste Recycling in Sweden—Industrial, Environmental, Social, and Economic Challenges and Benefits. *Sustainability*, 16(14), 5933. <https://doi.org/10.3390/su16145933>
- Frank Eshun, J., Potting, J., & Leemans, R. (2012). Wood waste minimization in the timber sector of Ghana: a systems approach to reduce environmental impact. *Journal of Cleaner Production*, 26, 67–78. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.12.025>
- Geng, A., Ning, Z., Zhang, H., & Yang, H. (2019). Quantifying the climate change mitigation potential of China’s furniture sector: Wood substitution benefits on emission reduction. *Ecological Indicators*, 103, 363–372. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.04.036>
- González-García, S., Gasol, C. M., Lozano, R. G., Moreira, M. T., Gabarrell, X., Rieradevall i Pons, J., & Feijoo, G. (2011). Assessing the global warming potential of wooden products from the furniture sector to improve their ecodesign. *Science of The Total Environment*, 410–411, 16–25. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.09.059>
- Haurie, L., Giraldo, M. P., Lacasta, A. M., Montón, J., & Sonnier, R. (2019). Influence of different parameters in the fire behaviour of seven hardwood species. *Fire Safety Journal*, 107, 193–201. <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2018.08.002>
- Humar, M., Vek, V., Oven, P., Lesar, B., Kržišnik, D., Keržič, E., Hočevar, M., & Brus, R. (2022). Durability and Moisture Dynamics of Douglas-Fir Wood From Slovenia. *Frontiers in Plant Science*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.860734>
- Jiang, F., Li, T., Li, Y., Zhang, Y., Gong, A., Dai, J., Hitz, E., Luo, W., & Hu, L. (2018). Wood-Based Nanotechnologies toward Sustainability. *Advanced Materials*, 30(1). <https://doi.org/10.1002/adma.201703453>
- Jirouš-Rajković, V., & Miklečić, J. (2021). Enhancing Weathering Resistance of Wood—A Review. *Polymers*, 13(12), 1980. <https://doi.org/10.3390/polym13121980>
- Kılınç, İ., Budakçı, M., & Korkmaz, M. (2022). Ahşap Yüzeylerde Boya/Vernikleri Temizlemek İçin Kullanılan Çevreci Yöntem ve Medyalar. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 10, 2080.
- Kılınç, İ., Budakçı, M., & Korkmaz, M. (2023). The Use of Environmentally Friendly Abrasive Blasting Media for Paint Removal from Wood Surfaces. *BioResources*, 18(1), 1185–1205. <https://doi.org/10.15376/biores.18.1.1185-1205>
- Klooster, D., & Mercado-Celis, A. (2016). Sustainable Production Networks: Capturing Value for Labour and Nature in a Furniture Production Network in Oaxaca, Mexico. *Regional Studies*, 50(11), 1889–1902. <https://doi.org/10.1080/00343404.2015.1071915>
- Kotwal, P. C., Omprakash, M. D., Gairola, S., & Dugaya, D. (2008). Ecological indicators: Imperative to sustainable forest management. *Ecological*

- Indicators*, 8(1), 104–107. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2007.01.004>
- Marchi, E., Chung, W., Visser, R., Abbas, D., Nordfjell, T., Mederski, P. S., McEwan, A., Brink, M., & Laschi, A. (2018). Sustainable Forest Operations (SFO): A new paradigm in a changing world and climate. *Science of The Total Environment*, 634, 1385–1397. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.04.084>
- Nowakowski, P. (2020). *Ergonomic Design of Private Outdoor Living Spaces* (ss. 97–104). https://doi.org/10.1007/978-3-030-51566-9_14
- Paluš, H., Parobek, J., Šulek, R., Lichý, J., & Šálka, J. (2018). Understanding Sustainable Forest Management Certification in Slovakia: Forest Owners' Perception of Expectations, Benefits and Problems. *Sustainability*, 10(7), 2470. <https://doi.org/10.3390/su10072470>
- Pelit, H., Korkmaz, M., & Budakç1, M. (2017). Farklı ahşap malzemelerin bazı fiziksel özelliklerine su itici maddelerin etkileri. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 6(3), 1027–1036.
- Rahmat, B., Mulyosari, D., Purwanto, A. A., & Widiyanto, W. (2023). PENGARUH POSISI SAMBUNGAN KONSTRUKSI KAYU TERHADAP DEDAIN PRODUK MEBEL BERBAHAN DASAR KAYU. *Jurnal Kreatif: Desain Produk Industri dan Arsitektur*, 11(1), 8. <https://doi.org/10.46964/jkdpia.v11i1.336>
- Russell, J. D., Huff, K., & Haviarova, E. (2023). Evaluating the cascading-use of wood furniture: How value-retention processes can contribute to material efficiency and circularity. *Journal of Industrial Ecology*, 27(3), 856–867. <https://doi.org/10.1111/jiec.13284>
- Sandak, A., Gordobil, O., Poohphajai, F., & Herrera Diaz, R. (2024). Weathering of Wood Modified with Acetic Anhydride—Physical, Chemical, and Aesthetical Evaluation. *Forests*, 15(7), 1097. <https://doi.org/10.3390/f15071097>
- Singer, H., & Özşahin, Ş. (2023). Applying an interval-valued Pythagorean fuzzy analytic hierarchy process to rank factors influencing wooden outdoor furniture selection. *Wood Material Science & Engineering*, 18(1), 322–333. <https://doi.org/10.1080/17480272.2021.2025427>
- Sipahi, S., & Sipahi, M. (2024). Raw Material Stage Assessment of Seating Elements as Urban Furniture and Eco-Model Proposals. *Sustainability*, 16(10), 4163. <https://doi.org/10.3390/su16104163>
- Sönmez, A., Budakç1, M. (2004). *Ağaç İşlerinde Üst Yüzey İşlemleri II, Koruyucu Katman ve Boya / Vernik Sistemleri*. Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi.
- Suter, F., Steubing, B., & Hellweg, S. (2017). Life Cycle Impacts and Benefits of Wood along the Value Chain: The Case of Switzerland. *Journal of Industrial Ecology*, 21(4), 874–886. <https://doi.org/10.1111/jiec.12486>
- Tankut, N., Tankut, A. N., & Zor, M. (2014). Mechanical properties of heat-treated wooden material utilized in the construction of outdoor sitting furniture. *TURKISH JOURNAL OF AGRICULTURE AND FORESTRY*, 38, 148–158. <https://doi.org/10.3906/tar-1211-9>

- Uzuner, M. (2020). *Evaluation of wood materials in furniture design: The example of bursa inegol furniture companies*. Natural and Applied Science, Işık University, İstanbul, Türkiye.
- Veronica, S., Hasibuan, A. F. A. ., Luke, E. F., Thoha, G. J. ., Kurniawan, M. R., & Alparizi, R. I. (2024). MODEL TESTING WITH WOOD MATERIALS IN INDOOR AND OUTDOOR USE. *BORDER*, 6(1), 29–38. <https://doi.org/10.33005/border.v6i1.764>
- Web 1. (2024). *Cantilever Oak Beam and Steel Outdoor Table*. traditionalbeams. <https://traditionalbeams.com/products/cantilever-oak-beam-and-steel-outdoor-table>
- Web 2. (2024). *A homemade lounge sofa with storage space from OSB*. opmaatzen.nl. <https://www.opmaatzen.nl/en-nl/diy/projects/a-homemade-lounge-sofa-with-storage-space-from-osb-by-bas>
- Web 3. (2024). *Plywood Chair Set*. rogueengineer. <https://rogueengineer.com/diy-1-sheet-plywood-chair-set-plans/>
- Web 4. (2024). *Veranda Gallery*. wrpgardenrooms. [https://wrpgardenrooms.co.uk/veranda-gallery/#iLightbox\[gallery_image_1\]/13](https://wrpgardenrooms.co.uk/veranda-gallery/#iLightbox[gallery_image_1]/13)
- Web 5. (2023). *30 Spectacularly Beautiful Pergola Patio Ideas For Your Home*. One Kindesign. <https://onekindesign.com/2023/04/23/beautiful-pergola-patio-ideas/>
- Web 6. (2023). *Block round bench*. Euroform K. Winkler Srl sustainable street furniture and more. <https://www.euroform-w.com/en/products/benches+-chairs-wood/block-99fu-99fuli-99fula>
- Web 7. (2024). *Luxury Outdoor Furniture*. luxury-outdoor-living.co.uk. <https://luxury-outdoor-living.co.uk/product/skargaarden-nozib-sunlounger/>
- Web 8. (2024). *KidKraft Brightside Outdoor Cedar Lumber/Wooden Play Centre*. Canada's store. <https://www.canadiantire.ca/en/pdp/kidkraft-brightside-outdoor-cedar-lumber-wooden-play-centre-kids-ages-3-10-0840045p.html>
- Web 9. (2023). *Exterior Finishes; Which One Should You Choose*. axminstertools. <https://www.axminstertools.com/ideas-advice/exterior-finishes-choose/>
- Web 10. (2022). *Ahşap Macunu Hakkında Merak Edilenler*. <https://www.kayalarboya.com.tr/ahsap-macunu-hakkinda-merak-edilenler>
- Weidenhiller, A., Linsenmann, P., Lux, C., & Brüchert, F. (2019). Potential of microwave scanning for determining density and tension strength of four European hardwood species. *European Journal of Wood and Wood Products*, 77(2), 235–247. <https://doi.org/10.1007/s00107-019-01387-x>
- Wilkinson, A. (2021). *How To: Care for Your Garden Furniture*. tofs. <https://www.tofs.com/blogs/blog/how-to-care-for-your-garden-furniture>
- Zhu, H., Luo, W., Ciesielski, P. N., Fang, Z., Zhu, J. Y., Henriksson, G., Himmel, M. E., & Hu, L. (2016). Wood-Derived Materials for Green Electronics, Biological Devices, and Energy Applications. *Chemical Reviews*, 116(16), 9305–9374. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.6b00225>
- Zvonareva, P. P., Filipkaya, I. V., & Yangulova, I. V. (2020). A new approach to the design of street furniture in Krasnoyarsk. *IOP Conference Series:*

Materials Science and Engineering, 944(1), 012009.
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/944/1/012009>

13. Bölüm

Keban Baraj Gölü Pertek Bölgesinde Balıkçılık ve Balıkçıların Sosyo-Ekonomik Analizi

Şahin AK¹
Fahrettin YÜKSEL²

¹ Yüksek Lisans Mezunu; Munzur Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Tunceli

² Prof. Dr., Munzur Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, fahrettinyuksel@munzur.edu.tr Orcid No: 0000-0001-7015-4564

1. GİRİŞ

Balıkçılık insanın en eski faaliyetlerinden birisidir. İnsanoğlu karada tarım, sanayi ve bilişim devrimlerini gerçekleştirse de balıkçılıkta hala avcılık ve toplayıcılığa devam etmektedir. Son 50 yılda hızlı bir gelişme gösteren su ürünleri sektörü, uluslararası ticaretteki payı ile hem günümüzün küresel balıkçılığında önemli rol almış hem de küresel ekonomide itici güç olarak kendini göstermiştir. Balık ve balık ürünleri ihracatı birçok ülkenin ekonomisinde önemli yer tutmaktadır. Gelişen teknolojiye paralel olarak tüm dünyada av gücü sürekli artmış ve avcılıkla elde edilen su ürünleri miktarı doğgunluk seviyesine ulaşmışken yetiştiricilik yoluyla elde edilen miktar artmaya devam etmektedir. Dünya’da 2018 yılı su ürünleri verileri incelendiğinde toplam 96.429.000 ton avcılıktan elde edilirken yetiştiricilikten elde edilen toplam miktarın 82.122.000 ton olduğu görölmektedir (Çöteli, 2020; FAO, 2020).

Günümüzde doğal kaynaklardan en iyi şekilde yararlanma, bu kaynaklar hakkında araştırmalarla elde edilecek yeni, detaylı ve temel nitelikli bilgileri gerektirmektedir. Bu anlayış ve bilinçle ölkemizin ve de insanlığın hayvansal protein girdisini, daha yüksek oranda sağlamak için en önemli adımlardan biri kaynakların yıpratılmadan işletilmesidir (Atalay ve Yüksel, 2010).

Küçük ölçekli balıkçılık sosyal, kültürel ve ekonomik açıdan özellikle eğitim seviyesinin düşük, ekonomik imkânların sınırlı olduğu kıyı bölgelerinde ve iç su kıyılarında yaşayan topluluklar açısından hayati öneme sahiptir. Yapısal olarak, küçük ölçekli balıkçılıkta daha küçük motor ve ekipman kullandığı için daha çevrecidir. Kullanılan avcılık yöntemi endüstriyel balıkçılığa göre çevreye ve balık stokları üzerinde daha az etkiye sahiptir. Pasif av araçları kullanıldığı için yakıt ve enerji tüketimi azdır. İnsan gücü daha çok kullanıldığı için istihdama önemli katkıda bulunmaktadır (FAO, 2015).

Küçük ölçekli balıkçılığın sadece sürekli yapılan ya da sadece mevsimlik yapılan bir iş olduğu şeklinde bir değerlendirmenin tutarlı olmadığı belirtilmektedir. Bazı bölgelerde ikinci bir meslek olarak yapılan balıkçılık bazı bölgelerde yıl boyunca yasal av sezonlarına uygun olarak farklı türlerin avlanması şeklinde de yapıldığına dikkat çekilmiştir. Türkiye’de de küçük ölçekli balıkçılık faaliyeti hem sürekli hem de mevsimsel olarak yapılan bir ekonomik faaliyettir (Çeliker ve ark., 2006).

Kırsal nüfusun içinde su ürünleri ile uğraşan nüfusun oranı %3 dolayındadır (Elbek, 1992). Bundan dolayıdır ki üretim ve tüketici arasındaki zincirde yer alan ve adına balıkçı dediğimiz insanların içinde bulunduğu sosyo–ekonomik durumları önemsenmelidir. Bu sektörde çalışan insanların

sorunlarının tanınması ve beklentilerinin belirlenmesi bu sektörün sorunlarını çözmek için kolaylık sağlayacaktır. Bir bölgenin sorunlarını irdelemek ve çözüm önerileri sunmak tüm ülke balıkçılarının sorunlarının çözümünü kolaylaştıracaktır (Altınbaş ve Menekşe, 2000; Yücel, 2006).

Ekonomik değeri yüksek deniz balıklarının stoklarında gözlenen azalmalar bütün dikkatleri hem denizlere hem de iç sularda kültür balıkçılığına ve iç su balıklarının avcılığına yöneltmiştir. Buna paralel olarak da iç su balıklarının avcılığında kullanılan ağların özellikleri, avcılıkta kullanılan teknelerin yapısı, balıkçıların sayısı ve su ürünleri kooperatiflerinin yapısının belirlenmesi zorunlu hale gelmiştir (Göğüş ve Kolsarıcı, 1992; Hoşsucu, 1998).

Bir ülkenin ekonomik ve sosyal yönden kalkınmasında en önemli etki, sahip olunan insan potansiyelidir. Her canlının yaşamını sürdürmesi için beslenmesi zorunludur. Çünkü beslenme insanın en temel ihtiyaçlarından biridir ve bu ihtiyacın en iyi şekilde karşılanması, diğer ihtiyaçların yerine getirilmesinde güven yaratıcı bir unsur oluşturur. Son yıllarda artan nüfusa paralel olarak hayvansal protein ihtiyacı da artmaktadır. Eksik olan hayvansal protein açığının giderilmesinde su ürünleri önemli bir kaynak oluşturmaktadır. Su ürünleri yüksek protein, zengin vitamin ve mineral madde içeriği ve çabuk sindirilebilirlik açısından üstün özelliklere sahip bir gıdadır. Başta balık olmak üzere su ürünlerinin tümü insan beslenmesinde, protein ihtiyacının karşılanmasında vazgeçilemeyecek değere sahip ekonomik bir kaynaktır (Doğan, 2002).

Su ürünleri, sağlıklı beslenmeye katkısı, istihdam imkânı oluşturması, yüksek katma değeri ile ülke ekonomisinde önemli bir yere sahiptir. Dinamik bir yapıya sahip olan su ürünleri sektöründeki üretimin birincil kaynağı avcılıktır. Dünya nüfusunun azımsanamayacak kısmı kıyı alanlarında yaşamaktadır. Bu alanların en eski ve en önemli faaliyetlerinden bir tanesi de balıkçılıktır (Çelikkale ve ark., 1999). Balıkçılık politikalarının belirlenmesinde gerekli olan birçok parametreden biri de su ürünleri müstahsillerinin sosyal ve ekonomik özellikleridir. Bu özelliklerin belirlenmesi, balıkçılık politikalarının sosyal ve ekonomik yansımalarının neler olacağının öngörülmesinde önemli rol oynar.

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından inşa edilen Keban Barajı, maksimum işletme kotunda (845) 68.731 hektarlık göl alanı ile Türkiye'deki sayılı büyük baraj gölleri arasındadır. Keban Baraj Gölü Elazığ, Tunceli, Erzincan, Sivas ve Malatya il sınırları içerisinde yer almakta olup, su ürünleri açısından önemli bir potansiyele sahiptir (Anonim,1982; Akbay ve Celayir, 1999).

Keban Baraj Gölü'nde ilk balıkçılık faaliyetleri 1970'li yılların ortalarında başlamıştır. Başlangıçta baraj gölü 8 ayrı avlak sahasına ayrılarak avcılık hakkı 2 yıllığına kiraya verilmiş, 1980 yılında ise rezervuar çevresindeki kooperatiflerin sayısı 13'e yükselmiş, aynı yıl içerisinde kooperatif ve yerleşim merkezlerinin durumu dikkate alınarak, baraj gölü 14 avlak sahasına ayrılmıştır. 1997-2000 yılları arasında yapılan son düzenlemeler ile baraj gölünde 16 adet kooperatif, 16 ayrı avlak sahasında faaliyet göstermektedir (Anonim, 1982; Celayir ve ark., 2006).

Keban Baraj Gölü'nde 7 familyaya ait 28 balık tür ve alt türü bulunmaktadır. Bu baraj gölünde yaşayan balıkların büyük çoğunluğu *Cyprinidae* familyasına ait balıklardır (Yıldırım ve ark., 2015). Ancak, son yıllarda baraj gölünde yoğun bir şekilde yapılan kafeslerde alabalık yetiştiriciliği sayesinde gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) baraj gölünde populasyon oluşturmuş ve av kompozisyonu içerisinde yerini almıştır.

Baraj gölündeki bütün avlak sahalarında balıkçılık faaliyetleri sac materyalden yapılmış küçük ölçekli teknelerle gerçekleştirilmektedir. Bu teknelerde ağların atılıp çekilmesinde kullanılan yardımcı ekipmanlar bulunmamaktadır. Avcılık çoğunlukla monofilament materyalden yapılmış, çeşitli göz büyüklüklerine sahip tek kat sade galsama ağları ile yapılmaktadır. Avcılıkta tek tür hedeflenmemekte, ağın göz büyüklüğüne bağlı olarak belirli boydaki balıklar hedeflenmektedir. Avlanan balıkların büyüklüğü fiyatına da yansımaktadır. Ayrıca, baraj gölünde insan eliyle sonradan aşılınmış olan bir kerevit türü de (*A. leptodactylus*) bulunmaktadır. Bu tür baraj gölüne uyum sağlamış ve av verecek düzeye gelmiştir. Baraj gölünün tamamına da yayılım gösterme eğilimindedir. Kerevit avcılığı baraj gölünün bazı avlak sahalarında pinterler ile yapılmaktadır.

Balıkçılık kaynaklarının araştırılması etkin ve bilimsel verilerin ortaya koyulması insanların geçim kaynağı olan bu mesleğin geliştirilmesi açısından çok önemlidir. Baraj gölünde ekonomik değeri yüksek olan balıkların avcılığının sürdürülebilir ve verimli olabilmesi, bilimsel veriler ışığında yapılacak avcılık düzenlemeleriyle mümkündür. Bu bağlamda ortamdaki balıkçılığın durumunun ve kullanılan av aletlerinin özelliklerinin bilinmesi büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışmada, Keban Baraj Gölü'nün Pertek avlak sahasındaki balıkçılık kaynaklarının ve balıkçıların sosyo-ekonomik özelliklerinin belirlenmesi ve bölgedeki balıkçılık ile ilgili sorunların ortaya kanması amaçlanmıştır.

2. MATERYAL METOD

Araştırmanın yapıldığı Tunceli ili Pertek İlçesi konum itibariyle Tunceli ve Elazığ illerini birbirine bağlayan köprü konumunda bulunan bir yerleşim yeridir. Elazığ iline 25 km Tunceli İline ise 51 km uzaklıktadır. Keban Baraj Gölü Pertek Avlak Sahası (5.Bölge); Fatmalı Köyü'nün batısında kalan Akpınar Tepesi ve Gevrik Sırtları arasında çekilen hattın doğusu ile Çataksu'da boğaza çekilen hattın batısı ve Elazığ-Tunceli il sınırlarını meydana getiren eski Fırat Nehri yatağı boyunca devam eden ve Tunceli il sınırları içerisinde kalan bölgedir. Toplam alanı ortalama su kotunda 6500 hektardır.

Araştırma materyalini, Keban Baraj Gölü'nde avcılık yapan balıkçılardan anket yolu ile elde edilen veriler ve bu balıkçıların kullandıkları av araç ve donanımlarının yerinde incelenmesi sonucu elde edilen veriler oluşturmaktadır. Ankette balıkçı teknelerinin fiziksel ve teknik özellikleri ve balıkçıların sosyo-ekonomik durumlarına yönelik sorular sorulmuştur. Anketler 2019 yılı avcılık sezonu olan 1 Temmuz 2019 ile 1 Nisan 2020 tarihleri arasında avcılık yapan balıkçılarla birebir görüşmelerle, kapalı ve açık uçlu sorular şeklinde uygulanmıştır. Anket tam sayım yöntemi uygulanarak yapılmış, 2020 yılında Tunceli İli Pertek Bölgesinde avcılık yapan toplam 13 balıkçıyla görüşülerek elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Hesaplamalar Microsoft Excel programı yardımıyla yapılmış ve sonuçlar tablolar ve grafikler halinde verilmiştir. Ayrıca, balıkçıların avcılıkta kullandıkları av araçları ve donanımlar yerinde incelenmiş olup, avcılığa ait teknik bilgiler gözlem sonucu elde edilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Balıkçıların Sosyo-Ekonomik Özellikleri

Keban Baraj Gölü Pertek Bölgesi'nde 2020 yılı av sezonunda toplam 13 balıkçı faaliyet göstermiştir. Bu balıkçılara ait bazı sosyo-ekonomik veriler Tablo 3.1'de verilmiştir.

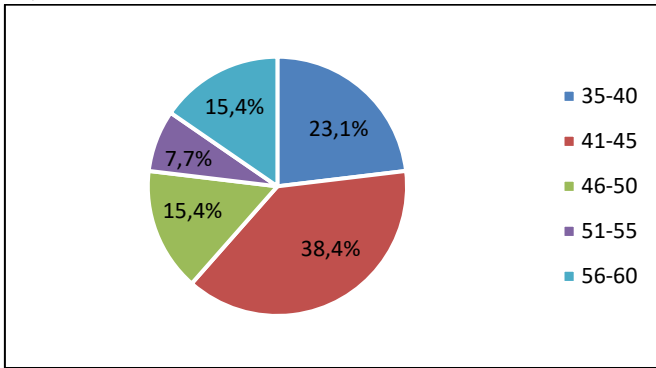
Tablo 3.1. Balıkçıların bazı sosyo-ekonomik özellikleri

Balıkçıların Bazı Sosyo-Ekonomik Özellikleri		
Yaş Dağılımları	Balıkçı Sayısı	%
35-40	3	23,1
41-45	5	38,4
46-50	2	15,4
51-55	1	7,70
56-60	2	15,4

Medeni Durumları	Balıkçı Sayısı	%
Bekar	0	0
Evli	13	100
Öğrenim Durumları	Balıkçı Sayısı	%
İlkokul	8	61,5
Ortaokul	4	30,8
Lise	1	7,7
Çocuk Sayıları	Balıkçı Sayısı	%
0	2	15,4
1	3	23,0
2	5	38,5
3	2	15,4
4	1	7,7
Balıkçılık Dışındaki Gelir Kaynakları	Balıkçı Sayısı	%
Yok	8	54,00
İşçi	1	8,00
Arıcılık	1	7,00
Koruculuk	3	31,00

3.1.1. Balıkçıların yaş dağılımları

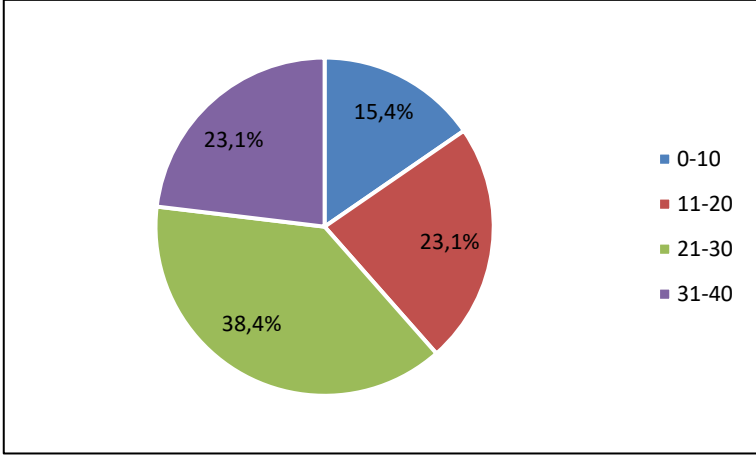
Pertek İlçesinde avcılık yapan balıkçıların yaşları 37 ile 60 arasında değişmektedir. Balıkçıların yaş grupları frekans dağılımları Şekil 3.1’de grafik olarak verilmiştir. Bölgede balıkçılık yapan kişilerin çoğunluğunun (%38,4) yaşlarının 41 ile 45 arasında değiştiği görülmektedir. Balıkçıların %23,1’i 35 ile 40 yaş arasındadır. En az ise %7,7 ile 51 ile 55 yaş arasında balıkçı bulunmaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Balıkçıların yaş dağılımları

3.1.2. Balıkçıların tecrübe yılları

Pertek avlak sahasında faaliyet gösteren balıkçıların çoğunluğunun (%38,4) 20 yıldan daha uzun süredir balıkçılık yaptıkları tespit edilmiştir. Daha az tecrübeli balıkçıların oranı %15,4 olurken bazı balıkçıların (%23,1) 30 yıldan daha uzun bir tecrübeye sahip oldukları görülmüştür (Şekil 3.2).



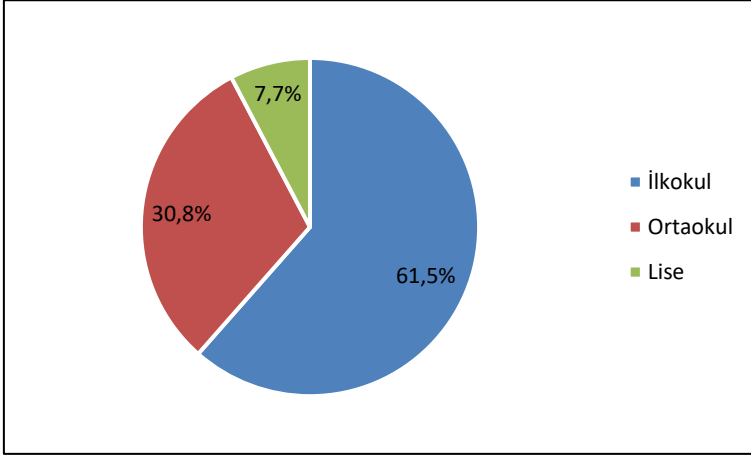
Şekil 3.2. Balıkçıların tecrübe yılları

3.1.3. Balıkçıların medeni durumları

Pertek bölgesindeki balıkçılara medeni durumları sorulmuştur. Buna göre, bu balıkçıların tamamının evli oldukları belirlenmiştir. Bunda balıkçıların arasında genç bireylerin olmamasının payı büyüktür.

3.1.4. Balıkçıların öğrenim durumları

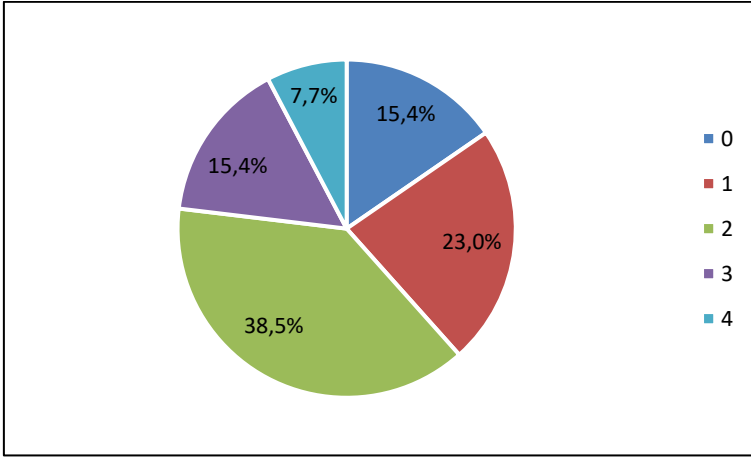
Pertek Bölgesi'ndeki balıkçıların tümünün okuryazar olduğu tespit edilmiş olup, %61,5'i ilkokul, %30,8'i ortaokul ve %7,7'si lise mezunudur (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Balıkçıların eğitim durumları

3.1.5. Balıkçıların çocuk sayıları

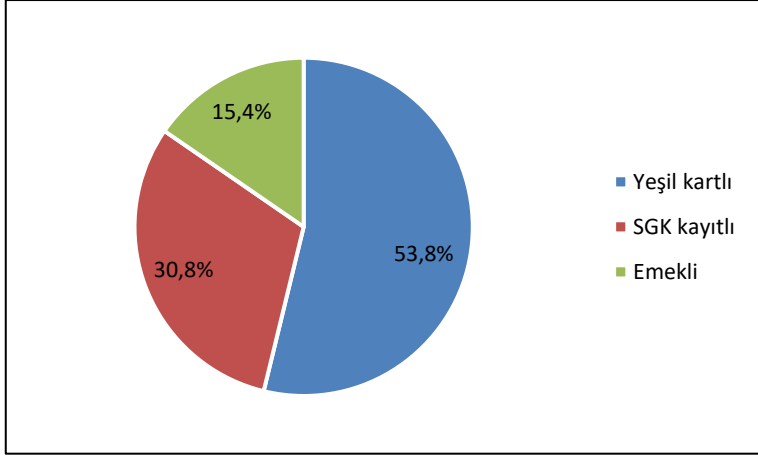
Pertek Bölgesi'nde tamamı evli olan balıkçılar 0 ile 4 arasında çocuğa sahiptir. Balıkçıların %15,4'ünün çocuğu yoktur. En yüksek oranın (%38,5) iki çocuk sahibi olanlarda olduğu görülmüştür. En düşük oran ise %7,7 ile dört çocuklu balıkçılarıdır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Balıkçıların çocuk sayıları

3.1.6. Balıkçıların sosyal güvence durumları

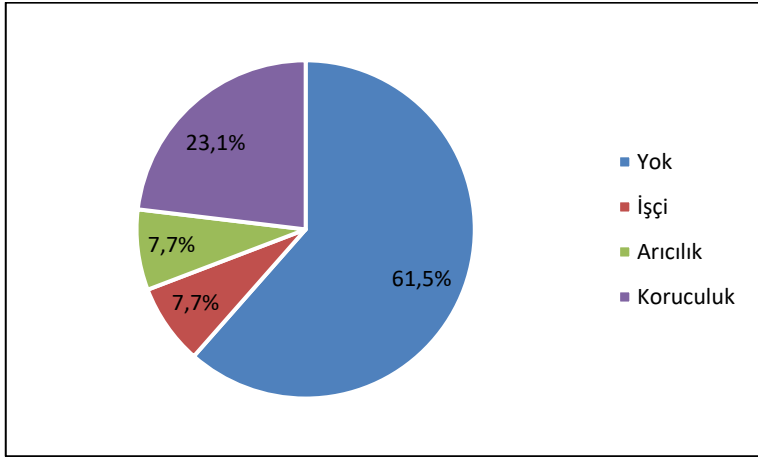
Balıkçıların %53,8'i yeşil kart hizmetlerinden faydalanmakta, %30,8'inin Sosyal Sigortalar Kurumu'nda kayıtları bulunmaktadır. Bunun dışında %15,4'ü ise emeklidir. Sigortalı çalışanların tamamı koruculuk mesleğini yapmaktadır. Balıkçıların sosyal güvence durumlarını gösteren grafik Şekil 3.5'te verilmiştir.



Şekil 3.5. Balıkçıların sosyal güvence durumları

3.1.7. Balıkçılık dışındaki gelir kaynakları

Bölgede avcılık yapan balıkçıların yarısından fazlasının (%61,5) balıkçılık dışında herhangi bir geliri bulunmazken, %23,1'inin köy koruculuğu yaptığı tespit edilmiştir. Bunun dışında bir balıkçının Pertek Belediyesi'nde çalıştığı, bir balıkçının ise arıcılık yaparak ek gelir elde ettiği belirlenmiştir (Şekil 3.6).

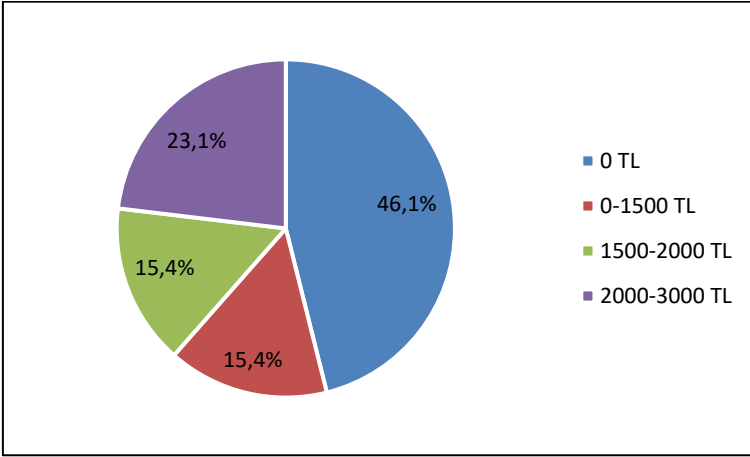


Şekil 3.6. Balıkçılık dışındaki gelir kaynakları

3.1.8. Balıkçılık dışındaki aylık gelirleri

Bölgedeki balıkçılara balıkçılık dışında gelirlerinin olup olmadığı varsa yaklaşık miktarı sorulmuştur. Buna göre, balıkçıların yarısına yakınının (%46,1) balıkçılık dışında herhangi bir gelirlerinin olmadığı, %15,4'ünün 1500 TL

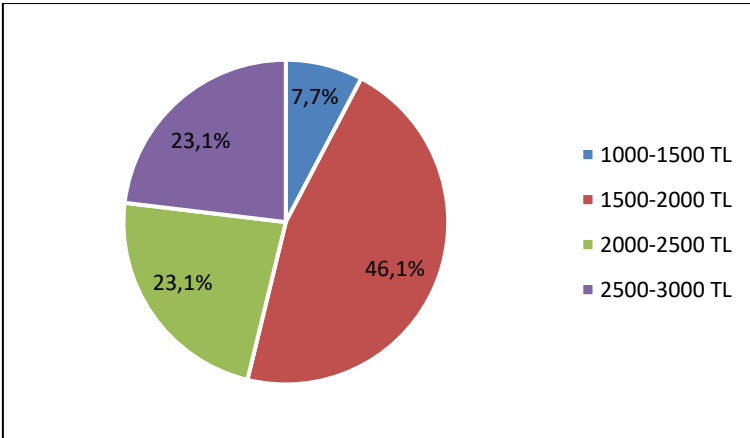
altında, %15,4'ünün 1500-2000 TL arasında ve %23,1'inin 2000-3000 TL arasında aylık gelire sahip oldukları tespit edilmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Balıkçılık dışındaki aylık gelirleri

3.1.9. Balıkçılık sezonundaki aylık gelirleri

Pertek Bölgesi'ndeki balıkçıların avcılık sezonu içerisinde balıkçılıktan elde ettikleri gelir aylık olarak yaklaşık 1000 TL ile 3000 TL arasında değişmektedir. Buna göre büyük çoğunluğunun (%46,1) 1500-2000 TL, %7,7'sinin 1000-1500 TL, %23,1'inin 2000-2500 TL ve %23,1'inin 2500-3000 TL civarında aylık gelir elde ettikleri belirlenmiştir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Balıkçılıktan elde ettikleri aylık gelir

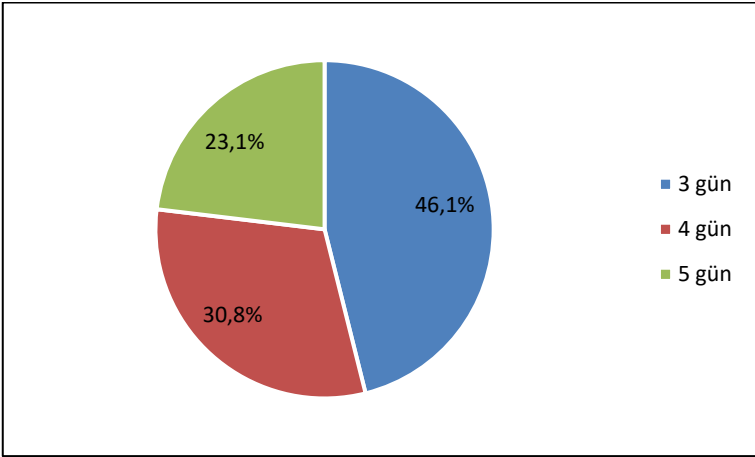
3.1.10. Kendisi dışında evde çalışan sayısı

Pertek Bölgesi'ndeki balıkçıların hane halkından kendisi dışında gelir sahibi olup olmadığı sorulmuştur. Buna göre sadece bir balıkçının evinde gelir sahibi bir kişinin olduğu, onun da aylık gelirin 500 TL olduğu beyan edilmiştir.

3.1.11. Yıl içinde balıkçılık yapılan gün sayısı

Tarım ve Orman Bakanlığı Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü tarafından, 5/1 Numaralı Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığının Düzenlenmesi Hakkında Tebliğ (No: 2020/20)'de Keban Baraj Gölü'nde ticari balık avcılığı 1 Temmuz ile 31 Mart tarihleri arasında serbesttir. Bu tarihlerin dışında av yasakları uygulanmaktadır.

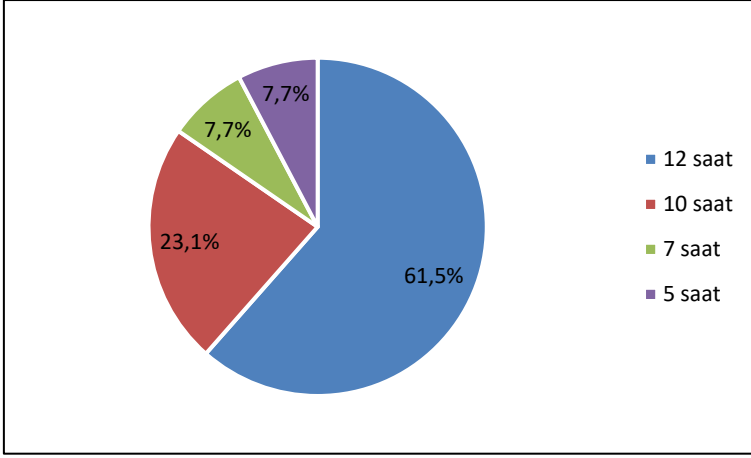
Bölgedeki balıkçılar haftada 3 ile 5 gün arasında avcılık yaptıklarını ifade etmişlerdir. Balıkçıların %46,1'i haftada 3 gün, %30,8'i haftada 4 gün ve %23,1'i haftada 5 gün balığa çıktıklarını bildirmişlerdir (Şekil 3.9). Buna göre bölgedeki bir balıkçının bir sezonda ortalama 156 gün balıkçılık faaliyeti gösterdiği hesaplanmıştır. Balıkçılara ava çıkılmayan günlerin sebepleri sorulmuştur. Buna göre çoğunlukla hava şartlarının engel olduğunu, bazen de özel sebeplerden dolayı balıkçılığa çıkmadıklarını ifade etmişlerdir.



Şekil 3.9. Balıkçıların haftalık ava çıktıkları gün sayısı

3.1.12. Balıkçıların çalışma saatleri

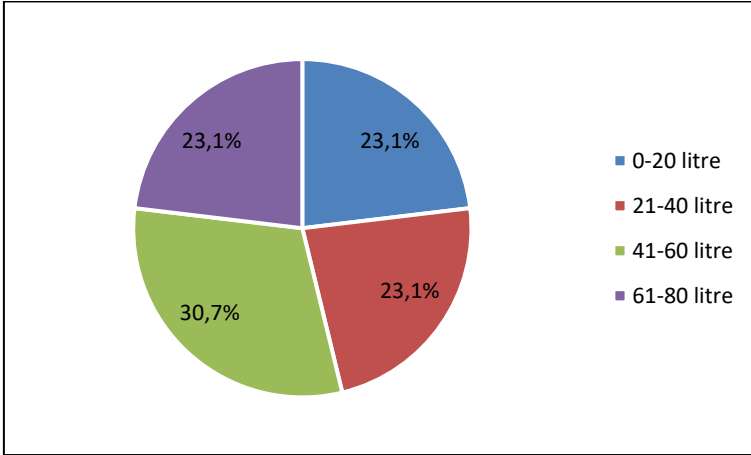
Balıkçılara avcılığa çıktıkları gün içerisinde ortalama kaç saat çalıştıkları sorulmuştur. En çok çalışan balıkçılar gün içinde 12 saat, en az çalışanlar ise 5 saat çalıştıklarını ifade etmişlerdir. Balıkçıların büyük çoğunluğunun (%61,5) oldukça ağır koşullarda ve günde 12 saat boyunca çalıştıkları görülmüştür (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Balıkçıların günlük çalışma saatleri

3.1.13. Haftalık yakıt sarfiyatları

Bölgedeki balıkçı teknelerinin haftalık yakıt sarfiyatları 0-20 litre ile 61-80 litre arasında değişmektedir (Şekil 3.11). Teknelerin motor tipleri de yakıt sarfiyatlarını önemli derece de etkilemektedir. “Pancar Motoru” olarak tabir edilen motorların yakıt sarfiyatlarının Lombardini ve Katana marka motorlara oranla oldukça düşük olduğu belirtilmiştir.



Şekil 3.11. Teknelerin haftalık yakıt sarfiyatları

3.1.14. Ağ maliyetleri

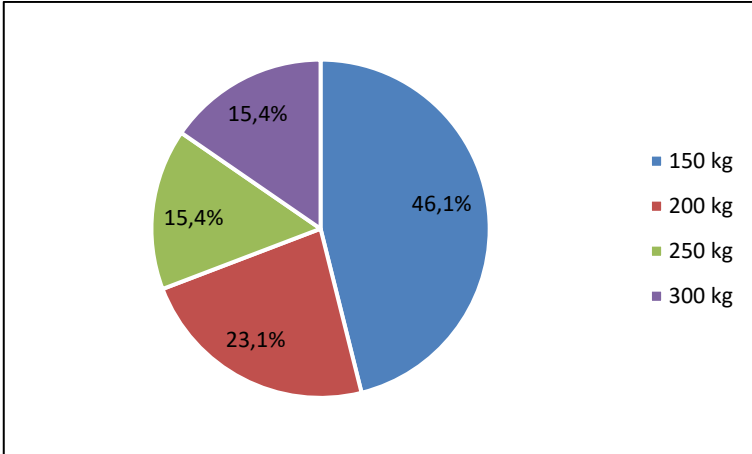
Pertek Bölgesi'nde uzatma ağları ile ticari balıkçılık yapan balıkçılara 100 metre uzunluğunda, 100 göz derinliğinde kurşun ve mantar yakası donatılmış bir ağın maliyeti sorulmuştur. Buna göre bahsi geçen bir ağın maliyetinin 800 TL ile 1000 TL arasında değiştiği tespit edilmiştir.

3.1.15. Balıkçıların diğer giderleri

Bölgedeki balıkçıların ağ ve yakıt dışındaki giderleri araştırıldığında avcılık yaptıkları zaman diliminde yemek ihtiyaçlarından kaynaklandığı görülmektedir. Balıkçıların haftalık yemek giderleri 100 TL ile 400 TL arasında değişiklik göstermektedir. Bunun dışında teknenin bakımı ile ilgili öngörülemeyen giderler oluşmaktadır.

3.1.16. Balıkçıların haftalık avlamış oldukları balık miktarı

Bu araştırmanın yapıldığı 2019-2020 avcılık sezonunda balıkçılık yapan teknelerin en azı bir haftada 150 kg en fazlası ise 1 haftada 300 kg balık istihsal etmiştir. Bu konuda balıkçı teknesine, kendi aralarında tahsis ettikleri avlanma alanı önemli olduğu gibi balıkçının tecrübesi ve harcadığı çaba da rol oynamaktadır. Sezonda haftalık tekne başına düşen ortalama av miktarı 200 kg olmuştur. Balıkçı teknelerin yarısına yakını (%46) haftalık 150 kg balık yakalamıştır. En düşüğü ise %15 ile 300 kg balık yakalamaktadır (Şekil 3.12).



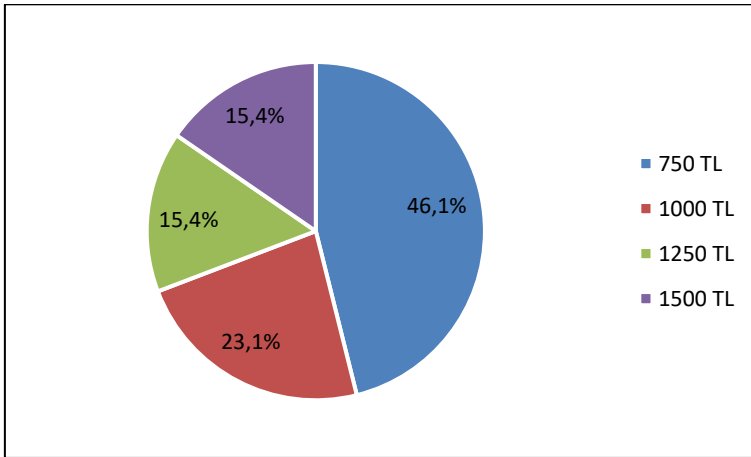
Şekil 3.12. Balıkçıların Haftalık Yakaladığı Balık Miktarı

3.1.17. Balık fiyatları

Balıkçıların üyesi oldukları kooperatif her sezon başında bir toptancı firma ile balık fiyatları konusunda anlaşma yapmaktadır. Sözleşme imzalayan firma yetkilileri her gün belli saatlerde su kıyısına gelerek günlük avlanmış olan balıkları satın almaktadır. Balıkçılardan alınan bilgilere göre; 2019-2020 avcılık sezonunda, yakalanan balıklar arasında en düşük fiyatlı (2,5 TL/kg) olanını bölgede “karabalık” olarak bilinen *Capoeta trutta* ve *Capoeta umbla* oluşturmaktadır. Bir kg’dan daha küçük olan ve “küpeli balık” ya da “turna” olarak bilinen *Barbus mystaceus*, *Luciobarbus esocinus* ve *Luciobarbus xanthopterus* türleri 5 TL/kg, bu türlerin 1 kg’dan daha büyük olanları 9 TL/kg olarak fiyatlandırılmaktadır. Sazan balığı (*Cyprinus carpio*)’nin fiyatı 9 TL/kg ve tatlı su kefali (*Squalius cephalus*)’nin fiyatı 12 TL/kg olmuştur.

3.1.18. Balıkçıların haftalık gelirleri

Balıkçıların haftalık kazançları yakaladıkları balık miktarı ile doğru orantılı olmuştur. Avcılık sezonunda balıkçılık yapan teknelerin en az balık yakalayanlar 750 TL gelir elde etmişlerdir. En fazla avlayan tekneler ise 1 haftada 1500 TL gelir elde etmiştir. Bölgede balıkçılık faaliyeti yürüten 13 adet teknenin haftalık kazanç dağılımları Şekil 3.13’te gösterilmiştir.



Şekil 3.13. Balıkçıların Haftalık Gelirler

3.2. Bölgedeki Balıkçılık Kaynakları

3.2.1. Yakalanan balık türleri

Balıkçıların en çok yakalamış oldukları balık türleri en fazla avladıklarından en az avladıklarına göre sıralamaları istenmiştir. Buna göre avladıkları balıklar sırasıyla; Karabalık (*Capoeta trutta* ve *Capoeta umbla*), Sazan (*Cyprinus carpio*), Küpeli balık (*Barbus mystaceus*), Turna (*Luciobarbus esocinus* ve *Luciobarbus xanthopterus*) ve Tatlısu kefali (*Squalius cephalus*) olmuştur.

3.2.2. Balıkçıların kullandıkları ağ miktarı

Paket halinde satılan ham ağ 200 metre uzunluğunda ve 100 göz derinliğindedir. Balıkçılar bu ağa 0,50 donam faktörü ile kurşun yaka ve mantar yaka donatıklarında ağın uzunluğu yaklaşık 100 metre olmakta ve bu bir takım ağ olarak ifade edilmektedir. Bazen balıkçılar bir paket ağı enlemesine ikiye bölerek 2 takım ağ çıkartmaktadırlar. Bu şekildeki ağlar 50 göz derinliğe sahip olmakta ve “yarım ağ” olarak ifade edilmektedir. Bölgedeki balıkçıların sahip oldukları ağ miktarı 12 ile 20 takım arasında değişmektedir. Balıkçılar bu ağları avlandıkları bölgenin özelliğine göre değişmekle birlikte 2 ya da 3 takım halinde kurşun ve mantar yakalarını birbirine bağlayarak kullanmaktadırlar. Birbirine bağlanarak kullanılan ağların göz büyüklükleri genellikle birbirine yakın olmaktadır.

3.2.3. Ağların yapısal özellikleri

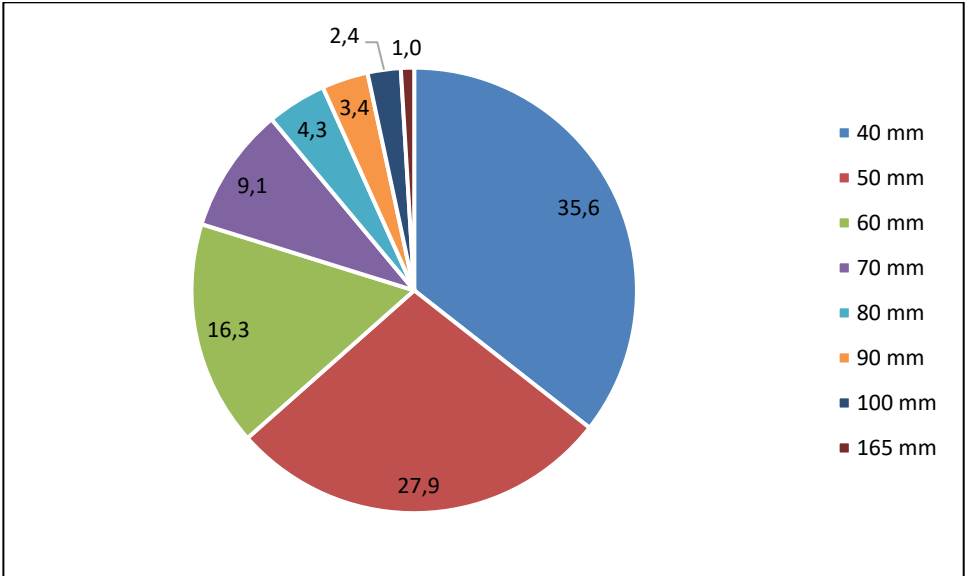
Balıkçıların sezon içerisinde kullanmış oldukları uzatma ağlarının yapısal özellikleri incelenmiştir. Balıkçıların kullandıkları ağların %99'unun monofilament poliamid materyalden yapılan tek kat sade ağ (galsama ağı) olduğu, multifilament sade ağ ve fanyalı ağların nispeten av verimlerinin düşük olması sebebiyle tercih edilmediği belirlenmiştir. Kullanılan ağların ağ göz genişlikleri (bir göz kenarı) 40 mm ile 165 mm arasında değişiklik göstermekle beraber büyük gözlü ağların yine av verimlerinin düşüklüğü sebebiyle daha az kullanıldıkları görülmüştür. En fazla kullanılan ağ göz genişliği 40 mm (%35,6) olurken bunu 50 mm göz genişliğine sahip ağlar (%27,9) izlemiştir. Bunun yanı sıra 80 mm göz genişliği ve üzerindeki ağların kullanımının oldukça az olduğu görülmüştür (Şekil 3.14).

Monofilament ağların materyal kalınlıkları göz büyüklükleri ile doğru orantılı bir şekilde artmakta ve 0,18 mm ile 1 mm arasında değişmektedir. Ağların tamamı bölgedeki balıkçıların alışageldiği bir oran olan 0,50 donam faktörüne göre donatılmışlardır. 200 metre uzunluğundaki ham ağlar bu donam faktörüne göre donatıldığında uzunlukları yaklaşık 100 metre olmaktadır.

Ancak zemin üzerine kurulan ağların engebeli zeminde daha düzgün durması için kurşun yaka 0,52-0,53 donam faktöründe donatılarak daha uzun (104-106 m) yapılmaktadır.

Ağların mantar yakası 5 mm çapında polipropilen halattan yapılmakta ve tek kat olmaktadır. Donatım sırasında bu halata geçirilen ortası delik yuvarlak 5 numara plastik (polietilen) mantarlar yüzdürücü olarak kullanılmaktadır. Bu plastik mantarlar 80-120 cm'de bir donam içinde serbest kalacak şekilde konumlandırılmaktadır. Kurşun yaka olarak biri 5 mm, diğeri 3,5 mm çapında çift kat polipropilen halat kullanılmaktadır. 50 g ağırlığındaki bakla kurşunlar 3,5 mm çapındaki halata geçirilmekte ve 60-90 cm'de bir olmak üzere yaka üzerinde sabitlenmektedir. Bölgede kullanılan ağların tamamı dip ağıdır ve kurşunların ağırlığı mantarların yüzdürme kuvvetinden yüksek olacak şekilde dizayn edilmektedir. Ağların yakaya donatılmasında 210d/9-12 numara poliamid multifilament iplik kullanılmaktadır.

Çok büyük çoğunluğu monofilament yapıdaki ağların yıpranmaları multifilament ağlara nazaran daha hızlı olmakta, ayrıca tamiri de mümkün olmamaktadır. Balıkçılar bir ağı ortalama 2 yıl kullandıklarını ifade etmişlerdir. Ancak bu ağlar maliyeti, kullanım süresi ve av verimi dikkate alındığında multifilament ağlara göre daha karlı olmaktadır.



Şekil 3.14. Ağların Göz Büyüklükleri

3.2.4. Ağların serilme ve toplanma saatleri

Bölgede ticari balıkçılık faaliyetleri tamamen uzatma ağları ile yapılmaktadır. Uzatma ağları balığın ağı görmemesi sonucu ağa saplanması, takılması veya dolanması suretiyle av yapan balıkçılık aletleridir. Bu bakımdan balıkçılar kullandıkları ağın avlama prensibine uygun olarak ağlarını gün batımından hemen önce suya sermekte ve sabahın ilk saatlerinden itibaren toplamaktadırlar (Şekil 3.15; Şekil 3.16).



Şekil 3.15. Balıkçıların ağlarını suya sermeleri



Şekil 3.16. Ağların sudan toplanması

3.2.5. Gece avcılığı (dönek yöntemi)

Balıkçılar bekletme yöntemi dışında, yüzey sularının nispeten sıcak olduğu sezon başlarında ve sezon sonlarında balıkların gece kıyıya yaklaşmasını fırsat bilerek dönek avcılığı yapmaktadır. Bu amaçla gece sessizce ve motoru çalıştırmadan (kürek yardımıyla) avlanma bölgesine gelen balıkçılar, ağları kıyıya paralel olarak sermektedirler. Bu yöntemde ağ yüksekliğinin su derinliğinden daha fazla olmasına özellikle dikkat edilmektedir. Ağ serildikten sonra ağ ile kıyı arasına giren teknenin motoru çalıştırılmakta, ek gürültü çıkarılmakta ve korkan balıkların ağa takılmaları sağlanmaktadır. Bölgedeki balıkçıların büyük çoğunluğu bu yöntemi zaman zaman kullanmaktadırlar.

3.3. Balıkçı Teknelerinin Yapısal Özellikleri

Balık avcılığında kullanılan balıkçı tekneleri, boyut ve motor gücü itibariyle birbirlerine benzerlik göstermektedir. Tekneler Elâzığ ilinde imal edilmekte olup, balıkçıların talepleri doğrultusunda şekillenmektedir. Teknelerde genelde ilk hareketin kol gücüyle verildiği pancar motorları kullanılmaktadır. Borda yükseklikleri yaklaşık 1 m ve çalışma alanının etrafı güvenlik açısından çoğu kez korkulukla çevrelenmiştir. Ayrıca son dönemde teknelerin manevra kabiliyetlerini ve hızlarını artırıcı şanzıman, motorun çalışmasını kolaylaştırıcı marş dinamosu ve akümülatörler kullanılmaktadır. Bazı teknelerde ise bu özellikleri bütünüyle bünyesinde barındıran motorlar kullanılmaktadır.

Bölgedeki balıkçı teknelerinin boyları 6,5 metre ile 7,5 metre arasında değişmekle beraber %54'ü 6,5 metre, %31'i 7 metre ve %15'i ise 7,5 metre civarındadır. Genişlik tüm teknelerde standart olup yaklaşık 2 metredir. Bölgedeki bütün balıkçı teknelerinin, bakımı kolay ve mukavemeti yüksek olan sac materyalinden yapıldığı görülmüştür.

Bölgedeki balıkçı teknelerinde 2 tip motor kullanılmaktadır. İncelenen 13 teknenin 11 tanesinde "Pancar Motoru" kullanmakta iken bir teknede Lombardini, bir teknede ise Katana marka motor bulunmaktadır. Bu teknelerin %62'sinin motor gücü 9-15 HP, %23'ünün motor gücü 15-26 HP ve %15'inin motor gücü ise 26-35 HP arasında değiştiği görülmüştür.

Teknelerin karinaları, sucul canlıların yapışıp kullanım ömrünü azaltmasını önlemek için zehirli ve yağlı boya ile diğer kısımları ise paslanmayı önlemek amacı ile yağlı boya ile boyanmaktadır. Bölgedeki teknelerin hepsinde kamara bulunmaktadır. Tüm balıkçılar şanzımanı olan ve marş motoru anahtar ile çalışan tekneler kullanmaktadırlar.

3.4. Balıkçıların Meslekle İlgili Görüşleri ve Beklentileri

Avcılık sezonunda balıkçılık yapan şahıslara balıkçılık mesleğini tercih etme sebepleri sorulmuştur. Bu balıkçıların büyük çoğunluğu (%85) geçinip hayatlarını idame ettirebilmek için, başka imkanları bulunmadığı için, anladıkları ve yapabildikleri bir meslek olduğu için ve özetle mecbur oldukları için tercih ettiklerini bildirmişlerdir. Az sayıda balıkçı (%15) balıkçılık mesleğini severek yaptıklarını ifade etmişlerdir. Bölgedeki balıkçıların %38'i mesleğinden ve gelirinden memnun olduğunu, %62'si ise memnun olmadıklarını dile getirmişlerdir.

Pertek İlçesinde avcılık yapan balıkçılar ile yapılan anket çalışmasında “Balıkçılıktaki en önemli sorunlar nelerdir?” şeklinde açık uçlu bir soru yöneltilmiştir. Balıkçılardan alınan cevaplar genellikle aşağıdaki doğrultuda olmuştur.

- Mazotun çok pahalı olması
- Fiziki olarak yıpratıcı bir iş olması
- Balık pazarının olmaması
- Teknelerinin eski olması ve motor tamiratlarının çok yüksek bedellerle yapılması
- Av yasaklarına uyulmaması
- Balıkçılık materyallerinin pahalı olması
- Vergilerinin gelirlerine göre yüksek olması
- Kaçak avcılığın önlenememesi
- Devlet desteğinin yeterli düzeyde olmaması
- Sosyal güvenlik ödemelerinin çok yüksek olması

“Sorunların çözülmesi için yetkililerden beklentileriniz nelerdir?” şeklinde yöneltilen soruya balıkçıların vermiş oldukları cevaplar ise aşağıdaki gibi özetlenebilir.

- Balıkçılık amacıyla kullandıkları mazottan vergi alınmaması
- Teknelerinin onarımı veya yeni tekne alımı konusunda devlet desteğinin sağlanması
- Balıkçı barınağı yapılması
- Balıklarının daha iyi fiyatlardan satılması için balık halinin kurulması
- Av yasaklarında cezaların caydırıcı olması
- Kaçak avcılığın önlenmesi için yasak sezonda daha yoğun denetimlerin yapılması
- Vergilerinde düzenleme yapılması
- Sosyal güvenlik ödemelerinde indirim yapılması

Balıkçılarla yapılan görüşmelerde yetkililer ve araştırmacılar tarafından genellikle balıkların biyolojisi, avcılığı ve balıkçılığın sürdürülebilirliği konusunda çalışmalar yapıldığı ve tedbirler alındığı, ancak balıkçıların sosyo-ekonomik durumlarının pek dikkate alınmadığı ifade edilmiştir. Yetkililerden sorunların çözümleri konusunda ilgi bekledikleri görölmüştür.

4. TARTIşMA VE SONUÇ

Keban Baraj Gölü'nde 1974 yılında suyun tutulmaya başlanması ile birlikte, tarım alanları sular altında kalmış ve balıkçılık çevre halkı için ikincil bir geçim kaynağı haline gelmiştir. Baraj gölü kıyısına yakın olan köylülerin bir kısmı balıkçılıktaki potansiyeli görmüşler, bir araya gelerek balıkçı kooperatifleri kurmuşlar ve zaman içerisinde balıkçılığı meslek edinmişlerdir. Baraj gölü ve bu göldeki balıkçılık kaynakları, bölge halkının sosyo-ekonomik durumunu etkileyen bir konumda bulunmaktadır. Tarım alanları su altında kalan ve balıkçılığı sonradan meslek haline getiren bu köylülerin sosyo-ekonomik analizlerinin yapılması, sorunlarının dinlenmesi ve bu sorunlara çözüm üretilmesi bölgesel balıkçılığın geliştirilmesi için büyük önem arz etmektedir.

Keban Baraj Gölü ve Hidroelektrik santralinin 1975 yılında devreye girmesinin ardından Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü ve üniversiteler tarafından baraj gölü ve gölde yaşayan balıklar hakkında çalışmalar yapılmaya başlanılmıştır. Aynı zamanda baraj gölü 16 avlak sahasına ayrılmış, su ürünleri kooperatifleri kurularak bu avlak sahalarının balıkçılık hakkı kiralanmış ve balıkçılık faaliyetleri başlamıştır (Celayir ve ark., 2006).

Yapılan bu araştırmada Pertek avlak sahasında 13 balıkçı teknesinin faaliyet gösterdiği ve her bir teknede bir balıkçının bulunduğu tespit edilmiştir. Celayir ve ark. (2006) tarafından yapılan bir araştırmada, Pertek avlak sahasında faaliyet gösteren su ürünleri kooperatifine kayıtlı 17 üye bulunduğu ve faal tekne sayısının 10 olduğu bildirilmiştir. Dartay ve ark. (2009) tarafından aynı bölgede yapılan bir araştırmada ise 2009 yılında Pertek Avlak Sahası'nda 13 balıkçı teknesinin faal olduğu tespit edilmiştir. Aynı şekilde 2016 yılında yapılan başka bir araştırmada da (Dartay ve Canpolat, 2016) balıkçı teknesi sayısının 13 olduğu belirlenmiştir. Aradan geçen zaman içerisinde balıkçı teknesi sayısında bir değişiklik olmamıştır. Bu durum baraj gölündeki av veriminin büyük oranda değişiklik göstermediğine işaret edebilir.

Bu çalışmada Keban Baraj Gölü'nün Pertek Avlak Sahası'ndaki balıkçıların sosyo-ekonomik durumları belirlenmiştir. Buna göre, balıkçıların yaşlarının 35 ile 60 arasında değiştiği ve çoğunluğunun (%38,4) 41-45 yaş aralığında bulunduğu, bütün balıkçıların evli olduğu, öğrenim durumlarının çoğunlukla

ilkokul (%61,5) ve ortaokul (%30,8) düzeyinde olduğu, çocuk sayılarının 0 ile 4 arasında değiştiği ve yarısından fazlasının (%54) balıkçılık dışında başka bir gelirlerinin olmadığı görülmüştür.

Dartay ve ark. (2009), Keban Baraj Gölü Pertek ve Aydıncık avlak sahalarında 31 balıkçı ile yaptıkları araştırmalarında; balıkçıların yaklaşık %68'inin 40-52 yaş aralığında, %32'sinin ise 23-40 yaş aralığında olduklarını, ayrıca zor çalışma koşullarına rağmen 50 yaş üstü balıkçıların bulunduğunu ifade etmişlerdir. Bizim çalışmamızdaki yaş aralıklarının daha fazla olduğu ve 35 yaş altı balıkçının bulunmadığı görülmektedir. Pertek avlak sahasında faaliyet gösteren balıkçıların çoğunluğunun (%38,4) 20 yıldan daha uzun süredir balıkçılık yaptıkları tespit edilmiştir. Uzun yıllardır balıkçılık yapanların tecrübelerinin yüksek olduğu ve mesleğe yeni katılımın pek olmadığı görülmektedir. Aynı araştırmada balıkçıların eğitim durumları %80,64'ü ilkokul, %12,90'ı ortaokul seviyesinde olduğu bildirilmiştir. Bizim bulgularımızdaki eğitim düzeyi ile önemli derecede bir fark bulunmamaktadır. Ayrıca, bizim çalışmamızda tüm balıkçıların evli olduğu saptanmışken, daha genç balıkçıların da bulunduğu Dartay ve ark. (2009)'nın çalışmasında balıkçıların %12,90'ının bekar olduğu belirlenmiştir. Bahsi geçen araştırmada tespit edilen balıkçıların çocuk sayıları bizim çalışmamızdaki bulgularla uyumlu olmuştur.

Demiroglu (2013), yaptığı tez çalışmasındaki bulgulara bakıldığında; Keban Baraj Gölünde kerevit avcılığı yapan balıkçıların yarıya yakın kısmının (%46) balıkçılık dışında herhangi bir geliri bulunmazken, %32'lik kısmının balıkçılığın yanında çiftçilik ile de uğraştıkları görülmektedir. Çemişgezek bölgesindeki 3 balıkçının aynı zamanda "Geçici Köy Koruyucusu" olarak çalıştığı bildirilmiştir. Dartay ve ark. (2009)'nın yapmış oldukları çalışmada, balıkçıların %32'sinin sadece balıkçılıkla geçimlerini sağladıkları, geriye kalanların ise balıkçılıkla birlikte tarımsal faaliyetlerle de uğraştıkları bildirilmiştir. Aynı çalışmada balıkçıların yaklaşık %61'inin sosyal güvencelerinin olmadığı ifade edilmiştir. Yaptığımız çalışmada ise, sadece balıkçılıkla uğraşanların oranı %61,5 iken, geri kalan kısmının başta tarımsal faaliyetler olmak üzere, esnaflık, koruculuk ve arıcılık gibi işlerle uğraştıkları belirlenmiştir. Ayrıca yaptığımız çalışmada sosyal güvencesi olmayanların oranı %53,8 olarak bulunmuştur. Sosyal güvencesi olmayan tüm balıkçıların yeşil-kart hizmetlerinden faydalandığı diğerlerinin ise sosyal güvencelerinin olduğu anlaşılmıştır. Sosyal güvencesi olmayan balıkçılar, yaşlılık ya da hastalık sebebiyle mesleği bıraktıklarında çok önemli sıkıntılar yaşamaktadırlar. Bu konuda balıkçıların yasal düzenlemeler yapılarak sosyal güvenceye kavuşturulmaları önemlidir.

Dartay ve ark. (2009), yapmış oldukları çalışmalarında, balıkçıların balıkçılık mesleğini seçme nedenlerinin; %77,41'inin işsizlikten, %16,12'sinin babadan kalma meslek olmasından, %6,45'inin ise ek gelir sağlamak olduğunu bildirmişlerdir. Yaptığımız çalışmada da benzer şekilde balıkçıların mecbur olduklarından ve geçimlerini sağlamak amacıyla balıkçılık yaptıkları saptanmıştır. Balıkçılığı severek yapanların sayısı oldukça azdır. Bunun sebebi balıkçılığın zor bir meslek olması, yüksek efor gerektirmesinin yanında elde edilen gelir miktarının düşük olması büyük rol oynamaktadır. Avlanan balıkların pazarlama ağının genişletilmesi, balıkçılara uygun şartlarda kredi olanakları sağlanması, devlet desteği, mazot vergi indirimi gibi düzenlemelerin planlanması mesleği daha ilgi çekici hale getirebilir.

Dartay ve ark. (2009), Keban Baraj Gölü Pertek ve Aydıncık avlak sahalarında faaliyet gösteren balıkçıların bir avlama sezonunda (2008-2009) ortalama 40.179 TL gelir elde ettiklerini, giderlerinin ise 30.979 TL olduğunu ve buna göre balıkçıların aylık kazançlarının 1150 TL olduğunu hesaplamışlardır. Bizim yaptığımız çalışmada ise; balıkçıların büyük çoğunluğunun (%46,1) 1500-2000 TL, %7,7'sinin 1000-1500 TL, %23,1'inin 2000-2500 TL ve %23,1'inin 2500-3000 TL civarında aylık gelir elde ettikleri belirlenmiştir. Aradan geçen 12 yıllık enflasyon dikkate alındığında balıkçılık gelirlerinin daha da kötüleştiği görülmektedir.

Demirel (2013), yapmış olduğu çalışmada, Keban Baraj Gölünde kerevit avcılığı yapan balıkçıların %60,71'inin haftada 2 gün, %17,86'sının haftada bir gün, %14,29'unun haftada 3 gün, %7,14'ünün ise haftada 4 gün balığa çıktıklarını tespit etmiştir. Yaptığımız çalışmada ise, balıkçıların %46,1'i haftada 3 gün, %30,8'i haftada 4 gün ve %23,1'i haftada 5 gün balığa çıktıkları belirlenmiştir. Buna göre bölgedeki bir balıkçının bir sezonda ortalama 156 gün balıkçılık faaliyeti gösterdiği hesaplanmıştır. Kerevit avcılarının nispeten daha az balıkçılığa çıktıkları görülmektedir. Bunun sebebi uzatma ağlarının çoğunlukla bir gün suda bekletilmesine rağmen kerevit pinterlerinin bir hafta bekletilmesidir.

Balıkçıların en büyük gider kalemini yakıt (mazot) oluşturmaktadır. İkinci sırada ise en fazla 2 sezon kullanabildikleri ağlar gelmektedir. Balık fiyatları ise kooperatifin her yıl firmalarla yaptığı anlaşmaya göre değişmektedir. Tarım sektöründe olduğu gibi balıkçılıkta da son tüketicinin ödediği ücret ile üreticinin eline geçen ücret arasında oldukça büyük fark bulunmaktadır.

Bu çalışmada balıkçılara haftalık avladıkları balık miktarı sorulmuştur. Alınan cevaplar doğrultusunda, sezonda haftalık tekne başına düşen ortalama av miktarı 200 kg civarında olduğu belirlenmiştir. Buna göre Keban Baraj Gölü Pertek Avlak Sahası'nda 2019-2020 avcılık sezonunda (sezonun ilk iki ayı

hava­ların sıcak olması sebebiyle balık alımı ger­çekleş­mediğinden dolayı sezon 7 ay olarak de­ğerlendirilmiştir) yaklaşık 72 ton balık istihsal edilmiştir. Yüksel ve Celayir (2010) yaptıkları çalışmada aynı bölgede 2002 ile 2008 yılları arasındaki yıllık balık istihsalini 36 ile 60 ton arasında bildirmişlerdir.

Bu çalışmada Pertek bölgesinde kullanılan balık yakalama aletleri incelenmiştir. Buna göre, balıkçıların kullandıkları ağların %99'unun monofilament poliamid materyalden yapılan tek kat sade ağ olduğu, multifilament sade ağ ve fanyalı ağların tercih edilmediği belirlenmiştir. Dartay ve ark. (2010) tarafından yapılan çalışmada bölgede %59,15 oranında multifilament sade ağ, %36,38 oranında monofilament sade ağ ve %4,45 oranında fanyalı ağ kullanıldığı belirlenmiştir. Bu veriler bizim bulgularımızla uyuşmamaktadır. Bölgede kullanılan ağların yapısal özellikleri zaman içerisinde değişmiştir. Bunun en büyük sebebi bir dönem monofilament ağların yasaklanması sebebiyle balıkçıların av verimi düşük olan multifilament ağları kullanmaya zorlanmalarıdır.

Bu araştırmada bölgedeki 13 balıkçı teknisinin 1.200 ile 20.000 metre uzunluğunda uzatma ağına sahip olduğu belirlenmiştir. Yüksel ve Celayir (2010) tarafından yapılan çalışmada aynı bölgede 22.400 metre uzatma ağı tespit edilmiştir. Dartay ve ark. (2010) ise Pertek ve Aydıncık bölgelerinde yaptığı araştırmada iki bölgede toplam 117.500 metre uzatma ağı kullanıldığını belirlemiştir.

Bölgede kullanılan monofilament sade uzatma ağlarının yapısal özellikleri ile ilgili bulgular, gerek Yüksel ve Celayir (2010) gerekse Dartay ve ark. (2010) tarafından yapılan araştırmadaki bulgularla büyük oranda benzerlik göstermektedir. Bunun sebebi bilgi ve tecrübenin kişiden kişiye aktarılması ve ağların alışıl gelmiş şekilde donatılmasıdır.

Yapılan bu çalışmada, bölgede kullanılan balıkçı teknelerinin yapısal özellikleri belirlenmiştir. Bölgedeki balıkçı teknelerinin boyları %54'ü 6,5 metre, %31'i 7 metre ve %15'i ise 7,5 metre civarındadır. Genişlik tüm teknelerde standart olup yaklaşık 2 metredir. Bölgedeki bütün balıkçı teknelerinin sac materyalinden yapıldığı tespit edilmiştir. Balıkçı teknelerinde 2 tip motor kullanılmaktadır. İncelenen 13 teknenin 11 tanesinde "Pancar Motoru" kullanmakta iken bir teknede Lombardini, bir teknede ise Katana marka motor bulunmaktadır. Bu teknelerin %62'sinin motor gücü 9-15 HP, %23'ünün motor gücü 15-26 HP ve %15'inin motor gücü ise 26-35 HP arasında değiştiği görülmüştür.

Pala ve Yüksel (2001)'in Keban Baraj Gölü, Keban, Ağın ve Çemişgezek bölgelerinde 54 adet balıkçı teknesi üzerinde yapmış oldukları incelemelerde, bu teknelerin 25 tanesinde kamaranın teknenin ön kısmında, geriye kalan 28

tanede ise kamaranın teknenin arka kısmında olmak üzere toplam 53 tanesinde kamara olduğu bilgisine ulaşmışlardır. Yine aynı çalışmada incelenen balıkçı teknelerinin boylarının 6,5 ile 7,5 m arasında, enlerinin ise 1,5 ile 2,5 m arasında değiştiğini ve ayrıca, çalışmalarında inceledikleri tüm teknelerinin yapım materyallerinin sac olduğunu tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada, teknelerin %83'ünün 9-15 HP, %17'sinin ise 16-28 HP gücünde olduklarını belirlemişlerdir. Teknelerin sezon öncesi yapılan bakımlarında karınlarının canlı gelişimini önlemek için zehirli ve yağlı boyayla, borda ve kamaralarının ise yağlı boyayla boyandıklarını bildirmişlerdir.

Teknelerin yapısal özellikleri ve bakımları ile ilgili bulgular Pala ve Yüksel (2001) tarafından balıkçı tekneleri ile ilgili kapsamlı araştırmadaki bulgularla benzerlik göstermektedir. Keban Baraj Gölü'nün 16 avlak sahasında da benzer özelliklere sahip balıkçı tekneleri kullanıldığı anlaşılmaktadır. Bunun en büyük sebebi bu balıkçı teknelerinin tamamının Elâzığ sanayisinde imal edilmesi, dışarıdan tekne getirilmemesidir.

Dartay ve Canpolat (2016)'ın yapmış olduğu çalışmada, balıkçıların karşılaştığı sorunların neler olduğu yönündeki sorulara; pazarlamada karar verme yetkisinin komisyoncularda olması, aşırı ve bilinçsiz avlanma nedeniyle stokların azalması, balıkçıların birlikte hareket edememesi, kooperatiflerin etkin olmayışı, fiyatların istikrarsız olması gibi cevaplar almışlardır. Yaptığımız çalışmada birçok sorunun devam ettiği ancak balıkçıyı en çok zorlayan etkenlerin maddi olduğu mazot fiyatın pahalı olması, pazarlama alanının dar olması ve av yasaklarına uyulmaması gibi cevaplar alınmıştır. Kooperatiflere üye olmayan balıkçıların kaçak avcılık yapmaları bunların engellenememeleri de önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır.

Sonuç olarak; Keban Baraj Gölündeki avcılar kısıtlı imkanlarla ve teşviklerden, kolaylıklardan yoksun bir şekilde mesleklerini devam ettirme çabası içindedirler. Aynı zamanda av yasaklarına uyulmaması tüm balıkçıların şikayetçi olduğu konuların başındadır. Sayıları azdır ve çözüm odaklı hareket edilmelidir. Teknelerinin birçoğunun yıpranmış olduğu bakım yapmalarının zor olduğu maddi olarak büyük külfet oluşturduğu kazançlarının yeterli gelmediği düşünülmektedir Uygun kredi olanaklarından faydalandırılmaları gerekmektedir.

Balıkçılar genel kanı olarak aynı sorunlardan ve çözüm önerilerinden bahsetmişlerdir. Mazot fiyatların denizlerde olduğu gibi vergisiz olması ve bu konuda kendilerine imtiyaz gösterilmesi gerektiği fikrine sahiptirler. Av yasaklarına uyulması ve uymayanlar hakkında caydırıcı yaptırımlar olması gerekmektedir. Kaçak avcılık önlenmeli, şartlar daha güzel hale getirilerek balıkçıların kaçak avcılık yapmak yerine kooperatiflere üye olması sağlanmalı

ve kooperatifler daha etkin hale getirilmelidir. Balıkçıların sosyal güvence konusu da önem arz etmektedir. Balıkçılar sosyal güvenceli olmaya özendirilmeli ve gerekli düzenlemeler yapılmalıdır. Pazar alanının genişletilmesi ve fiyat istikrarının sağlanması da balıkçıların önemli bir sorununa çözüm olacaktır.

Keban Baraj Gölü'nde balık avcılığı yapan balıkçıların en önemli gider kalemlerinden biri akaryakıt giderleridir. Akaryakıt sarfiyatının büyük bölümü balıkçıların teknelerini bağladıkları iskelelerden (genellikle yaşadıkları yere yakın olan ve dalgalardan korunaklı doğal koylar) av sahasına giderken ve avladıkları balıkları karaya çıkış noktasına ulaştırırken meydana gelmektedir. Bu sarfiyatları azaltmak için balıkçı teknelerinde genelde tasarruflu motorlar tercih edilmekte ve seyirler ağır yolla yapılmaktadır. Balıkçı teknelerinde kullanılan akaryakıttan vergi alınmaması ile ilgili bir düzenleme balıkçılara büyük katkı sağlayacaktır.

Yine önemli sorunlardan biri kaçak avcılığın yapılması ve bunun önüne geçmek için yeterli miktarda denetimlerin ve caydırıcı cezaların olmamasıdır. Bu konuda özellikle kooperatife üye olmadığı halde yasak olan kıyı çekme ağları kullanarak avcılık yapılması, kira ödeyerek avlanma bölgenin avlanma hakkını almış olan kayıtlı balıkçıları maddi ve manevi zarara uğratmaktadır. Bu şekildeki kayıt dışı avcılığın önüne geçmek için gerekli önlemler alınmalıdır.

Bir başka sorun ise balıkların pazarlanmasında meydana gelen aksaklıklar ve fiyat istikrarının sağlanamamış olmasıdır. Özellikle sıcak mevsimlerde avlanan balığın bir an önce elden çıkarılma zorunluluğu fiyatları çok olumsuz yönde etkilemektedir. Balıkçıların balıklarını kısa süreliğine de olsa bekletebilecekleri soğuk hava depoları mevcut değildir. Baraj gölünün genelindeki balıkların pazarlanmasını kolaylaştırmak ve fiyat istikrarı sağlamak için balık hali kurulmalıdır.

Balıkçılar, teknelerinin çok yıpranmış olduğunu, onarımın oldukça yüksek ücretler gerektirdiğini ifade etmişlerdir. Uygun kredi avantajlarının sağlanmasının sektörü daha avantajlı konuma getireceği aşikardır.

Denizlerden uzakta iç bölgelerde yaşayan insanların, kendi bölgelerinde doğal olarak yaşayan balık türlerini tüketmeleri hem sağlık hem de ekonomik açıdan bir kazanımdır. Bu sebeple bölge balıkçısını ayakta tutmak, mesleğe devam etmelerini sağlamak ve sürdürülebilir iç su balıkçılığını tesis etmek için balıkçıların sorunları dikkate alınmalı ve gerekli düzenlemeler yapılarak destek olunmalıdır.

AÇIKLAMA

Bu çalışma Şahin AK'ın Munzur Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda tamamladığı yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Akbay, N., Celayir, Y., 1999. Keban Baraj Gölü'nde avlanabilir su ürünleri stoku ve avlama bölgelerinin tespiti çalışmaları, DSİ IX. Bölge Müdürlüğü Keban Barajı Su Ürünleri Şube Müdürlüğü Raporu, Elâzığ, Türkiye.
- Altınbaş, N., Menekşe, A., 2000. Marine resources. II. Denizcilik Şurası, Başbakanlık Denizcilik Müsteşarlığı, İstanbul, 28-30 Eylül, İstanbul, Türkiye.
- Anonim, 1982. Keban Baraj Gölü limnolojik etüt raporu, DSİ Genel Müdürlüğü İşletme Bakım Daire Başkanlığı, Ankara, Türkiye.
- Atalay, İ., Yüksel, F., 2010. Karaağaç Göleti (Uşak) balık faunasının tespiti ve populasyon büyüklüğünün Leslie Metodu ile tahmini. *e-Journal of New World Sciences*, 5(3):209-215.
- Celayir, Y., Pala, M., Yüksel, F., 2006. Keban Baraj Gölü balıkçılığı, *I. Balıklandırma ve Rezervuar Yönetimi Sempozyumu*, Antalya, 07-09 Şubat. s. 259-267.
- Çeliker, S.A., Dönmez, D., Gül, U., Demir, A., Genç, Y., Kalanlar, Ş., Özdemir, İ., 2006. Karadeniz Bölgesi'nde su ürünleri avcılığı yapan işletmelerin sosyo-ekonomik analizi. TEAE, Yayın No: 143, Ankara.
- Çelikkale, M.S., Düzgüneş, E., Okumuş, İ., 1999. Türkiye su ürünleri sektörü, potansiyeli, mevcut durumu, sorunları ve çözüm önerileri. İstanbul Ticaret Odası, Yayın No: 1999-2, İstanbul, 414s.
- Çöteli, F.T., 2000. Ürün raporu (Su ürünleri). Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, TEPGE Yayın No:317, Ankara, 23s.
- Dartay, M., Duman, E., Duman, M., Ateşşahin, T., 2009. Keban Baraj Gölü Pertek Bölgesi balıkçılarının sosyo-ekonomik analizi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 26(2):135-138.
- Dartay, M., Duman, E., Ateşşahin, T., 2010. Keban Baraj Gölü Pertek Bölgesi uzatma ağları balıkçılığı ve av verimi. *Journal of FisheriesSciences.com*, 4(4):384-390.
- Dartay, M., Canpolat, İ., 2016. Keban Baraj Gölü (Elâzığ-Türkiye) balıkçılık sorunları ve çözüm önerileri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 33(3):291-298.
- Demirel, F., 2013. Keban Baraj Gölü'ndeki kerevit (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) populasyonuna uygulanan avcılık tekniğinin belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Munzur Üniversitesi, Tunceli, 44s.

- Doğan, K., 2002. Su ürünleri sektörünün tarım sektörü içindeki yeri ve önemi, TKB İstanbul İl Müdürlüğü Yayın No: 80, İstanbul, s. 8-12.
- Elbek, A.G., 1992. Su ürünlerinde sektörel ve ekonomik yapı. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 9:33-36.
- FAO, 2015. Food and agriculture organization of the United Nations, fisheries, and aquaculture department. National Aquaculture Sector Overview. Fishery and Aquaculture Country Profiles, Cyprus, <http://www.fao.org> (Erişim: 30.03.2020).
- FAO, 2020. FishStat Plus-Universal software for fishery statistical time series <http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/en> (Erişim: 30.03.2020).
- Göğüş, A.K., Kolsarıcı, N., 1992. Su ürünleri teknolojisi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1243, Ankara. 261s.
- Hoşsucu, H., 1998. Balıkçılık 1 (Avlama araçları ve teknolojisi), E. Ü. Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:55, Ders Kitabı Dizini No: 24, İzmir, 247s.
- Pala, M., Yüksel, F., Keban Baraj Gölü'nün Keban, Ağın ve Çemişgezek bölgesinde kullanılan balıkçı teknelerinin yapısal özellikleri. *XI. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu*, Hatay, 04-06 Eylül, Bildiriler Kitabı Cilt 1, s. 88-97.
- Yıldırım, T., Şen, D., Eroğlu, M., Çoban, M.Z., Demirel, F., Gündüz, F., Arca, S., Demir, T., Gürçay, S., Uslu, A.A., Canpolat, İ., 2015. Keban Baraj Gölü balık faunası. *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 27(1):57-69.
- Yücel, Ş., 2006. Middle Black Sea region fishing and socio-economic status of fishermen. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23(1-3):529-532.
- Yüksel, F., Celayir, Y., 2010. A research on the fish production and catching efficiency in the Keban Dam Lake. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(4):741-747.

14. Bölüm

Sous Vide: Düşük Sıcaklık ve Vakumla Pişirme Yönteminin Su Ürünlerindeki Rolü

Hatice GÜNDÜZ¹

Fatma ÖZTÜRK¹

¹ İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü,
haticegunduz1@ikcu.edu.tr
İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü,
fatma.ozturk@ikcu.edu.tr

Sous Vide: Düşük Sıcaklık ve Vakumla Pişirme Yönteminin Su Ürünlerindeki Rolü

Gelişmiş ülkelerde kişi başına düşen günlük protein tüketimi ortalama 102 gramdır ve bunun yaklaşık 60-70 gramı hayvansal kaynaklı proteinlerden sağlanmaktadır. Türkiye'de kişi başı yıllık et tüketimi 39 kilogram civarındayken, bu oran ABD'de 129 kilogram, Avrupa Birliği ülkelerinde ise 90 kilogram düzeyindedir. Dengeli ve sağlıklı beslenmenin önemini kavramış ülkeler, hayvansal protein kaynaklarını çeşitlendirmek amacıyla su ürünlerinden faydalanma yollarını geliştirirken, Türkiye'de su ürünlerinin üretim ve tüketim düzeyi henüz istenen seviyeye ulaşamamıştır (DAKA, 2013).

Balık ve balıktan elde edilen yan ürünler günümüz koşullarında sağlık yönünden ve lezzeti açısından tüketicilerin tercihi olması sebebiyle diğer hayvansal gıdalardan daha önemli bir yere sahiptir (Kara, 2017). Tüketicilerin günümüzde değişen tercihleri sebebiyle, teknolojik gelişmeler, yaşam tarzı, sosyal ve ekonomik koşullar pişmiş et ürünlerine olan ilgiyi artırmıştır. Pişirme işleminin başlıca amacı; ete arzu edilen duyuşsal özellikleri (renk, tekstür, lezzet ve aroma) kazandırmak, nem içeriğini düşürmek, enzimatik ve mikrobiyal aktivasyonu sınırlandırmaktır (Fellows, 2000).

Tablo 1. Ülkemizde ve dünyada et tüketimi (DAKA, 2013).

2010 Kg/Kişi-Yıl	Türkiye	ABD	AB
Kırmızı Et	13	31	20
Domuz Eti	-	23	23
Kanatlı Eti	19	47	23
Balık Eti	7	28	24
Toplam	39	129	90

Eti tüketmeden önce pişirme işleminin uygulanmasının amacı zararlı mikroorganizmaların yok edilmesi ile etin güvenliğini sağlamak ve çeşitli hastalıkların engellenmesi sağlanmak ve raf ömrünü uzatmaktadır. Mikroorganizmaların yok edilebilmesi pişirme sıcaklığı, süresi, yöntemi, mikroorganizmanın tipi ve sayısı gibi değerlere bağlıdır. Tüketilen gıdanın güvenliğini sağlamak için farklı çeşitlerdeki etlerin pişirilmesi sırasında gerekli iç sıcaklık değerleri; tavuk eti için 74-82 °C, kırmızı et için 63-71 °C ve balık eti için 60-63 °C olacak şekilde en 15 sn maruz bırakılması gerekmektedir (Özyürek, 2021). Sous vide uygulaması bu amaçlara karşılık olarak geliştirilmiş, işlenmemiş veya az işlem geçirmiş gıdaların kontrollü sıcaklık ve zaman parametreleri altında vakum poşetler içerisinde pişirme tekniği olarak tanımlanmaktadır (Kara, 2017).

Sous vide teknolojisi, minimal işleme teknikleri içerisinde önemli bir yer tutan ve son yıllarda üzerinde yoğun olarak çalışılan ısı işlemleri bir uygulamadır. Bu işleme yöntemi vakumlanarak paketlenmiş gıda maddesinin su sirkülasyonu bulunan bir tankta pişirilerek hızlıca soğutulması prensibine dayanmaktadır (Haskaraca ve Kolsaracı, 2013). Sous vide teknolojisiyle pişirmede, geleneksel pişirme yöntemlerine kıyasla önemli farklılıklar görülmektedir. Bu farklılıklardan birincisi; çiğ gıdanın ısıya dayanıklı, gıdalara uygun plastik poşetler içinde vakumlanarak kapatılması; ikincisi ise pişirme işleminin tam olarak kontrol edilebilen sıcaklıklarda gerçekleştirilmesidir. Bir tür pastörizasyon işlemi olan sous vide teknolojisi ile gıdalar vakum ambalaj içinde pişirildiğinden, sıcaklık gıdanın tamamına homojen olarak etki etmektedir (Haskaraca ve Kolsaracı, 2013; Nagarajarao, 2016).

Sous-vide uygulaması et ve et ürünleri, meyve-sebze ve su ürünlerine uygulanmakta olup bu teknolojiye olan talep gün geçtikçe artmaktadır (Oliveira, 1995). Sous-vide uygulanan catering, otel ve restaurant mutfaklarında servis hızlanmakta, zaman ve enerji tasarrufu sağlanmakta böylece mutfak verimliliği artmaktadır.

Sous-vide yöntemi, vakum altında paketlenen gıdaların düşük sıcaklıkta ve uzun süre pişirilmesine dayanan bir tekniktir. Bu yöntem, soğuk depolama ile bir arada kullanıldığında, gıdaların raf ömrünü uzatarak kullanım alanını genişletmektedir. Sous-vide yöntemiyle hazırlanan gıdalar, baharat ve sos ilavesiyle ya da sade olarak vakum poşetlerinde pişirilebilmekte, ardından sıcak su veya mikrodalga fırında ısıtılarak kolayca servis edilebilmektedir.

Bu çalışmada sous vide pişirme yöntemi ve su ürünlerindeki kullanımları hakkında bilgi verilmeye çalışılmıştır.

Balık tüketimi ve insan sağlığı üzerine etkileri

Günümüzde, beyin gücüne dayalı çalışma sistemlerinin yaygınlaşması ve sağlıklı beslenme konusundaki farkındalığın artmasıyla birlikte, protein, aminoasitler, doymamış yağ asitleri, mineraller ve vitaminler açısından zengin besinlere olan talep artmaktadır. Bu ihtiyaçları karşılamada su ürünleri önemli bir kaynak olarak öne çıkmaktadır (Çelik ve diğ., 2002). Ayrıca, balık eti, beslenme açısından önemli olan proteinleri yüksek oranlarda içermekte olup, her 100 gramında yaklaşık 18 ila 22 gram arasında protein bulundurmaktadır (Dean, 1990).

İnsan sağlığı için gerekli olan 13 temel vitamin belirlenmiştir: A vitamini, B1 (Tiyamin), B2 (Riboflavin), B3 (Niyasin), B5 (Pantotenik Asit), B6 (Piridoksin), B7 (Biyotin), B12, C (Askorbik Asit), D, E, K vitaminleri ve Folik Asit (POPSCI, 2019). Bu vitaminlerin tamamı balık etinde bulunmakta olup, vücudun ihtiyaç duyduğu besin öğelerini karşılamaya yardımcı olmaktadır (Love, 1982).

Balık yağlarının, karasal kaynaklı besinlerdeki yağlardan temel farkı, uzun zincirli doymamış yağ asitlerinin oranının %40 gibi yüksek bir seviyeye ulaşmasıdır. Bu nedenle, vücudun kendisinin üretmediği esansiyel yağ asitleri açısından balık önemli bir kaynaktır. Ayrıca, balık eti fosfor, selenyum, potasyum, iyot, çinko, demir ve magnezyum gibi mineraller bakımından zengin olup, besin değeri açısından büyük öneme sahiptir (Huss, 1995).

Balık Pişirme Yöntemleri

Ete tüketmeden önce genellikle pişirme işlemi uygulanmaktadır. Bu pişirme işlemleri sırasında ısıya maruz kalan etin içeriğinde biyolojik, kimyasal ve fiziksel değişiklikler meydana gelir ve bu değişiklikler mikrobiyal kalite özelliklerini ve lezzetini etkiler.

Et ürünlerinin pişirilmesinde kullanılan en yaygın teknikler; haşlama, kızartma, soteleme ve ızgara teknikleridir. Bu teknikler geleneksel yöntemler olarak da ifade edilmektedir. Bu yöntemler kuru ısı yöntemleri (kızartma, ızgara veya tavada kızartma), nemli ısı yöntemleri (haşlama veya buğulama) veya mikrodalgada pişirme (elektromanyetik enerji) gibi ısı transferi için farklı ortamlar kullanılarak pişirilmektedir. Pişirme yöntemi etin türüne, şekline, boyutuna ve bağ dokusu miktarına uygun olmalıdır (Bejerholm ve diğ., 2014).

Geleneksel yöntemler ile pişirilen etlerde tat kaybı ve kuruma gibi olumsuz sonuçlar oluşabilmektedir. Bu yöntemlerin olumsuz yönlerini ortadan kaldırmak, besin değerini korumak vb. için et ve et ürünleri için alternatif pişirme teknikleri aranmaktadır (Özyürek, 2021).

Alternatif pişirme tekniği olarak Sous vide pişirme yöntemi etin yumuşaklığını kaybetmeden lezzetli ve sulu pişirilmesi için ideal bir yöntemdir.

Sıcaklık ve pişirme süresinin kontrollü koşullarda tutulup ette istenilen değişimler kolayca sağlanmaktadır (Özyürek, 2021).

Sous Vide Pişirme Yöntemi

Sous-vide pişirme diğer adıyla “vakum altında pişirme” anlamına gelmektedir. Sous vide pişirme tekniğine Georges Pralus, Fransa’da çığ ürüne düşük ısı uygulayarak öncülük etmiştir (Özturan ve diğ., 2009). Charles Ambrosia Ready tarafından ise bu yöntemin vakum ambalaja konularak pişirilmesi metodu geliştirilmiş ve patent sahibi olmuştur. Sous vide tekniğinin Fransa’da yaygın hale gelmesinden sonra İngiltere, Kanada, Avustralya, Amerika ve Güney Afrika’da da şeflerin ve tüketiciler bu pişirme tekniğine güvenmeye başlamış, bu teknikle üretilmiş ürünleri restoranlarda ve marketlerde yer almaya birlikte sıklıkla tüketilmeye başlamıştır. Yöntemin ilgi görmesinde çalışan bireylerin, annelerin, tek başına yaşayan kişilerin yemek hazırlama konusunda zaman sıkıntısı yaşaması etkili olmuştur. Sous vide pişirme tekniğini sıklıkla tercih eden kuruluşlar yemek şirketleri, gıda tedarikçileri, silahlı kuvvetler, oteller, restoranlar, havayolu, demiryolu ve denizyolu ulaşım sistemleri, hastaneler ve okullar olmaktadır. Sous vide pişirme tekniği ile pişirilmiş hazır gıdalar mikrobiyal tehlikelere maruz kalmadan tekrar ısıtılarak rahatça tüketilebilmesi nedeniyle hazır yemek sektöründe oldukça tercih edilmektedir. Sous vide pişirme tekniğinin iyi kalitede ve tazeliğini koruyan bir gıda tüketmeyi tercih eden tüketiciler için geliştirilmiş bir yöntem olduğu da söylenebilir (Baldwin, 2012).

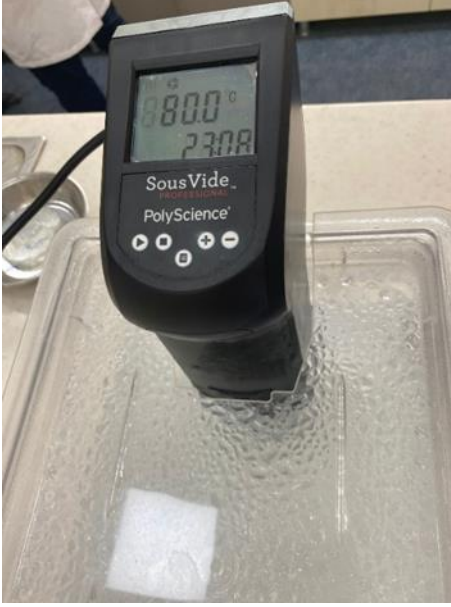
Sous vide pişirme yöntemi ürünü pişirmeden önce isteğe bağlı ve damak zevkine göre şekillenmekte olup zeytinyağı, baharat, tuz, gibi aroma ve lezzet veren karışımlar eklenerek veya hiçbir şey eklemeyen sade bir şekilde tüketilebilir (Haskarca ve diğ., 2013). Vakum paketleme, pişirme sırasında nem ve aroma kaybını, oksidasyon kaynaklı bozulmayı ve aerobik bakteri üremesini engellerken etkili bir ısı transferi sağlar (Baldwin, 2012). Sous-vide tekniği, geleneksel yöntemlerle pişirilen ve ardından soğutulmuş saklanan ürünlerden farklı olarak, ürünün duyu özelliklerini önemli ölçüde iyileştirir. Bu olumlu etki, pişirme öncesinde yapılan vakum paketlemenin uçucu lezzet bileşenlerinin buharlaşmasını engellemesi ve oksidatif değişimleri sınırlamasıyla ilişkilidir. Sous-vide yöntemi, vakum ambalajlama, pastörizasyon ve düşük sıcaklıkta depolama işlemlerini birleştirerek, mikrobiyolojik güvenliğin sağlanmasının yanı sıra ürünün taze ve yüksek besin değerine sahip olmasını ve raf ömrünün uzatılmasını hedefler. Bu yöntemle hazırlanan ürünlerin raf ömrü 6 ila 42 gün arasında değişmektedir (GarciaLinares ve diğ., 2004).

Sous Vide Yönteminde Kullanılan Ekipmanlar

Sous vide pişirme tekniğinde kullandığımız ekipmanlar ambalaj materyali (Şekil 1), ve ısı ile işlemin uygulandığı termal pişirme sirkülatör cihazı (Şekil 2). ve vakum ambalajlama cihazıdır (Şekil 3). Kullanılan ambalaj materyallerinde gıda için uyumlu, esnek veya yüksek sıcaklığa dirençli, yırtılma ve bozulmaya(aşınmaya) dayanıklı, ince ve gaz geçirgenliği düşük ekipmanlar kullanılmalıdır (Özyürek, 2021).



Şekil 1. Vakum Ambalaj Materyali



Şekil 2. Sous vide pişirme cihazı



Şekil 3. Vakum Ambalajlama Cihazı

Sous-vide pişirme tekniğinde en yaygın olarak kullanılan ambalaj materyalleri, yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) ve düşük yoğunluklu polietilen (LDPE) türleridir. Bunun yanı sıra, cam kavanozlar veya metal konteynerler de sous-vide pişirme işlemi için tercih edilebilen alternatif ambalaj seçenekleridir.

Sonuç

Sous vide pişirme yöntemi, gıda endüstrisinde yenilikçi bir teknik olarak dikkat çekmekte ve su ürünlerinin işlenmesi ve tüketiminde önemli avantajlar sunmaktadır. Bu yöntem, kontrollü sıcaklık ve vakum teknolojisi ile hem besin değerlerinin korunmasını hem de mikrobiyolojik güvenliğin sağlanmasını mümkün kılar. Ayrıca, su ürünlerinin duyu özelliklerini geliştirmesi, raf ömrünü uzatması ve enerji tasarrufu sağlaması, sous vide yöntemini hem tüketiciler hem de endüstri için cazip hale getirmektedir. Geleneksel pişirme yöntemlerine kıyasla, su ürünlerinin daha sağlıklı, lezzetli ve taze bir şekilde sunulmasına olanak tanıyan bu teknoloji, gıda sektöründe artan bir ilgiyle kullanılmaktadır. Özellikle catering, restoran ve hazır yemek sektörlerinde yaygın olarak tercih edilen sous vide, su ürünleri tüketiminin artırılmasına ve bu ürünlerin toplum sağlığına olan katkısının yükseltilmesine katkı sağlayabilir. Gelecekte bu yöntemin daha yaygın hale gelmesi, hem endüstriyel hem de ev tipi uygulamalarda gıda işleme süreçlerine değer katacaktır.

Kaynakça

- Baldwin, D. E. (2012). Sous vide cooking: A review. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 1(1), 15-30.
- Bejerholm, C., Tørngren, M. A., & Aaslyng, M. D. (2014). Cooking of meat. In *Encyclopedia of meat sciences* (pp. 370-376). Elsevier Inc.
- DAKA. (2013). *Doğu Anadolu Bölgesi et ve et ürünleri stratejisi*.
- Dean, L. M. (1990). Nutrition and preparation. In R. E. Martin & G. J. Flick (Eds.), *The seafood industry* (Chap. 16, pp. 255-267). Van Nostrand Reinhold.
- Fellows, P. (2000). *Food Processing Technology: Principles and Practice* (2nd ed.). Hindistan: Taylor & Francis.
- García-Segovia, P., Andrés-Bello, A., & Martínez-Monzó, J. (2007). Effect of cooking method on mechanical properties, color and structure of beef muscle (M. pectoralis). *Journal of Food Engineering*, 80(3), 813-821.
- Haskaraca, G., & Kolsarıcı, N. (2013). Sous vide teknolojisi ve et teknolojisinde uygulama olanakları. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 8(2), 39-49.
- Huss, H. H. (1995). *Quality and Quality Changes in Fresh Fish*. FAO Fisheries Technical Paper-348, Rome.
- Kara, D. (2017). *Levrek balığı fileto artıklarının balık köftesi olarak değerlendirilmesi ve raf ömrünün belirlenmesi* (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Love, R. M. (1982). Basic facts about fish. In A. Aitken, I. M. Mackie, J. H. Merritt, & M. L. Windsor (Eds.), *Fish handling & processing* (Chap. 2, pp. 2-19). Ministry of Agriculture, Fisheries & Food, Torry Research Station.
- Nagarajarao, R. C. (2016). Recent advances in processing and packaging of fishery products: A review. *Aquatic Procedia*, 7, 201-213.
- Oliveira, J. C., & Gorris, L. G. M. (1995). Process optimisation and minimal processing of foods. *Volume 5: Minimal and combined process*. European Commission, Copernicus Programme, Concerted Action CIPA-CT94-0195.
- Özyürek, F. B. (2021). *Sous vide yönteminin konjuge linoleik asit içeriği zenginleştirilmiş köftenin kalite parametreleri ve depolama stabilitesi üzerine etkisi* (Master's thesis, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi).
- Özturan, S. (2009). *Vakum ambalajda pişirilmiş (sous vide) balıkta kalite ve raf ömrünün belirlenmesi* (Unpublished master's thesis). İstanbul Üniversitesi.

15. Bölüm

Balık Avlama Yöntemlerinin Kalite Üzerindeki Etkileri

Muhsine DUMAN¹

Erdal DUMAN²

¹ Doç. Dr. Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Elazığ/Türkiye, mduman@firat.edu.tr, ORCID No: <https://orcid.org/0000-0001-9780-7078>

² Prof. Dr. Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Elazığ/Türkiye, eduman@firat.edu.tr, ORCID No: <https://orcid.org/0000-0002-3534-3826>

1. Giriş

Balıkçılık, dünya genelinde önemli bir ekonomik faaliyet olmasının yanı sıra, birçok toplum için temel gıda kaynağıdır. Aynı zamanda, balıkçılık, kırsal toplulukların geçim kaynaklarını desteklemekte ve yerel ekonomilere katkıda bulunmaktadır. Balık, zengin besin içeriği sayesinde, özellikle protein, omega-3 yağ asitleri ve çeşitli mikro besinler açısından önemli bir gıda maddesidir. Doğal su kaynaklarından sağlanan bu besin, sağlıklı bir diyetin önemli bir parçasıdır ve birçok insan için temel besin kaynağını oluşturmaktadır (FAO, 2022). Balık tüketimi, hem insan sağlığına olumlu etkiler sağlamakta hem de ekonomik kalkınmaya katkıda bulunmaktadır (Tacon ve Metian, 2013). FAO istatistiklerine göre, dünya balıkçılık üretimi 2020 itibarıyla 177.768.543 ton seviyesine ulaşmıştır. Bunun 90.265.933 tonu avcılıkta geri kalan kısmı ise yetiştiricilikte elde edilmiştir (FAO, 2022).

Balık kalitesi, üreticiler, perakendeciler ve tüketiciler için önemli bir endişe kaynağıdır; özellikle tüketiciler, giderek daha fazla yüksek kaliteli ürün talep etmektedir. Tazelik, balık kalitesini önemli ölçüde etkileyen bir özelliktir; muhtemelen çoğu balık ürününün kalitesini değerlendirmek için en önemli kriterdir (Cardoso vd., 2021). Taze balık hem lezzet hem de besin değeri açısından daha üstündür. Kalite, ürünün fiziksel, kimyasal ve organoleptik özelliklerini içerir ve bu özellikler tüketici memnuniyeti için çok önemlidir (Botta, 1996).

Tazelik ve kalite deniz ürünlerinin tüketiciye ulaşmadan önceki süreçlerdeki yönetim ve uygulamalara bağlı olarak birbirini etkileyen iki önemli kavramdır. Tazelik bir dizi faktörü içeren karmaşık bir kavramdır. Taze balık, doğal tatlarını ve besin değerlerini koruyan, hafif bir kokuya sahip olan ve parlak, canlı renklere sahip ürünler olarak tanımlanır. Bu niteliklerin sürekliliği, balığın hasat tarihindeki sıcaklık kontrolüne bağlıdır (Gökoğlu ve Yerlikaya, 2015).

Kalite ise, genel anlamda herhangi bir ürünün mükemmellik düzeyini ifade eder. Deniz ürünlerinin kalitesi, kimyasal bileşim, dokusu, yağ içeriği ve renk gibi içsel faktörlerin yanı sıra, beslenme düzeni, diyet bileşimi ve avlama öncesi veya sonrası işlem gibi dışsal faktörlerden etkilenen karmaşık bir karakter setidir. Kalite genellikle balığın görsel görünümü ve tazeliği ya da bozulma derecesi ile ilgilidir. Kötü koku ve tat, yumuşak doku veya değişmiş kas rengi gibi fiziksel durumlar ile zararlı bakteriler, virüsler, parazitler veya kimyasallar gıda güvenliği ile bağlantılıdır. Kalite tazeliikle doğrudan ilişkili olmakla birlikte, avlanma yöntemleri, işleme süreçleri ve muhafaza koşullarına da bağlıdır. Tazelik doğrudan ürünün raf ömrü ile ilişkilidir; bu da kalitenin bir parçası olarak değerlendirilir. Dolayısıyla, deniz ürünlerinin tazeliği ne kadar iyi korunursa, kalite de o kadar yüksek olur (Gökoğlu ve Yerlikaya, 2015).

Balıkçılıkta kullanılan av aletleri, çeşitli araçlardan oluşur ve her bir alet, belirli bir av türüne ve avlanma koşullarına göre tasarlanmıştır. Ağlar, olta ve kapanlar gibi farklı av araçları, balığın kalitesini etkilemekte ve sürdürülebilir balıkçılık uygulamalarına katkıda bulunmaktadır. Bu bağlamda, av aletlerinin seçimi ve kullanımı, su ürünlerinin tazeliği ve kalitesi açısından kritik bir öneme sahiptir (Mengi, 1977; He vd., 2021).

2. Av Araçları ve Yöntemleri

Balıkçılık av aletleri dünya genelinde balıkçılığın verimliliği ve sürdürülebilirliği açısından kritik bir rol oynamaktadır. Balıkçılık tarihi insanlık tarihinin en eski dönemlerine kadar uzanmakta ve su kaynaklarından yararlanma çabasını yansıtmaktadır. İlk insanlar balıkçılığı temel gıda kaynaklarından biri olarak keşfettiklerinde basit aletlerle avlanmaya başlamışlardır. Zamanla teknolojik gelişmelerle birlikte balıkçılık yöntemleri daha verimli hale gelmiştir. Bugün çeşitli av aletleri ve yöntemleri hem ticari hem de küçük ölçekli balıkçılık faaliyetlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu aletler ve yöntemler avın türüne, çevresel koşullara ve balıkçıların hedeflerine göre değişiklik göstermektedir (Gabriel vd., 2008).

2.1 Çevirme Ağları

Çevirme ağları, balık sürülerini çevreleyerek avlanmak için tasarlanmış uzun, genellikle dikdörtgen biçiminde ağ parçalarıdır. Bu ağlar balıkların yüzeyde veya sığ sularda yakalanmasını sağlamak için kullanılır. İki ana türü vardır: gırgır ağı (purse line ile) ve lampara ağı (purse line olmadan) (He vd., 2021).

Lampara Ağları: Lampara ağları pelajik balıkları yakalamak için kullanılan bir çevirme ağıdır. Bu ağın merkezi kısmı daha küçük göz büyüklüğüne sahipken, iki uzun kanadı bulunur. Balık sürüsünü çevrelemek için kanatlar aynı anda çekilir. Genellikle gece avlanırken ışık kullanılarak balıklar cezbedilir. Lampara ağları özellikle kıyı bölgelerinde yem balığı yakalamak için tercih edilir.

Gırgır Ağları: Gırgır ağları, modern balıkçılığın en gelişmiş yöntemlerinden biridir ve genellikle pelajik balık sürülerini hedef alır. Bu ağlar hem bir tekne hem de iki tekne ile kullanılabilir. Gırgır ağları avlanacak balık sürüsünün etrafını sarak ve altını kapatarak çalışır. Genellikle daha büyük boyutlarda olan bu ağlar yüksek teknoloji ekipmanlarla donatılmıştır. Gırgır balıkçılığı su ürünleri üretiminin büyük bir kısmını karşılar (He vd., 2021).

2.2. Olta

Olta balık avcılığı için tasarlanmış en basit bir av aracıdır ve genellikle iğne, zoka, iskandil, köstek, beden, firdöndü ve olta mantarı gibi bileşenlerden oluşur. Oltalar, su ürünlerini yakalamada yaygın olarak kullanılır ve balıkçılığın temel bileşenlerinden biridir. Olta ile balık avcılığı balığın olta iğnesini ısırması veya yutmasıyla gerçekleşir; bu süreçte balıkçıların tecrübesi ve bilgi birikimi önemli bir rol oynamaktadır. Oltalar, üç ana gruba ayrılmaktadır:

1. Kancasız Oltalar: Genellikle zargana avında kullanılan bu oltalar, kanca yerine sarı ve turuncu renklere ipek kangal kullanılmaktadır.

2. Çelik Oltalar: Boğaza takılarak balığın sindirim sistemine takılmasını sağlar ve genelde metal veya plastikten üretilir.

3. Kancalı Oltalar: Balık tarafından yem zannedilerek ağıza alınır ve çıkarılması zor olan av araçlarıdır. Kancalı oltalar, iki alt gruba ayrılır:

a. Bir Balığı Yakalamada Kullanılan Kancalı Oltalar: Genellikle tek bir kanca ile donatılmış basit av araçlarıdır ve belirli balık türlerini hedef alır.

b. Birden Fazla Balığı Yakalamada Kullanılan Kancalı Oltalar: Bir ana ip üzerinde birden fazla kanca barındırarak aynı anda birden fazla balık yakalamayı sağlar (Mengi, 1977; Çelikkale, 1993; He vd., 2021).

2.3. Ağlarla Avlama

Ağlarla avlama balıkçılığın en yaygın ve köklü yöntemlerinden biridir. Bu yöntem, su ürünlerinin doğal yaşam alanlarında yakalanmasına olanak tanır ve çeşitli alt teknikler ve ekipmanlar kullanılarak uygulanır.

Galsama Ağları: Galsama ağları "sade ağlar" olarak da bilinir ve avın yakalanmasında yüksek selektiflikleri ile dikkat çeker. İnce materyallerden üretilen bu ağlar, su altında az görünürlük sağlar; bu sayede balığın başının ağa geçişi sırasında vücudunun takılmasını mümkün kılar. Galsama ağlarının temel amacı balıkları etkili bir şekilde yakalamaktır. Bu ağlar balıkların başından büyük, gövdesinden küçük gözlere sahip olacak şekilde tasarlanmıştır; bu özellik, ağların selektif avcılığını artırır. Farklı türlerde avlanma için dip, yüzey ve çevirme türleri gibi çeşitli formlar kullanılarak, sürdürülebilir avlanma pratiğine katkı sağlanmaktadır (Mengi, 1977; Çelikkale, 1993).

Trol ile Avcılık: Trol avcılığı denizlerde balık yakalamak için kullanılan endüstriyel bir avlama metodudur. Genellikle bir veya daha fazla tekne tarafından çekilen koni şeklindeki ağlarla gerçekleştirilen bu yöntem hem dip hem de pelajik balıklara yakalamak amacıyla kullanılmaktadır. Çeşitli balık türlerini hedef alarak büyük miktarlarda avlanma sağlar. Bu yöntem hem bireysel balıkların hem de sürü halinde bulunan balıkların avlanmasında ticari bir araç olarak kullanılmaktadır. Trol sistemleri ağın su altında doğru bir şekilde açılmasını ve

balıkların içine girmesini sağlamak için tasarlanmıştır. Trol ile avcılık, iki ana teknik ile gerçekleştirilir (Mengi, 1977; Eyo ve Akpati, 1995).

Dip Trolü: Su altında yaşayan balıkların yakalanması için özel olarak tasarlanmış ağların kullanıldığı bir balıkçılık yöntemidir. Bu teknik genellikle dibe kadar inen ve zeminle doğrudan temas eden ağlar aracılığıyla gerçekleştirilir. Dip trolü avlanacak balık türüne ve zemin yapısına göre özelleştirilmektedir.

Pelalik Trolü: Yüzeye yakın balıkları avlamak için tasarlanmış ağların kullanıldığı bir tekniktir. Bu yöntemde ağ su yüzeyine veya suyun üst katmanlarına çekilerek balıkların yakalanması sağlanır. Bu ağlarla avlama yöntemleri balıkçılığın verimliliğini artırmanın yanı sıra, su ekosistemleri üzerinde de önemli etkilere sahiptir. Dolayısıyla, bu tekniklerin sürdürülebilir bir şekilde kullanılması, su ürünleri yönetimi açısından kritik öneme sahiptir (Mengi,1997; He vd., 2021).

2.4. Kapanlarla Avlama Yöntemi

Kapanlarla avlama, balıkçılığın geleneksel ve etkili bir yöntemidir. Bu teknik balıkların belirli alanlarda yönlendirilerek veya çekilerek kapanlara hapsedilmesini sağlar. Kapanlar balıkların doğal hareketlerini kullanarak yakalanmalarını hedefleyen statik av araçlarıdır ve çeşitli türleri bulunmaktadır (Slack-Smith, 2001).

Kapanlar, balıkların doğal davranışlarından faydalanarak yakalanmalarını sağlamak amacıyla tasarlanmış yapay yapılar olup, farklı avlama stratejilerine dayanarak sınıflandırılmaktadır.

Sığınma Kapanları: Balıkların korunma ve üreme amacıyla tercih ettikleri alanlara yerleştirilen yapılar içerir. Çalı demetleri ve borular gibi örneklerle bu alanları oluşturur.

Setler: Balıkların avlanmasını kolaylaştıran taş, tahta veya beton malzemelerle inşa edilen yapılar olarak öne çıkar; duvarlar ve çit dalyanları balıkların geçiş yollarını kapatmak için kullanılır.

Mekanik Kapanlar: Mekanik kapanlar balıkları mekanik yöntemlerle yakalamak için tasarlanmış cihazlardır. Genellikle tek bir balığı avlamak üzere düzenlenmiş olan bu kapanlar, balığın kapanın içine girdiğinde devreye giren hareketli parçalardan oluşur (Gabriel vd., 2008).

Ventersiz Yapıtlar: Açık girişlere sahip ancak kapalı diğer bölümlerden oluşan düzeneklerdir. Kerevit tepsileri ve ventersiz koniler bu gruptadır.

Venterli Yapıtlar: Avlanan balığın girmesini sağlarken çıkmasını zorlaştıran kapalı bölmelere sahip kapanlardır. Sepetler ve pinter ağları bu tür yapılar arasında yer alır.

Dalyanlar: Geleneksel bir balık avlama yöntemidir ve genellikle su kenarlarında, nehirlerin ağızlarında veya kıyılarda kurulan özel ağ yapılarıdır. Bu sistem balıkların doğal göç yollarını kullanarak geçiş yaptığı yerlerde yer alır. Genellikle dalyanlar su akışını yönlendiren ve balıkların yakalanmasını kolaylaştıran bir dizi ağ ve kapan içerir. Kepasti, kırma, kurt ağzı ve şıra dalyanları farklı türlerde dalyan örnekleridir.

Hava Kapanları: Su yüzeyinde avlanan ve balıkların sıçrama eğilimlerinden faydalanarak av yapan düzeneklerdir. Sandıklar, hava kepçeleri, kayıklar ve hasırlar bu grup içinde sayılabilir. Kamışlı voli ağları gibi kombinasyon ağları balık sürülerini sararak sesle korkutma yöntemi ile avlanmayı kolaylaştırırken, bu tür kapan ve hava kapanları su ürünleri avcılığında verimliliği artırmaktadır. Bu yöntemler balıkların davranışlarını etkileyerek avlanmayı kolaylaştırmakta ve su ürünleri yönetimi açısından önemli bir rol oynamaktadır (Mengi, 1997; He, 2021).

3. Tazelik Kaybı ve Kalite Üzerindeki Etkiler

Balık kalitesi tüketici memnuniyeti ve pazar değerleri açısından büyük öneme sahiptir. Balığın başlangıç durumu, mikrobiyal yükler, avlama metotları ve işleme koşulları, kalitesini belirleyen ana unsurlardır. Taze, sağlıklı ve dikkatlice yakalanmış balık, gıda güvenliği ve tüketici tercihleri için kritik bir faktördür. Ayrıca avlama şekli, işleme yöntemleri ve depolama koşulları da balığın kalitesini doğrudan etkiler. Tazelik kaybı fiziksel ve kimyasal değişimlerle kendini gösterir ve bu değişimler tüketici kabulünü önemli ölçüde etkileyebilir (Verbeke vd., 2007).

Çoğu zaman "kalite" estetik görünüm ve tazelik veya balığın maruz kaldığı bozulma derecesini ifade eder. Zararlı bakterilerden, parazitlerden veya kimyasallardan arınmış olmak gibi güvenlik yönlerini de içerir. "Kalite"nin farklı kişiler için farklı şeyler ifade ettiğini ve bireysel bir ürün türüyle ilişkilendirilerek tanımlanması gereken bir terim olduğunu unutmamak önemlidir. Ancak "tazelik", mutlaka kalite anlamına gelmez. Tamamen taze hatta canlı olan balıklar bile bazı özelliklerinden dolayı yüksek kaliteli ürünler için kullanıma ve hatta doğrudan insan tüketimine her zaman uygun olmayabilir (Oehlenschläger, 2014; Gökoğlu ve Yerlikaya, 2015).

3.1. Avlanma sırasında stresin balıkların kalite üzerine etkisi

Balıkların yakalanma sürecinde maruz kaldıkları stres fiziksel ve biyokimyasal değişimlere yol açarak ürün kalitesini olumsuz etkilemektedir. Özellikle trol yöntemiyle avlanan balıklar, ağlarla mücadele sırasında uzun süre stres altında kalmaktadır (Zhang vd., 2023).

Kısa süreli stres vücutta katekolaminler ve kortikosteroidler gibi hormonların artışına neden olur. Bu hormonlar metabolizmayı hızlandırarak kaslarda laktik asit birikimine yol açar. Asidik bir ortamda çalışan kaslar etin solgunlaşmasına ve istenmeyen tatların oluşmasına neden olur. Aktif balık türleri, örneğin ton balığı ve uskumru, avlanma sırasında yüksek stres seviyeleri yaşayabilir. Bu durum "yanmış et" olarak bilinen kalite kusurlarına yol açarak etin renginin kaybolmasına ve tadının bozulmasına neden olur (Pottinger, 2008).

Stresin bir diğer önemli olumsuz etkisi de rigor mortis sürecinin hızlanmasıdır. Yüksek stres altında yakalanan balıklar normalde beklenen süreden daha kısa bir süre içinde rigor mortis aşamasına geçer. Balığın ölümünden önceki stres fizyolojik süreçleri etkileyerek kaslardaki kimyasal dengeyi bozar. Özellikle aşırı laktik asit birikimi gibi metabolik değişiklikler meydana gelir. Bu birikim, rigor mortis'un hızla başlamasına neden olur. Bunun sonucunda, kasların sertleşmesi hızlanır ve pH seviyelerinde ani bir düşüş gerçekleşir. Düşen pH etin yapısal bütünlüğünü olumsuz etkileyerek daha hızlı bozulmasına ve oksidasyon süreçlerinin hızlanmasına yol açmaktadır (Huss, 1995).

3.1.1 Laktik Asit Birikimi

Balıklar avlanma sırasında stres yaşadıklarında enerji ihtiyaçlarını karşılamak için anaerobik solunuma yönelirler. Bu süreçte glikojen laktik aside dönüştürülür ve laktik asit, kas hücrelerinde birikerek pH seviyesini düşürür, bu da asidik bir ortam oluşturur (Huss, 1995).

Ölüm sonrası laktik asit birikimi devam eder. Bu durum, kas liflerinin sertleşmesine ve rigor mortis (ölü sertliği) gelişimine yol açar. Laktik asit kasların ATP (adenosin trifosfat) seviyelerini olumsuz etkileyerek gevşemelerini zorlaştırır. Normal koşullarda ATP varlığında kaslar rahatlayabilirken, laktik asidin birikimi bu süreci engeller ve kaslar asidik bir ortamda kalır. Bu da solgunlaşma sürecini başlatır. Bu süreç balıkların stres altında daha az kaliteli hale gelmesine yol açmaktadır. (Zhang vd., 2023).

3.1.2. Rigor Mortis Süreci ve Balık Kalitesi Üzerindeki Etkileri

Rigor mortis oluşumu doğrudan laktik asit üretiminden kaynaklanmasa da bu asidik reaksiyon rigor mortis süresinin uzamasında ve bozulmaya neden olan mikroorganizmaların gelişiminin baskılanmasında önemli bir rol oynamaktadır. Rigor mortis'in dışsal belirtileri kasların ve tendonların kasılmasından kaynaklanan tüm vücudun sertleşmesidir. Bu süreç ölü kas dokusunda meydana gelen bir sertleşme olup, balıklarda genellikle memelilere göre daha kısa bir süre devam eder. Ölümden 1-7 saat sonra başlayan bu süreç, özellikle balığın avlanma koşullarına bağlı olarak değişkenlik gösterir. Örneğin, yeterince dinlenmiş ve hemen soğutulan balıklarda rigor mortis süresi uzar. Bununla birlikte avlanma

sırasında balıkların fiziksel zarar görmesi, stres seviyeleri ve enerji rezervlerinin tüketilmesi et kalitesini olumsuz yönde etkileyen faktörlerdir (Amlacher, 1961).

Rigor mortis bir balığın ölümünden sonra kaslarında meydana gelen karmaşık kimyasal değişimlerin bir sonucudur. Bu sürecin ana unsuru ATP'nin kaybı ile ilişkilidir; ATP seviyesinin düşmesi kasların sertleşmesine ve pH değerinin azalmasına yol açar. Laktik asit ve fosforik asit birikimi bu süreci daha da derinleştirir. Ayrıca glikojen kaybı rigor mortis'in süresini etkileyen bir diğer önemli faktördür. Balıkların avlanma sırasında daha az mücadele etmesi glikojen rezervlerinin korunmasına yardımcı olur; bu da etin daha kaliteli olmasını sağlar (Huss, 1995; Gökoğlu ve Yerlikaya, 2015)

Kas dokusundaki glikojen miktarı ölüm anında rigor mortis'in başlamasını ve süresini doğrudan etkiler. Daha fazla glikojen içeren kaslar rigor mortis'in daha geç başlamasına ve daha uzun sürmesine olanak tanır. Ölümden önceki yoğun fiziksel aktivite kas dokusundaki metabolik süreçleri hızlandırır ve glikojen rezervlerini azaltır; bu da rigor mortis süresini kısaltır ve başlangıcını öne çeker. Özellikle trol ağlarıyla yakalanan balıklar bu fiziksel yorgunluk nedeniyle daha hızlı sertleşir. Ayrıca balığın gemide uzun bir ölüm mücadelesi vermesi, rigor mortis süresini daha da kısaltır. Balığın atılması gibi mekanik stresler ve yüksek depolama sıcaklıkları sertleşmenin süresini olumsuz yönde etkileyen diğer faktörlerdir (Kobayashi, vd., 1999).

3.2. Avlanma Yöntemleri ve Kalite İlişkisi

Balıkların avlanma yöntemleri et kalitesini önemli ölçüde etkileyen faktörlerden biridir. Avlanma sırasında uygulanan teknikler, balığın ölüm şekli, stres seviyesi ve post-mortem süreçlerin nasıl gelişeceği üzerinde belirleyici bir rol oynar. Bu süreçler balık etinin yapısal özelliklerini, besin değerini ve tüketici tarafından algılanan kalitesini doğrudan etkiler. Balıklarda ölüm sonrası kaliteyi etkileyen en önemli faktörlerden biri *rigor mortis* (ölüm sertliği) durumudur. Bir balığın rigor durumundaki sertlik tazeliğinin kesin bir göstergesi olarak kabul edilir. Rigor mortis'e geçiş süresi ve bu aşamanın ne kadar sürdüğü, birkaç faktöre bağlıdır: Balığın türü, fiziksel durumu, ölüm öncesindeki yorgunluk seviyesi, büyüklüğü, rigor sürecinde uygulanan işleme türü ve çevre sıcaklığıdır. Balığın fiziksel durumu ne kadar kötü olursa rigor mortis'e geçiş süresi o kadar kısa olur çünkü kaslarda esnekliği koruyacak enerji rezervleri azalmıştır (Huss, 1955; Gökoğlu ve Yerlikaya, 2015).

Avlanma yöntemleri balığın stres seviyeleri üzerinde de doğrudan etkilidir. Örneğin, trol avcılığı gibi yoğun ve hızlı avlanma yöntemleri balığın stres düzeyini artırarak rigor mortis sürecini hızlandırır. Stres altında yakalanan

balıklar enerji rezervlerini hızla tüketir; bu da kas dokusunda laktik asit birikimine yol açar ve etin kalitesini olumsuz etkiler (Zhang vd., 2023).

Trol avcılığı balıkların yakalanma şekli ve av süreci açısından et kalitesini önemli ölçüde etkileyen bir yöntemdir. Trol ağları balıkları yakalarken büyük bir kuvvet uygular ve bu da balıkların ağdan geçerken fiziksel hasar görmesine neden olabilir. Özellikle dip trolü uygulamalarında balıkların ağız, yüzgeç veya vücutlarında yaralanmalar meydana gelebilir. Bu tür yaralanmalar balığın pazar değeri üzerinde olumsuz bir etki yaratır. Ayrıca, trol ağları ile yakalanan balıklar genellikle daha fazla yorgunluk ve enerji kaybı yaşar. Bu durum balığın stres seviyelerini artırarak et kalitesini olumsuz yönde etkiler. Artan stres kaslarda laktik asit birikimine, daha yumuşak dokulara, azalmış kan akışına ve koşullara bağlı olarak daha kırmızı bir kas renginin oluşmasına yol açar. Bu değişiklikler balığın fiziksel sağlık durumunu bozar ve et kalitesini düşürür. Avlanma sırasında yaşanan stres balıkların et kalitesini olumsuz yönde etkileyerek daha az lezzetli ve daha çabuk bozulabilen bir dokuya sahip olmalarına neden olur. Trol avcılığı balıkların hızlı bir şekilde yakalanmasını sağlasa da bu süreçte stres seviyelerinin artabileceği dikkate alınmalıdır. Trol avcılığının ardından balıkların derhal işlenmesi ve uygun depolama koşullarında tutulması son derece önemlidir; aksi takdirde balıkların tazeliği ve kalitesi hızla azalabilir (Olsen vd., 2013; Zhang vd., 2023).

Trol avcılığının yanı sıra sade ağlarla yapılan avcılıkta da balıklar su içinde uzun süre mücadele etmek zorunda kalır. Bu süreçte, balıkların kasları yorgun düşer ve enerji rezervleri tükenir. Enerji kaybı balığın genel sağlık durumunu olumsuz etkileyerek, et kalitesinde bozulmalara yol açar. Uzun süreli mücadele ve aşırı yorgunluk, balıkların et yapısında yumuşama, lezzet kaybı ve besin değerinde azalmaya neden olabilir (Lerfall vd., 2015).

Lampara ağları genellikle sığ sularda ve yüzeydeki balıkları çevrelemek için kullanılır. Bu yöntem, balıkların hızlıca yakalanmasını sağlasa da balıkların yüzeydeki bölgelerde bir süre kalması gerektiğinden balıklarda stresin artmasına yol açar. Ancak, lampara ağlarının balıkların daha hızlı ve kontrollü şekilde yakalanmasını sağlaması genellikle fiziksel yaralanmaların daha az olmasına yardımcı olur. Bununla birlikte, uzun süreli ağda kalma veya yüksek yoğunlukta avlanma, balığın metabolizmasını hızlandırabilir ve bu da kas dokusunda laktik asit birikimine, etin yumuşamasına ve kalite kaybına neden olur (Sabu ve Sasidharan, 2020).

Gırgır ağları genellikle derin sularda ve daha geniş bir çeşitlilikte balık türünü yakalamak için kullanılır. Bu ağ türüyle yapılan avcılıkta balıkların ağda daha uzun süre kalma olasılığı daha yüksektir. Gırgır ağları balıkların hareketlerini sınırlayarak onlara ciddi bir stres uygular. Bu durum balığın enerji rezervlerini

hızla tüketmesine ve metabolik değişikliklere yol açar. Stresli balıklarda kaslarda laktik asit birikimi artar, bu da etin yumuşamasına ve asidik pH seviyelerinin yükselmesine neden olur. Ayrıca, gırgır ağlarıyla yakalanan balıklarda genellikle fiziksel yaralanmalar (özellikle yüzgeç ve vücut hasarı) daha yaygındır, bu da etin kalitesini olumsuz etkileyebilir (Sabu ve Sasidharan, 2020).

Oltalar ve kapanlar ise balık avlama yöntemleri arasında daha az zorlayıcı avlama metotları olarak öne çıkar. Bu yöntemlerin balık kalitesi üzerindeki olumlu etkileri hem yakalama süreçleri hem de balıkların stres seviyeleri ile doğrudan ilişkilidir (Portz vd., 2006). Oltalar genellikle bir kanca, ip ve yemden oluşan basit ama etkili bir avlama aracıdır. Balıkların yem ile kandırılarak kanca aracılığıyla yakalanması balıkların hızlı bir şekilde öldürülmesini sağladığından stres seviyelerini önemli ölçüde azaltır. Düşük stres seviyeleri balıkların fiziksel sağlıklarını korumalarına yardımcı olur ve bu da et kalitesini olumlu yönde etkiler. Balıklar ne kadar hızlı yakalanırsa ve dolayısıyla yakalama süresi ne kadar kısalsa, stres tepkisinin kas kalitesi üzerindeki olumsuz etkileri o kadar az olmaktadır (Zhang vd., 2023). Kapanlar ise balıkları yakalamak için kullanılan kapalı sistemlerdir. Bu yöntem, balığın kendi isteğiyle kapana girmesi üzerine kuruludur. Balık kapanın içine girdiğinde çıkışı engellenir ve bu süreçte balığın stres seviyesi genellikle daha düşük kalmaktadır. Bunun yanı sıra, belirli türlerin korunmasına yönelik etkili bir yöntem olarak da kullanılmaktadır (Kock vd., 2021).

3.3 Avlanma Yöntemlerinin Balık Kalitesi ve Tazelik Üzerindeki Diğer Etkileri

Tazelik kaybı avlama yöntemleri ve stres faktörleri ile doğrudan ilişkilidir. Mikrobiyal yük açısından trol yöntemiyle yakalanan balıkların, kancalı oltalarla yakalananlara göre 10-100 kat daha yüksek mikrobiyal yük taşıdığı belirlenmiştir. Bu durum trol ile yakalanan balıkların deniz tabanında sürüklenmesinin bir sonucu olarak ortaya çıkar; burada bulunan çamurların yüksek bakteri içeriği balıkların mikrobiyal kontaminasyon riskini artırmaktadır (Borderías ve Sanchez-Alonso, 2011).

Uzun süreli ağ çekimlerinin balığın kalitesini düşürdüğü kabul edilmektedir. Yoğun avlanma dönemlerinde ağın aşırı dolu olması, balığın uzun süre ölü kalmasına yol açar ve bu durum sıkışma ile ezilme gibi fiziksel zararlara neden olmaktadır. Botta ve arkadaşlarının (1987a) yaptığı çalışmada, Atlantik morinasının mevsimsel faktörler ve farklı avlama yöntemlerine (solungaç ağı, olta, parakete ve tuzak) göre duyu kalitesi incelenmiştir. Elde edilen bulgular, avlama yöntemlerinin balıkların kalitesi üzerinde mevsimsel faktörlerden daha belirleyici bir rol oynadığını ortaya koymuştur. Özellikle, ağ ile yakalanan

balıklarda uzun süreli mücadele nedeniyle kan akışının zayıfladığı ve bunun etin kalitesini olumsuz etkilediği tespit edilmiştir. Ayrıca, ağla yakalanan balıklarda pH değerinin diğer yöntemlere göre daha yüksek olduğu ve fiziksel hasar ile yaralanmaların daha yaygın olduğu gözlemlenmiştir.

Aynı araştırmacılar Atlantik morinasının (*Gadus morhua*) kimyasal bileşiminin avlama yöntemine ve mevsimsel faktörlere bağlı olarak önemli ölçüde etkilendiğini göstermiştir. Avlama yönteminin balıkların kalori, nem ve protein içerikleri üzerinde belirgin bir etkisi olduğu; ağ ile yakalanan balıkların daha yüksek kalori ve protein içeriklerine sahipken, paraka ve tuzakla yakalanan balıkların daha yüksek nem içerikleri sergilediği vurgulanmıştır. Bu farklılıkların balıkların avlanma öncesinde maruz kaldıkları mücadele süresiyle ilişkili olduğu belirtilmiştir (Botta vd., 1987b).

4. Balık Kalitesi ve Tazeliğini Değerlendirme Yöntemleri

Balık yüksek kaliteli proteinler, n-3 çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA'lar) ve zengin vitamin-mineral içeriği ile sağlıklı bir besin kaynağı olarak öne çıkmaktadır. Ancak, biyolojik yapıları nedeniyle son derece çabuk bozulan bir gıda maddesidir. Balıklar yüksek su aktivitesi (a_w), nötr pH seviyeleri ve düşük bağ dokusu içeriği gibi özellikleri nedeniyle oldukça hızlı bozulurlar (Alasalvar vd., 2002). Balıklar yakalandıktan sonra bozulma süreci hızla başlar ve rigor mortis bu değişikliklerin başlıca sebebidir. Bozulma sırasında farklı bileşenlerin parçalanması ve yeni bileşiklerin oluşumu, koku, lezzet ve doku değişikliklerine neden olur. Bu süreç mikroorganizmaların metabolik aktiviteleri, içsel enzimlerin (otoliz) etkisi ve lipidlerin kimyasal oksidasyonu gibi çeşitli mekanizmalarla tetiklenir; bu nedenle bozulma oldukça hızlı gerçekleşir (Tavares vd., 2021).

Rigor mortis, balığın ölümünden sonra kaslarının sertleşmesi ve esnekliğini kaybetmesi sürecidir. Bu değişim, balığın tazeliğini ve kalitesini doğrudan etkileyen önemli bir faktördür. Balık bozulurken, kas dokusundaki enzimler ve yüzeydeki bakteriler, parçalanma ve oksidasyon süreçlerine yol açar. Bu süreçlerde bileşiklerin parçalanması ve yeni bileşiklerin oluşması aynı anda gerçekleşir ve bu da balığın kalite özelliklerinde belirgin değişikliklere neden olur (Prabhakar vd., 2020).

Balığın kalitesi genellikle besin değeri, mikrobiyolojik, biyokimyasal ve fizikokimyasal özelliklerle tanımlanır; ancak bu terimler tek başına yeterli kalite göstergeleri sunmamaktadır. Tüketici kabul edebilirliği de göz önünde bulundurulmalıdır (Nielsen vd., 2002). Balık kalitesi tür, yaş, kimyasal bileşim, avlanma alanı, avlama metodu, mevsim ve beslenme durumu gibi birçok faktörden etkilenir. Bu unsurlar balığın genel kalitesini belirler. Bu bağlamda kalite, üretim zincirinin her aşamasında, avdan tüketime kadar net bir biçimde

tanımlanmalı ve her aşama için uygun ölçüm yöntemleri geliştirilmelidir. Bu hem gıda güvenliği hem de tüketici memnuniyeti açısından önemlidir. Özellikle balık tazeliği, tüketicilerin algıladığı görsellik, doku, koku ve tat gibi duysal özelliklerle doğrudan ilişkilidir ve bu nedenle en önemli kalite parametresi olarak öne çıkar.

Balığın kalitesi, besin değeri, mikrobiyolojik, biyokimyasal ve fizikokimyasal özellikleriyle tanımlana; ancak bu faktörler tek başlarına yeterli kalite göstergeleri sunmaz. Tüketici kabul edebilirliği de göz önünde bulundurulmalıdır (Nielsen vd., 2002). Balık kalitesi, tür, yaş, kimyasal bileşim, avlanma alanı, avlama metodu, mevsim ve beslenme durumu gibi birçok faktörden etkilenir. Bu unsurlar, balığın genel kalitesini belirler. Kalite, üretim zincirinin her aşamasında, avdan tüketime kadar net bir biçimde tanımlanmalı ve her aşama için uygun ölçüm yöntemleri geliştirilmelidir. Bu, hem gıda güvenliği hem de tüketici memnuniyeti açısından önemlidir (Gökoğlu ve Yerlikaya, 2015).

4. Balık Tazeliğini Değerlendirme Yöntemleri

Balık tazeliğini değerlendirmek için çeşitli geleneksel ve modern teknikler bulunmaktadır:

Duyusal Yöntemler: Duyusal değerlendirme, balığın görsel, koku, doku ve tat gibi organoleptik özelliklerini inceleyerek tazeliğini belirlemeye yönelik yaygın bir tekniktir. Kalite İndeks Yöntemi (QIM) gibi standartlaşmış teknikler, balığın tazeliğini bu duysal parametreler üzerinden değerlendirir.

Biyokimyasal ve Kimyasal Yöntemler: Balık kaslarında ölüm sonrası biriken çeşitli kimyasal bileşikler, biyokimyasal değişimlerin izlerini taşır. Bu değişimlerin izlenmesi, balığın tazeliğini değerlendirmede önemli bir rol oynar. K değeri, peroksit değeri, TVB değeri ve oksidasyon-reduksiyon potansiyeli gibi parametrelerin ölçülmesi, balığın taze olup olmadığını anlamaya yardımcı olan temel biyokimyasal yöntemlerdir (Hassoun ve Karoui, 2017).

Mikrobiyolojik Yöntemler: Mikrobiyolojik analizler, balıkların mikrobiyal durumunu ve güvenliğini belirlemek için kullanılır. Toplam canlı sayım (TVC) ve özel mikrobiyal yöntemler balık ürünlerinin mikrobiyolojik durumunu değerlendirerek tazelik ve güvenlik konusunda önemli veriler sunar.

Bu yöntemlerin çeşitliliği, balık tazeliğinin değerlendirilmesinde çok yönlü bir yaklaşım sağlar ve kalite kontrolü ile tüketici güvenliği açısından büyük önem taşır. Her bir yöntemin kendine özgü avantajları ve kullanım alanları bulunur.

4.1. Duyusal Değerlendirme

Duyusal değerlendirme, balığın tazeliğini ve kalite kaybını belirlemede en etkili yöntemlerden biri olarak kabul edilmektedir. Geliştirilen enstrümantasyon yöntemlerine rağmen, duysal analizler, balık ve diğer deniz ürünlerinin

tazeliğini değerlendirmek için hala en tatmin edici yol olmaya devam etmektedir (Ozogul, 2009). Balık kalitesinin değerlendirilmesi, çiğ balığın kalite kontrolü ile başlar ve bu süreçte balığın renk, görünüm, koku ve tat gibi organoleptik nitelikleri ölçülür. Bu özellikler, balığın tazeliğini ve genel kalitesini belirlemede önemli rol oynar.

Duyusal değerlendirmeler genellikle insanlar tarafından yapılır çünkü mevcut laboratuvar analizleri veya mekanik cihazlar, insan algılarını ve ısırma, çiğneme gibi doğal davranışları simüle edemez. Ancak, taze balığın kalitesi, kompozisyon, besin değerleri, renk, su tutma kapasitesi, yumuşaklık ve işlevsellik gibi faktörlerle enstrümantal olarak da tanımlanabilir (Varlık vd., 1993; Prabhakar vd., 2020).

Avlama sonrası balıklarda görünüm, renk, etin elastikiyeti, doku, koku ve tat gibi duysal özelliklerde bir dizi değişiklik meydana gelir. Bu değişiklikler balığın tazeliğini değerlendirmek için kapsamlı bir değerlendirme aracı olarak kullanılmaktadır. İlk depolama aşamasında balıklar yumuşama veya sertleşme gibi fiziksel değişikliklere maruz kalırlar. Zamanla bakteri üremesi nedeniyle ciddi bozulmalar gelişir; bu durum pullanma, kornea opaklığı, solungaçların grileşmesi, kasların tahrip olması, kemik ve etin ayrılması ve kötü kokuların oluşması ile sonuçlanır. Ayrıca, lipid oksidasyonu, bayat ve boya benzeri kokuların oluşumuna neden olur.

Balıkların tazeliğini değerlendirmek için genellikle parlaklık, et rengi, solungaç rengi, etin elastikiyeti ve koku gibi özellikler kullanılarak sınıflandırma yapılır (Varlık vd., 1993). Yaygın olarak kullanılan duysal değerlendirme yöntemleri arasında Kalite İndeksi Yöntemi (QIM), Tasmanya Gıda Araştırma Birimi şemaları ve Torry şeması bulunmaktadır (Wu vd., 2019).

Kalite İndeksi Yöntemi (QIM), balığın farklı kalite seviyelerini basit ve iyi belgelenmiş bir şekilde yansıtan sağlam veriler oluşturan bir puanlama sistemidir. Bu yöntemde, balığın duysal özelliklerine dayalı olarak 0'dan 3'e kadar demerit puanları (olumsuz özellikler için düşülen puanlar) kullanılır; burada 0, en iyi kaliteyi temsil ederken, daha yüksek puanlar daha düşük kaliteyi gösterir (Ozogul, 2009).

4.2 Kimyasal Yöntemler

Balık kaslarında ölüm sonrası meydana gelen kimyasal reaksiyonlar, bozulmanın temel nedenlerindedir. Bu reaksiyonlar arasında uçucu ve biyojenik aminlerin oluşumu, pH, su aktivitesi (a_w), ATP ile ilgili bileşikler ve K değeri gibi fizikokimyasal parametrelerdeki değişiklikler bulunmaktadır. Bu parametreler, balık ve diğer deniz ürünlerinin kalitesini değerlendirmek için önemli araçlar olarak kullanılmaktadır (Hassoun ve Karoui, 2017).

Uçucu aminler balıklardaki tazelik ve bozulma durumunu değerlendirmede önemli bir rol oynar. Uçucu aminlerin oluşumu balıklara özgü ve osmoregülasyonda önemli bir rol oynayan trimetilamin oksidin (TMAO) bozulmasıyla ilişkilidir. Bu aminlerin üretimi kas içerisindeki TMAO'nun başlangıç konsantrasyonu ile bağlantılıdır. Bu konsantrasyon balığın türüne, mevsime, avlanma bölgesine ve yakalandığı derinliğe bağlı olarak değişir. Derinlik arttıkça TMAO içeriği de yükselir; en yüksek seviyeler kalamar ve köpekbalığı gibi türlerde görülürken, pelajik balıklarda daha düşük seviyelerde bulunur. Bu aminler arasında amonyak (NH₃), dimetilamin (DMA) ve trimetilamin (TMA) öne çıkar. Amonyak proteinlerin ve amino asitlerin bakteriyel deaminasyon süreçleriyle oluşur ve bu nedenle tazelik için zayıf bir gösterge olarak kabul edilir. DMA trimetilamin oksitinin (TMAO) bakteriyel dönüşümüyle üretilir ve TMAO-az enzimi taşıyan balıklarda yavaş bir artış gösterir. TMA bozulmuş deniz ürünlerine karakteristik 'balık' kokusunu veren bir bileşiktir ve bozulma sürecinin başlamasıyla hızla artar. Belirli bakteriyel türler tarafından sentezlenen TMA'nın analizi, bozulmanın derecesini hızlı bir şekilde yansıtabilir. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N), amonyak, DMA ve TMA'nın toplamını temsil eder ve bozulmanın ileri aşamalarını gösterir. TVB-N düzeyindeki artış balığın bozulduğunu ve tazeliğinin azaldığını gösterir. Bu nedenle, TVB-N ölçümü balığın kalitesi, tazeliği ve gıda güvenliği açısından kritik bir değerlendirme aracı olarak işlev görür. Ancak, belirli balık türlerinin bozulma durumunu değerlendirmede faydalı olsa da tazelik göstergesi olarak tek başına yeterli değildir ve organoleptik muayeneyi tamamlayıcı bir araç olarak kullanılmalıdır (Etienne, 2005).

Balık etindeki çoklu doymamış yağ asitleri, içerdiği çift bağlar nedeniyle oksijene duyarlıdır. Moleküler oksijen, bu çift bağlarla etkileşime girerek serbest radikal oluşumuna yol açar. Bu serbest radikaller, yağ asidi moleküllerinde oksidasyon reaksiyonlarının tetikleyicisi olur. Serbest radikaller oksijenle birleşerek peroksit radikalleri oluşturur. Bu radikaller daha sonra hidroperoksitler şeklinde kararlı bileşiklere dönüşebilir. Peroksitler, oksidasyonun erken aşamasında oluşan ve bozulma sürecini hızlandıran kimyasal bileşiklerdir. Hidroperoksitler zamanla daha kararsız hale gelir ve parçalanarak ikincil oksidasyon ürünlerini oluştururlar. Bu ürünler arasında aldehitler, ketonlar, alkoller, karboksilik asitler ve hidrokarbonlar gibi bileşikler bulunur. Bu ikincil ürünler, balık etinin hoş olmayan tatlar ve kötü kokular üretmesine neden olur. Bu ikincil ürünlerin çoğu, ette istenmeyen tatların ve istenmeyen kokuların ortaya çıkmasına neden olur. Lipit oksidasyonu balığın tazeliğini değerlendirmek için bir gösterge olarak kullanılır. Peroksit değeri (PV) lipit oksidasyonunun erken aşamasını belirlemek için kullanılır ve duyarlılıkları ikincil ürünlerin

ölçümlerinden daha düşüktür. Lipid oksidasyonu ilerledikçe harcanan oksijen miktarı sürekli artar, buna karşın peroksit miktarı belirli bir seviyeye kadar artıp, sonrasında azalmaya başlar. Bu nedenle, peroksit değeri tek başına yağdaki oksidasyon derecesini belirlemek için yeterli bir parametre değildir (Bonnell ve Thota; 1994; Abeyrathne vd., 2021). TBARS (Tiyobarbitürik Asit Reaktif Maddeler) genellikle ikinci oksidatif ürünleri belirlemek ve böylece lipid oksidasyonunun derecesini değerlendirmek için kullanılan bir endekstir (Cheng vd., 2015). Bu parametre özellikle yüksek doymamış yağ asidi seviyeleri nedeniyle balıkların bozulmasıyla güçlü bir şekilde ilişkilidir. Yeni avlanan balıklarda TBA konsantrasyonu genellikle 3 ila 5 mg MDA/kg arasında değişmektedir. Bu seviyeler taze balıkların kalitesini korumak için kabul edilebilir aralıklar olarak değerlendirilir. Ancak, balıkların depolanma koşulları ve süresi bu değerleri etkileyebilir (Varlık vd., 1993).

K -değeri

K-değeri, balıkların tazeliği ve lezzeti ile doğrudan ilişkilidir ve balıkların ölümünden sonra ATP'nin bozulma ürünlerinin oranını gösterir. Bu değeri hesaplamak için, ATP'nin bozulmasıyla oluşan ürünlerin (IMP, ADP, AMP, Ino, Hx vb.) miktarı ölçülür. K-değeri, ATP'nin son ürünleri olan inosin (Ino) ve hipoksantin (Hx) ile başlangıçtaki ATP, ADP, AMP ve IMP arasındaki oranın hesaplanmasıyla elde edilir (Gökoğlu, 2002; Prabhakar vd., 2020).

K-değeri şu şekilde hesaplanır:

$$K - \text{değeri (\%)} = \frac{\text{Ino} + \text{Hx}}{\text{ATP} + \text{ADP} + \text{AMP} + \text{IMP} + \text{Ino} + \text{Hx}} \times 100$$

K-değeri, balıkların tazelik düzeylerini değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan bir parametredir. Balıklar yakalandığı anda K-değeri genellikle %10'un altındadır. K değeri %20'ye ulaştığında, balığın tazelik sınırına yaklaşmış olduğu kabul edilir ve bu, balığın bozulma sürecinin başladığının bir göstergesidir. Eğer K-değeri %60 veya daha yüksek bir seviyeye çıkarsa, bu, balığın bozulduğunu ve artık tüketilmeye uygun olmadığını belirtir. Bu seviyeden sonra balıkta belirgin tat ve koku değişimleri meydana gelir. (Gökoğlu, 2002):

Ki-değeri, ATP'nin bozulması sırasında oluşan ikincil ürünlerin oranını ölçen bir biyokimyasal göstergedir. Bu gösterge, sadece **IMP**, **Ino**, ve **Hx** bileşiklerini dikkate alır. Ki-değeri, **Ino** ve **Hx**'in, bozulma sürecinde önemli olan IMP ile ilişkisini gösterir. **Ki-değeri** şu şekilde hesaplanır:

$$Ki - \text{değeri (\%)} = \frac{\text{Ino} + \text{Hx}}{\text{IMP} + \text{Ino} + \text{Hx}} \times 100$$

Bu biyokimyasal indekslerin avantajı, balıkların lezzetiyle doğrudan ilişkilendirilmeleridir. Ancak, bu değerlerin başlıca dezavantajları, örneğin ölçümlerinin balıkların yok edilmesini gerektirmesi ve balık türüne göre

değişiklik göstermesidir. Dolayısıyla, bu göstergelerin kullanılabilirliği, incelenen balık türüne ve saklama koşullarına bağlı olarak farklılık gösterir (Garcia vd., 2022).

Mikrobiyolojik Yöntemler

Balıkların bozulmasının başlıca nedenlerinden biri bakterilerdir. Yeni yakalanan balıkların mikroflora bileşimi, yaşadıkları suyun mikrobiyal içeriğine bağlı olarak şekillenir. Bu mikroorganizmalar, balığın deri, solungaç ve sindirim sistemi gibi yüzeylerinde bulunabilir. Balık canlıyken, doğal savunma mekanizmaları sayesinde bakteriler kas dokusuna nüfuz edemez ve bu nedenle kas dokusu steril kalır. Ancak balık öldükten sonra bakteriler yüzeyde serbestçe çoğalmaya başlar ve kas dokusuna nüfuz eder. Bu süreç, bozulmayı hızlandırır ve balığın kalitesini olumsuz yönde etkiler (Ghaly vd., 2010; Hisar vd., 2004).

Balık etinin mikroorganizmalarla kontaminasyonu, ölüm anından hemen sonra gerçekleşir. Bu süreçte balık etindeki düşük moleküler ağırlıklı azotlu bileşiklerin (protein dışı azot, NPN) yüksek içeriği ve düşük asidite ($\text{pH} > 6$) bozulma bakterilerinin çoğalmasını teşvik eder. Bakteri sayısı arttıkça metabolik yan ürünler üretilir ve bu yan ürünlerin birikimi, organoleptik redde yol açar. Tüm bu mekanizmalar neredeyse aynı anda ilerler. Ancak mikrobiyal bozulma taze ve hafif korunmuş balıkların kalitesinin belirgin bir şekilde bozulmasını etkileyen en önemli mekanizmadır (Gram ve Huss, 1996).

Toplam bakteri sayısı gıdalarda mikrobiyolojik kalitenin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan bir indikatördür. Balık etindeki toplam bakteri sayısı ile tazelik arasında önemli bir ilişki vardır; birim ağırlıktaki bakteri sayısı arttıkça balık etinin tazeliği azalır. Genellikle bütün ve fileto halinde kesilmiş balıklar için toplam bakteri sayısının (TVC) 10^2 - 10^6 CFU/g arasında olması normal kabul edilmektedir (Çetinkaya vd., 2014, 2007).

Balığın yakalandığı andaki yerel bakteriyel florasının toplam sayısını değerlendirmek ve H_2S üreten bakterileri ölçmek, balığın farklı depolama aşamaları veya saatleri boyunca mikrobiyolojik kalitesinin net bir değerlendirmesini sağlar. Bu bağlamda, 1 gram balık etindeki bakteri sayısının 100.000'den az olması durumunda et, yenilebilir olarak nitelendirilirken; 100.000'den fazla olması, kokuşmuş olarak değerlendirilmektedir. Dolayısıyla, bu durumda tüketiminin sakıncalı olacağı bildirilmiştir (Çetinkaya vd., 2014; Sabu ve Sasidharan, 2020).

5. Sonuç

Balık av aletleri balıkların kalitesini etkileyen önemli bir faktördür. Her bir av aracı balığın fiziksel durumu, stres seviyesi ve tazeliği üzerinde farklı etkiler yaratır. Balıkçılık uygulamalarında kaliteyi artırmak için av aletlerinin seçimi ve

kullanımı konusunda dikkatli olunmalı, balıkların zarar görmesini önleyici yöntemler tercih edilmelidir. Ayrıca, sürdürülebilir balıkçılık uygulamaları hem ekosistemlerin korunması hem de balık kalitesinin artırılması açısından hayati öneme sahiptir. Bu nedenle, balıkçılar avladıkları türlerin özelliklerini ve av aletlerinin etkilerini göz önünde bulundurarak en iyi uygulamaları benimsemelidir.

Kaynaklar

- APHA (1976). Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods (Speck, M.L., Ed.) p.701, American Public Health Association, Washington.
- Abeyrathne, E. D. N. S., Nam, K., & Ahn, D. U. (2021). Analytical methods for lipid oxidation and antioxidant capacity in food systems. *Antioxidants*, 10(10), 1587.
- Alasalvar, C., Garthwaite, T., Öksüz, A., 2002. Practical evaluation of fish quality, In: C. Alasalvar , T. Taylor (Eds.) Seafood Quality, technology and nutraceutical applications, pp. 17-31. Springer, Berlin, Heidelberg
- Amlacher, E. (1961). Rigor Mortis in Fish. In G. Borgstrom (Ed.), Fish As Food (pp. 385-409): Academic Press.
- Bonnell, A. D., & Thota, H. (1994). Quality assurance in seafood processing: A Practical Guide. *Trends in Food Science and Technology*, 5(10), 338.
- Borderías, A. J., & Sánchez-Alonso, I. (2011). First processing steps and the quality of wild and farmed fish. *Journal of food science*, 76(1), R1-R5.
- Botta, J. R. (1996). *Evaluation of seafood freshness quality*. John Wiley & Sons.
- Botta, J. R., Bonnell, G., and Squires, B. E. 1987a. Effect of method of catching and time of season on sensory quality of fresh raw Atlantic cod (*Gadus Morhua*). *Journal of Food Science*, 52:928.
- Botta, J. R., Kennedy, K., and Squires, B. E. 1987b. Effect of method of catching and time of season on the composition of Atlantic cod (*Gadus Morhua*). *Journal of Food Science*, 52:922.
- Cardoso, P. G., Gonçalves, O., Carvalho, M. F., Ozório, R., & Vaz-Pires, P. (2021). Seasonal evaluation of freshness profile of commercially important fish species. *Foods*, 10(7), 1567.
- Cheng, J. H., Sun, D. W., Zeng, X. A., & Liu, D. (2015). Recent advances in methods and techniques for freshness quality determination and evaluation of fish and fish fillets: A review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 55(7), 1012-1225.
- Çelikkale, M.S., Düzgüneş, E., Candeğer, A.F. (1993). Av Araçları ve Avlama Teknolojisi, K.T.Ü. Basımevi, 541 s., Trabzon.
- Çetinkaya, S., Bilgin, Ş., & Ertan, Ö. O. (2014). Su ürünlerinde tazelik ve kalite belirlemede klasik yöntemler. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 31(2), 105-111.
- Etienne, M. (2005). Volatile amines as criteria for chemical quality assessment. Seafoodplus Traceability. Ref. Seafoodplus - traceability - project 6.3 - valid-methods for chemical quality assessment. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00000/6486/>

- Eyo, J. E. and Akpati, C. I. (1995). Fishing gears and Methods. Pages 143 – 159. In: Ezenwaji, H.M.G., Inyang, N.M. and Orji, E. C. (Eds.). Proceedings of the UNDP-Sponsored Training Workshop on Artisanal Fisheries Development. Held at University of Nigeria, Nsukka, October 29 – November 12, 1995.
- FAO (2022). The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation. Rome, FAO.
- Gabriel, O., Lange, K., Dahm, E., & Wendt, T. (Eds.). (2008). *Von Brandt's fish catching methods of the world*. John Wiley & Sons.
- García, M. R., Ferez-Rubio, J. A., & Vilas, C. (2022). Assessment and prediction of fish freshness using mathematical modelling: a review. *Foods*, 11(15), 2312.
- Ghaly, A. E., Dave, D., Budge, S., & Brooks, M. S. (2010). Fish spoilage mechanisms and preservation techniques. *American journal of applied sciences*, 7(7), 859.
- Gökoğlu, (2002). *Su Ürünleri İşleme Teknolojisi*. Su Vakfı Yayınlar, İstanbul
- Gökoğlu, N., & Yerlikaya, P. (2015). *Seafood chilling, refrigeration and freezing: science and technology*. John Wiley & Sons.
- Gram, L., & Huss, H. H. (1996). Microbiological spoilage of fish and fish products. *International journal of food microbiology*, 33(1), 121-137.
- Hassoun, A., & Karoui, R. (2017). Quality evaluation of fish and other seafood by traditional and nondestructive instrumental methods: Advantages and limitations. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(9), 1976-1998.
- He, P., Chopin, F., Suuronen, P., Ferro, R. S., & Lansley, J. (2021). Classification and illustrated definition of fishing gears. *FAO Fisheries and Aquaculture technical paper*, (672), I-94.
- Hisar, Ş.A., Hisar, O., Yanık, T. (2004). Balıklarda Mikrobiyolojik, Enzimatik ve Kimyasal Bozulmalar. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg. 35 (3-4), 261-265,
- Huss, H.H. (1995). Quality and quality changes in fresh fish. FAO Fisheries Technical Paper, No. 348, FAO, Rome.
- Kobayashi, M., Takatori, T., Nakajima, M., Saka, K., Iwase, H., Nagao, M., ... & Matsuda, Y. (1999). Does the sequence of onset of rigor mortis depend on the proportion of muscle fibre types and on intra-muscular glycogen content?. *International journal of legal medicine*, 112, 167-171.
- Kock, T. J., Ferguson, J. W., Keefer, M. L., & Schreck, C. B. (2021). Review of trap-and-haul for managing Pacific salmonids (*Oncorhynchus* spp.) in impounded river systems. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 31(1), 53-94.

- Lerfall, J., Roth, B., Skare, E. F., Henriksen, A., Betten, T., Dziatkowiak-Stefaniak, M. A., & Rotabakk, B. T. (2015). Pre-mortem stress and the subsequent effect on flesh quality of pre-rigor filleted Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) during ice storage. *Food Chemistry*, *175*, 157-165.
- Matos, E., Gonçalves, A., Nunes, M. L., Dinis, M. T., & Dias, J. (2010). Effect of harvesting stress and slaughter conditions on selected flesh quality criteria of gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*, *305*(1-4), 66-72.
- Mengi, T. (1977). *Balıkçılık Tekniği*, Met/Er Matbaası, 286 pp., İstanbul.
- Nielsen, J., Hyldig, G., & Larsen, E. (2002). 'Eating Quality' of fish—A review. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, *11*(3-4), 125-141.
- Oehenschlager, J. (2014). Seafood quality assessment. In: I. S Boziaris (Ed.), *Seafood Processing: Technology, Quality and Safety*, pp. 361–386. Wiley-Blackwell
- Olsen, S. H., Tobiassen, T., Akse, L., Evensen, T. H., & Midling, K. Ø. (2013). Capture induced stress and live storage of Atlantic cod (*Gadus morhua*) caught by trawl: consequences for the flesh quality. *Fisheries research*, *147*, 446-453.
- Ozogul, Y., (2009). Methods for freshness quality and deterioration, In: L.M.L. Nollet, F. Toldra (Eds.), *Handbook of seafood and seafood products analysis*, pp.189-214. Taylor & Francis Group, CRC Press, New York.
- Portz, D. E., Woodley, C. M., & Cech, J. J. (2006). Stress-associated impacts of short-term holding on fishes. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, *16*, 125-170.
- Pottinger, T.G. (2008) The stress response in fish: mechanisms, effects and measurement. In: Branson E (ed) *Fish welfare*. Blackwell, Oxford, pp 32–48
- Prabhakar, P. K., Vatsa, S., Srivastav, P. P., & Pathak, S. S. (2020). A comprehensive review on freshness of fish and assessment: Analytical methods and recent innovations. *Food research international*, *133*, 109157.
- Sabu, S., & Sasidharan, A. (2020). Impact of fishing on freshness and quality of seafood: A review. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, *8*(2), 193-198.
- Slack-Smith RJ. 2001. *Fishing with traps and pots*. FAO Training Series 26. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Tacon, A. G., & Metian, M. (2013). Fish matters: importance of aquatic foods in human nutrition and global food supply. *Reviews in Fisheries Science*, *21*(1), 22-38.

- Tavares, J., Martins, A., Fidalgo, L. G., Lima, V., Amaral, R. A., Pinto, C. A., ... & Saraiva, J. A. (2021). Fresh fish degradation and advances in preservation using physical emerging technologies. *Foods*, *10*(4), 780.
- Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N., & Gün, H. (1993). *Su ürünlerinde kalite kontrol ilke ve yöntemleri*. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No:17, Ayrıntı Matbaası, Ankara.
- Verbeke, W., Vermeir, I., & Brunsø, K. (2007). Consumer evaluation of fish quality as basis for fish market segmentation. *Food quality and preference*, *18*(4), 651-661.
- Wu, L., Pu, H., & Sun, D. W. (2019). Novel techniques for evaluating freshness quality attributes of fish: A review of recent developments. *Trends in food science & technology*, *83*, 259-273.
- Zhang, T., Zhang, L., Yin, T., You, J., Liu, R., Huang, Q., ... & Ma, H. (2023). Recent understanding of stress response on muscle quality of fish: From the perspective of industrial chain. *Trends in Food Science & Technology*, *140*, 104145.

16. Bölüm

Sosyal Kooperatifçilik ve Ticaret Odasına Üye Tarım ve Gıda İşletmelerinin Sosyal Kooperatif Faaliyetleri Kapsamında Dezavantajlı Bireylerle Çalışma İstekleri: Beypazarı İlçesi Örneği

Muradiye BERBEROĞLU^{1*}
Bengü EVEREST²

¹ Ziraat Yüksek Mühendisi, Ankara ANFA Altınpark İşl. Ltd. Şti, Altındağ/ANKARA

*Sorumlu yazar: mrdykrts@gmail.com ORCID: 0009-0003-1486-0220

²Doç. Dr., Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Çanakkale/Türkiye ORCID: 0000-003-4301-9337

Giriş

Kooperatifler, gönüllü bireylerin ortak paydada bir araya gelerek temel ihtiyaçları karşılamaya yönelik çalışmalar yapan işletmelerdir. Kooperatiflerin toplum kalkınmasına, küçük işletmelerin gelirlerinin artmasına, istihdamın artmasına yönelik katkı sağlamaları beklenmektedir. Başarılı bir kooperatif toplumun kalkınmasına hizmet ederken, üretim ve pazarlama sürecinde katkıda bulunmalıdır (Everest vd. 2019).

Bir kooperatif türü olan sosyal kooperatif kavramı dünyada ilk kez İtalya'da 1963 yılında ortaya çıkmıştır. Bu kavramın amacı kooperatif bünyesinde dayanışmayı ve girişimciliği tek bünyede toplamaktır. Sosyal kooperatifler İtalya'da ilk kez 1991 yılının kasım ayında 381/91 sayılı yasanın yürürlüğe girmesi ile resmiyete kavuşmuştur (Mert Korkmaz, 2017). Sosyal kooperatifler "A" ve "B" olmak üzere iki tiptir. Kamu yararına kurulanlar A tipi, dezavantajlı bireylere istihdam oluşturmak hedefiyle kurulanlar B tipi olarak geçmektedir.

Sosyal kooperatiflerde hedef kamu yararı iken kooperatiflerde hedef sosyal amaçtır. Kooperatiflerde ortaklık sınırlı iken sosyal kooperatifler paydaşlarının farklı türlerden oluşmasına olanak sağlar. Kooperatiflerin ve sosyal kooperatiflerin ortak özelliği ise devlet dışı aktörler olmaları ve bağımsız olmalarıdır. Sosyal kooperatifler ile kooperatiflerin kuruluş bakımından bir farklılığı yoktur. Sosyal kooperatifçilikte kurumsal sosyal sorumluluğun resmi araçlarının benimsenmesi ve çok paydaş sahipliğinin uygulanması, ortak sosyal ağ, güven ve ilişkisel beceriler açısından olumludur (Antoni ve Portale, 2011).

Sosyal kooperatifler, toplumun sürdürülebilir kalkınması ve sosyal adaletin sağlanması için önemli bir araçtır. Sosyal kooperatifler, ortaklarına demokratik bir yapı sunar ve karar alma süreçlerine katılımı teşvik eder. Ayrıca, yerel ekonomiyi destekleyerek, istihdam yaratma ve yerel kaynakların kullanımını artırma gücüne sahiptir. Kooperatifçilik konusundaki eğitimler oldukça önemlidir. Bu eğitimlerin temel amacı, halkın ekonomik ve toplumsal sorunlarının bilincinde olması sebebiyle kooperatiften yararlanmaya yönlendirilmesi, kooperatifin kurularak geliştirilmesi, işletilmesi için bilgi ve davranışlarında değişimlerin oluşturulmasıdır (Geray, 2014). Kooperatifçilik konusunda yapılan çalışmaların incelenmesi sonucunda kooperatiflerin yeterli derecede başarılı olamaması problem olarak görülmektedir. Yapılan çalışmalar kooperatifçilik bilincinin geliştirilmesinin önemini ortaya koymaktadır (Everest vd., 2018).

Kooperatiflerin bilinirliğinin artması ve sürdürülebilirliği için topluma ve kamuya katkısı olması gerekmektedir. Kooperatifler, toplumsal faydalar sağlayarak, çevresel ve sosyal sorunları ele alıp sürdürülebilir kalkınma

hedeflerinin gerçekleştirilmesine katkıda bulunurlar. Kooperatifler sosyal yaşamdan soyutlanan dezavantajlı bireylerin topluma kazandırılmasında da önemli rol oynamaktadır. Dezavantajlı birey, diğer bireylere göre avantajları kısıtlı olan bireyleri temsil etmektedir. Dezavantajlı bireylere depremzedeler, göçmenler, eski hükümlüler, fiziksel veya zihinsel engelliler vb. kişiler örnek olarak verilebilir (Akgöz ve Ercan, 2012). İşgücüne daha önce katılmamış ev hanımları evden dışarıya çıkartabilmek ve maddi, manevi kazanımlarını elde edebilme imkanının sağlanması kooperatif açısından önemli bir rol oynadığı anlaşılmaktadır (Taş ve Kazar, 2019). Sosyal kooperatif kavramı Türkiye’de kendini yeni yeni göstermekte olup gelişmeye devam etmektedir. Sosyal kooperatifleri kurmak için sosyallik seviyesinin minimum olduğu yerleri tercih etmek daha etkili olacaktır. Çünkü farkındalık yaratabilmek için beklenmedik yerde beklenmedik hamleler atılmalıdır (Akgöz ve Ercan, 2012). Kooperatiflerin sosyoekonomik büyüme üzerinde olumlu bir etkisi vardır. Artan gelir, kooperatiflerin gıda güvenliği, tarımsal girdiler, iyileştirilmiş yaşam tarzı gibi çeşitli hizmet, fayda ve ürünler sağlayarak ortaklarını desteklemenin yanı sıra ülkenin ekonomik kalkınmasına önemli katkı sunulduğunu göstermektedir (Gomathy vd., 2022).

Kamu yararına ve dezavantajlı kişileri istihdam sağlamayı amaç edinen sosyal kooperatiflerin hızlı gelişim gösterebilmeleri için sosyal kooperatif adı altında etkinlikler düzenlemeden önce “sosyal kooperatif” kavramının tam anlamıyla mevzuatta yer edinmesi gerekmektedir. Kamu politikası aktörlerinin sosyal işletme modellerini yasallaştırma konusundaki tartışmalara katılımı da sınırlıdır. İşletmelerin iş geliştirme için sosyal kooperatif modeli hakkında karışık görüşleri olduğu görülmüştür. Bazıları kooperatif ilkelerini ve kar paylaşımı avantajlarını desteklerken, diğerleri kar amacı gütmeyen kuruluşları veya daha küçük toplulukları tercih etmişlerdir (Civinskas vd., 2023). Sosyal kooperatiflerin gelişiminde ve uygulama alanlarının artmasında yerel yönetimlerin sosyal kooperatiflere yönelik oluşturacağı olumlu bakış açısı ve karşılıklı oluşturulacak iş birliği önem taşımaktadır. Kurulan yeni kooperatiflerin küçük ölçekli olmalarına rağmen sosyal etki yarattıkları ve sürdürülebilirliğe katkıda buldukları gözlemlenmiştir. Bunun sebebi olarak da sosyal kooperatiflerin bağış/hibe alma gibi avantajların bulunmasıyla ilgili olabileceği ifade edilmiştir (Kurtuluş, 2019).

Sosyal kooperatif; tamamen kamu yararına ve dezavantajlı bireylere istihdam sağlamayı amaçlayan kooperatiflerdir (Kılıç, 2021).

Sosyal kooperatifler ile geleneksel ve yeni nesil kooperatifler kıyaslandığında; geleneksel kooperatif ortaklarının sahip oldukları oy hakkı, ortakların günlük iş

yapma zorunluluğu, yönetim kurulunun seçimi ve çalışma biçimi, topluma katkı, kârlılık hedefi gütmeye, finansal kaynak temini, profesyonel yönetime bakış ve yönetim stratejisi belirleme başarısı bakımından geleneksel kooperatiflerle, kooperatife ortak olabilme koşulları, yönetim kurulunun seçimi ve çalışma biçimi, topluma katkı bakımından yeni nesil kooperatiflerle benzerlik gösterildiği ifade edilmektedir (Akçay ve Ünlüöner, 2020). Kurumsal sosyal sorumluluk ile sosyal sermaye arasındaki ampirik ilişki analiz edildiğinde ampirik sonuçlar, hem kurumsal sosyal sorumluluğun resmi araçlarının benimsenmesi hem de çok paydaş sahipliğinin uygulanmasının, ortak sosyal ağ, güven ve ilişki beceriler olarak amaçlanan sosyal sermayenin oluşturulmasıyla olumlu bir şekilde ilişkili olduğunu görülmüştür (Antoni ve Portale, 2011). Sosyal kooperatifler ve sosyal girişimlerin yerel ekonomilerdeki sosyal etkileri incelendiğinde sosyal kooperatiflerin sosyal yeniliklerin en somut ve etkili örneklerinden biri olduğunu görülmüştür (Borzagaa ve arkadaşları, 2014). Gonzales (2010), çalışmasında İtalya'nın iki büyük kooperatif konfederasyonu Lega ve Confcooperative'in, sosyal kooperatiflerin sivil kapasitesini şekillendirmede sahip olduğu etkiyi keşfetmek için İtalyan kooperatif hareketinin daha geniş gelişimi içinde İtalyan sosyal kooperatiflerini incelemiştir. Emek hareketiyle olan tarihsel bağlarını ve devletle olan yakın ilişkisini yansıtan Lega, daha ilerici sosyal refah hedeflerini desteklemek için daha geniş vatandaş çıkarlarını harekete geçirmeye çalışırken hizmet kalitesini artırmak için kamu sektörü ile yakın bir şekilde çalışmaya çalışırken; Confcooperative, sosyal kooperatifleri, devlet karşısında sivil toplum için alanı genişletmek için bir fırsat olarak görme eğilimindedir. İtalyan kooperatif hareketinin iki ana ve ayırt edici konfederasyona ayrılması, kooperatif birliklerinin sosyal kooperatif gelişimini teşvik etme biçiminde önemli bir rol oynamaktadır. Gonzales, geleceğe bakıldığında, araştırmacıların ve işbirlikçilerin özellikle yerel bağlamlarda yer alan sosyal kooperatiflerde neler olup bittiğini şekillendiren belirli mekanizmalara ek olarak bu farklı modellerin birbiriyle nasıl kesiştiğini daha yakından incelenmesinin önemini vurgulamaktadır. Kurtuluş (2019), çalışmasında 2000 yılının başından itibaren Türkiye'de kurulmuş olan kooperatiflerin güncel durumunu ve faaliyetlerini incelemiştir. Bu bağlamda kooperatiflerin işleyiş şekillerini ve ne amaçla kurulduklarını araştırmıştır. Kurulan yeni kooperatiflerin küçük ölçekli olmalarına rağmen sosyal etki yarattıkları ve 8 sürdürülebilirliğe katkıda buldukları gözlemlenmiştir. Bunun sebebi olarak da sosyal kooperatiflerin bağış/hibe alma gibi avantajların bulunmasıyla ilgili olabileceğini ifade etmektedir. Pansera ve Rizzi (2020) ise üç yılı aşkın bir süre boyunca elde ettikleri verilerle yaptıkları çalışmada atık kurtarma ve yeniden kullanım hazırlığına odaklanan İtalyan sosyal işbirliğinin

hızla büyümesiyle ortaya çıkan gerilim ve çelişkileri incelemiştirlerdir. Pansera ve Rizzi bu çalışmalarında insanların hala bir pazar değeri olan ürünlerden bağımsız olarak ürünleri atma eğiliminde olduğunu, yeniden kullanım ve yenileme hazırlıklarındaki profesyonelliği, bu öğelere mümkün olan her durumda ek değer kattığını ve bu da atık yönetim sistemi üzerindeki etkiyi azalttığını ve saygılı iş fırsatları yarattığını, düşük maliyetli ikinci el bayiliklerin yalnızca halihazırda bir miktar pazar potansiyeline sahip olan malların satışını kolaylaştırmak için ödendiğini, bunun hem toplayabilecekleri öğeleri hem de müşteri taleplerini etkileyeceğini ifade etmektedirler. Thomas (2004)'e göre İtalya'da sosyal kooperatifler refah sistemlerinin dönüştürülmesine ve istihdam yaratılması, sosyal uyum, sosyal sermaye yaratılması ve genel olarak üçüncü sektörün büyümesi için yerel kalkınmanın teşvik edilmesine katkı sağlayabileceğini ifade etmektedir. Travaglini (2012) çalışmasında belirli bir tür üçüncü sektör girişiminde olan sosyal sermayenin oluşumunu ve yenilenmesini tartışmaktadır. Çok paydaşlı yönetimin ve üçüncü sektör girişiminin sivil toplumla ilişkilerini sürdürmek için, sosyal kooperatiflerin sosyal teklifler getirebilecek insanları dahil etmek adına sürekli bir çaba göstererek toplumsal katılımı ve diyalogun güçlendirilmesi gerektiği belirtilmektedir. Zurlo ve arkadaşları (2017), yaptıkları çalışmada üçüncü sektördeki organizasyonel değişim için tasarım müdahalelerini değerlendirmek için bir yöntem oluşturmak ve bu yöntemi İtalya'da bir ulusal sosyal kooperatifle devam eden bir tasarım araştırma projesine uygulamayı amaçlamışlardır. Bir yıllık iş birliği sayesinde, araştırma sonuçları sosyal kooperatifin çeşitli organizasyonel seviyelerinde olumlu değişiklikler ve gelişmeler göstermiştir

Görüldüğü üzere sosyal kooperatifçilik dünya genelinde üzerinde çeşitli bilimsel çalışmaların yapıldığı ve uygulamada başarılı örnekleri olan bir kooperatif türüdür. Bu çalışma ile de Türkiye'de bilindiği kadarıyla ilk kez sosyal kooperatif kurulması halinde bu kooperatifin faaliyetleri kapsamında Ticaret Odasına kayıtlı işletmelerin sosyal kooperatif faaliyetlerine verebileceği desteğin ortaya konması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışmada Ticaret Odası'na kayıtlı işletmelerin sosyal kooperatifçilik kapsamında dezavantajlı bireyleri istihdam etme isteklerinin ortaya konması amaçlanmıştır. Bu amaçla araştırmanın ana materyalini Beypazarı Ticaret Odasına kayıtlı işletme yöneticilerinden anket yoluyla elde edilen veriler oluşturmuştur. Beypazarı Ticaret Odasına kayıtlı olan işletmeler sekiz farklı komitede faaliyet göstermektedir. Bu komiteler sırasıyla otomobil ve yedek

parça, ulaştırma-lojistik-akaryakıt, sigorta-finans-aracılık hizmetleri, tarım, gıda-perakende, imalat, dayanıklı tüketim kuyumculuk ve inşaat-yapı malzemeleri komiteleridir. Çalışma kapsamında verilerin toplanmasında tarım, gıda ve perakende ile imalat komitesine üye olan işletmelerle çalışılmıştır. Seçilen bu komite üyesi işletmeler Beypazarı ilçesini temsil eden coğrafi işaretili ürünleri ve el sanatları ürünlerini üretip pazarlayan işletmelerdir. Gayeli olarak seçilen bu komitelere üye işletme sayısı 120 olup tam sayım yöntemiyle çalışılmış ve görüşmeyi kabul eden 102 işletme ile anket çalışması yapılmıştır. Verilerin değerlendirilmesinin sayı ve oran gibi dağılımlar ile temel tanımlayıcı istatistikler kullanılmıştır.

Araştırma Bulguları

Genel Bulgular

Çalışma kapsamında görüşülen işletmecilerin %90,2'si erkeklerden olmaktadır. İşletmecilerin yaş ortalaması 45,71'dir. En genç üye 25 ve en yaşlı üye 65 yaşındadır. İşletmecilerin %14,7'si ilkokul, %42,2'si ortaokul, %32,4'ü lise ve %10,7'si üniversite mezunudur. Görüşülen işletmelerin %79,4'ü 2000 yılından sonra kurulmuştur. İşletmelerin ana faaliyet alanları %70,6 ile tarım (fide, hububat, yağ bitkileri, hayvancılık) ve %29,4'ü gıda (yöresel ürün, şekerleme, unlu mamuller) alanındadır. Görüşülen işletmelerde çalışan ortalama personel sayısı 22 kişidir. İşletmecilerin %54'ü işletmecilik konusunda eğitim almışken %45,1'inin işletmecilik konusunda eğitim almamıştır. İşletmecilik konusunda eğitim almamış işletmecilerin %80,4'ü ilerleyen dönemlerde işletmecilik konusunda eğitim almak istemektedir. İşletmecilerin eğitim almak istediği ilk üç konu "diş ticaret, muhasebe, pazarlama" olup eğitim almak istedikleri en son konular "yönetim sistemleri, insan kaynakları ve proje yazımı"dır.

Sosyal Kooperatifçiliğe İlişkin Bulgular

Çalışma kapsamında işletmecilere öncelikle "sosyal kooperatifçilik" kavramını duyup duymadıkları sorulmuştur. Buna göre işletmecilerin %75,5'inin daha önce sosyal kooperatifçilik kavramını duymadıkları belirlenmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. İşletmecilerin “sosyal kooperatifçilik” kavramını duyma durumları

Kriter	Sayı	Oran (%)
Duyan	25	24,5
Duymayan	77	75,5
Toplam	102	100,0

Çalışmada işletmecilere sosyal kooperatifçilik konusunda eğitim almayı isteme durumları araştırılmıştır. Buna göre işletmelerin %80,4’ü sosyal kooperatifçilik konusunda eğitim almak istemektedir (Tablo 2).

Tablo 2. İşletmecilerin sosyal kooperatifçilik konusunda eğitim alma istekleri

Kriter	Sayı	Oran (%)
İsteyen	82	80,4
İstemeyen	20	19,6
Toplam	102	100,0

Çalışma kapsamında işletmecilere dezavantajlı bireylerin sosyal yaşamda dışlanmalarına ilişkin fikirleri sorulmuştur. Buna göre işletmecilerin %67,7’si dezavantajlı bireylerin sosyal yaşamda dışlandığını ve %7,8’i dışlamadığını belirtmiştir. Katılımcıların %24,5’i ise emin olduğunu ifade etmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Dezavantajlı bireylerin sosyal yaşamda dışlanma durumu

Kriter	Sayı	Oran (%)
Evet	69	67,7
Hayır	8	7,8
Karasız	25	24,5
Toplam	102	100,0

Çalışma kapsamında görüşülen işletmelerde dezavantajlı bireylerin çalışıp çalışmadıkları da ele alınmıştır. Buna göre işletmelerin %54,9’u dezavantajlı bireyleri istihdam etmektedir (Tablo 4).

Tablo 4. İşletmelerde dezavantajlı bireylerin çalışma durumu

Kriter	Sayı	Oran (%)
Evet	56	54,9
Hayır	46	45,1
Toplam	102	100,0

İşletmelere gelecekte dezavantajlı bireyleri çalıştırmayı düşünüp düşünmedikleri de sorulmuştur. Buna göre işletmelerin %91,2'si gelecekte dezavantajlı bireylere iş istihdamı sağlamak istemektedir (Tablo 5).

Tablo 5. İşletmelerin dezavantajlı birey çalıştırma istekleri

Kriter	Sayı	Oran (%)
Evet	93	91,2
Hayır	9	8,8
Toplam	102	100,0

Çalışma kapsamında işletmecilere kurulacak olan olası bir sosya kooperatifin faaliyetlerinde yer almayı düşünüp düşünmedikleri sorulmuştur. Elde edilen bulgulara göre işletmelerin %91,2'si sosyal kooperatiflerde görev alabileceğini ifade etmiştir (Tablo 6).

Tablo 6. İşletmelerin Sosyal Kooperatiflerde Görev alma İstekleri

Kriter	Sayı	Oran (%)
Evet	93	91,2
Hayır	9	8,8
Toplam	102	100,0

Sonuç ve Öneriler

Beypazarı Ticaret Odası'na kayıtlı işletmelerin bölgede kurulabilecek olası bir sosyal kooperatif için dezavantajlı bireyler ile çalışmayı kabul etmeleri üzerine yapılan bu çalışmadan aşağıdaki çıkarımlar ve öneriler elde edilmiştir.

Çalışma kapsamındaki işletmeciler orta yaş seviyesinde, genelde ortaokul mezunu olup büyük çoğunluğu erkeklerden oluşmaktadır. İşletmelerin çoğunluğu 2000 yılından sonra kurulmuştur ve ana faaliyet alanı tarımdır.

İşletmeciler sosyal kooperatifçilik kavramı çok fazla bilinmemektedir. Ankete katılan işletmecilere sosyal kooperatifçilik tanımı anlatıldıktan sonra işletmecilerin dezavantajlı bireylere istihdam sağlama isteklerinin arttığı, sosyal faydayı önemseyerek kendi işletmelerini sosyal kooperatifler ışığında faaliyete geçireceklerini düşündükleri görülmüştür. İşletmelerin büyük bir çoğunluğu sosyal kooperatifçilik konusunda eğitim almak istemektedir. Sosyal kooperatifçiliğin bilinirliğinin artması ve dezavantajlı bireyleri hayata kazandırmak için bölgede yapılaak farkındalık çalışmaları önemli görülmektedir.

Bazı işletmeciler dezavantajlı bireylerin sosyal yaşamdan dışlandığını düşünmelerine rağmen bu bireylerin istihdamı konusunda olumlu görüş bildirmemişlerdir. Bunun nedeni olarak ise dezavantajlı bireylerin sorumluluğunun fazla olduğunu düşündükleri için bireylere yetemeyeceklerini düşünmeleridir. Bu durumda sosyal kooperatiflerin devreye girerek dezavantajlı bireylerin tüm sorumluluklarının işletmede olmasının önüne geçilebilir.

İşletmecilerin çoğunluğu sosyal kooperatif faaliyetlerinin paydaşı olmak istemektedir. Beypazarı'nda bir sosyal kooperatif kurulması durumunda işletmecilerin istek ve merakları ile kurulan kooperatifin kısa sürede etkin bir şekilde faaliyete geçebileceği düşünülmektedir.

Not: Bu çalışma ikinci yazarın danışmanlığında birinci yazar tarafından hazırlanan yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

KAYNAKLAR

- Akçay, V. H. ve Ünlüönen, M. B. (2020). "Türkiye’de Yeni Nesil Kooperatif Olarak Nitelendirilen Sosyal Kooperatiflerin Geleneksel Ve Yeni Nesil Kooperatiflerle Kıyaslaması Ve Swot Analizi". *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*. 55:4, 2684-2703.
- Akgöz, S. S. ve Ercan, E. (2012). "Sosyal Kooperatifçilik ve Ülkemizdeki Yeri". *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi*. 47:1, 31,43.
- Antoni, G. D. and Portale, E. (2011). "The Effect Of Corporate Social Responsibility On Social Capital Creation In Social Cooperatives". *Sage Journals*. 40:3.
- Borzaga, C., Bodini, R., Carini, C., Depedri, S., Galera, G. and Salvatori, G. (2014). Europe İn Transition: The Role Of Social Cooperatives And Social Enterprises. *Working Paper Series*. 69:14, 2281-8235.
- Civinskas, R., Stasys, R. and Pancerovienė, A. (2023). "Social Cooperative Model Choices İn The Socially Unsustainable Environment: Evidence From Lithuania". *Sustainability*. 15:15, 11566.
- Everest, B., Niyaz, Ö.C., Tan, S. ve Yercan, M. (2018). "Tüketicilerin Kooperatif Markalı Ürünleri Tercihinin İncelenmesi: Çanakkale İli Örneği". *Türk Tarım Ve Doğa Bilimleri Dergisi*. 5:4, 516-522.
- Everest, B., Yavaş, A., Tatar, E., Acar, İ. ve Çakar, F. (2019). "Çiftçilerin Kooperatifçilik Eğitimi Alma İsteğini Etkileyen Faktörler: Çanakkale İli Örneği". *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*. 34:1, 40-46.
- Geray, C. (2014). "Kooperatifçilik". B. Duru (ed). (s.42). Nika Yayınevi: Ankara
- Gomathy, C.K., Kumar, S., Kumar, M. and Mohith, V. (2022). "Social and Economic Benefits of Workers in Industrial Cooperative". *International Journal Of Scientific Research In Engineering And Management*. 06:03.
- Gonzales, V. (2010). "Italian Social Cooperatives and The Development of Civic Capacity: A Case of Cooperative Renewal?". *Radical Theory, Culture, And Action*.
- Kılıç, E. (2021). *Peki Nedir Bu Sosyal Kooperatifçilik?* Sivil Toplum Geliştirme Merkezi: <https://www.stgm.org.tr/blog/peki-nedir-bu-sosyal-kooperatifcilik>. (Erişim Tarihi: 30.05.2023)
- Kurtuluş, G. (2019). Türkiye’de Yeni Kooperatifçilik Hareketinin Sosyal Ve Dayanışma Ekonomisi Kapsamında İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Muğla.

- Mert Korkmaz, R. G. (2017). *Sosyal Kooperatifler*. Sosyal Kooperatif: [https://www.SosyalKooperatif.Com/Sosyal-Kooperatif](https://www.sosyal Kooperatif.Com/Sosyal-Kooperatif). (Erişim Tarihi: 05.01.2024)
- Pansera, M. and Rizzi, F. (2020). "Furbish Or Perish: Italian Social Cooperatives At A Crossroads". *Sage Journals*. 27:1, 17-35.
- Taş, H. Y. ve Kazar, E. N. (2019). "Sosyal Kooperatifçiliğin Kadın Yoksulluğuna Etkisi: Bahçelievler Kadın Kültür, Çevre Ve İşletme Kooperatifi Üzerine Bir Araştırma". *Sosyal Bilimlerde Yeni Araştırmalar*. 289-294.
- Thomas, A. (2004). "The Rise Of Social Cooperatives İn Italy". *International Journal Of Voluntary And Nonprofit Organizations*. 15:3, 243-263.
- Travaglini, C. (2012). "The Generation And Re-Generation Of Social Capital And Enterprises İn Multi-Stakeholders Social Cooperative Enterprises A System Dynamic Approach". *Via Capodilucca*. 47:3, 436-445.
- Zurlo, F., Vignati, A., Fois, L., Melazzini, M. and Pei, X. (2017). "Making Visible: Valuating The Impacts Of Design Intervention For Social Cooperative". *The Design Journal*. 20:1, 978-1.

17. Bölüm

Yaprakları Yenen Bazı Minör Sebzelerdeki Fungal Hastalıklara Karşı Biyolojik Mücadele Olanakları

Nuray ÖZER¹
Ömer Ümit OKÇU²

¹ Prof. Dr. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Tekirdağ. ORCHID: 0000-0001-6876-7580

² Araş. Gör. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Tekirdağ. ORCHID: 0000-0002-4809-4398

Giriş

Dereotu (*Anethum graveolans* L., Apiaceae), maydanoz [*Petroselinum crispum* (Mill.) Fuss, Apiaceae], nane (*Mentha piperita* L. Lamiaceae), roka (*Eruca sativa* Mill., Brassicaceae) ve tere (*Lepidium sativum* L., Brassicaceae) yaprakları yenilen önemli minör sebzeler arasında yer almaktadır. Ülke genelinde bu sebzelerin 147.396 dekar alanda 218.272 ton üretimi yapılmaktadır (TUIK, 2023). Dereotu (9.322 ton) ve maydanoz (82.151 ton) üretiminde Hatay ili, nane üretiminde Gaziantep ili (19.864 ton), roka (30.110 ton) ve tere (3.910 ton) üretiminde ise Eskişehir ili ilk sırada yer almaktadır. Sözü edilen sebzelerin tümü insan sağlığına yararlı yönleri ile bilinir. Dereotu içerdiği fenolik maddeler, flavonoidler, uçucu yağlar, tanen, reçine, keton ve karbon gibi bileşikler sayesinde gaz giderici, spazm çözücü, idrar söktürücü gibi özelliklere sahiptir (Hornok, 1992; Delaquis ve ark., 2002; Sharma, 2004; Nadiroğlu ve Behçet, 2018). Maydanoz polifenoller ve uçucu yağ bileşikleri açısından oldukça zengin bir bileşime sahiptir (Mahmood ve ark., 2014). Sağlık açısından idrar yolu enfeksiyonları ve rahatsızlıklarına (Şavikin ve ark., 2013), cilt ve mide-bağırsak yolu enfeksiyonlarına, böbrek ağrısına (Fatima-Zahra ve ark., 2017), böbrek fonksiyon bozukluklarına (Noureddine ve ark., 2022), kalp damar rahatsızlıklarına, hipertansiyona, alerjiye (Kachmar ve ark., 2021), cilt sorunlarına (Papp ve ark., 2022) karşı iyi geldiği bildirilmektedir. Çeşitli çalışmalar neticesinde nanenin içeriğinde fenoller, flavonoidler, terpenler, kinonler ve polisakkaritleri içerdiği ortaya konmuştur (Hadi ve ark., 2017; Bouyahya ve ark., 2020). Yapısında bulunan bu kimyasallar gıda, içecek ve ilaç endüstrilerinde kullanılmaktadır (Salehi ve ark., 2018; Zaman ve ark., 2022; Tafrihi ve ark., 2021). Baharat olarak kullanımının yanı sıra bitki çayı olarak da değerlendirilmekte, bitkinin farklı bölümleri geleneksel ve endüstriyel ilaçların içeriğinde yer almaktadır (Mikaili ve ark., 2013; Asghar ve ark., 2022). Nane kusma, bulantı obezite ve gastrointestinal hastalıkların tedavisinde kullanılmasına ilaveten antikarsinojenik, ağrı kesici, antifungal, antibakteriyel ve antidiyabetik etkileri nedeniyle tıbbi ve ekonomik açıdan oldukça önemli bir üründür (Salehi ve ark., 2018; Caro ve ark., 2018; Eftekhari ve ark., 2021). Kuersetin, kaempferol ve isorhamnetin glikozitleri gibi flavanoidleri içeren roka bitkisinin (Avato ve Argentieri, 2015) faydalı kardiyovasküler etkilere sahip olduğunu ileri sürmektedir (Alarcón ve ark., 2014). Potasyum, fosfor olmak üzere kalsiyum, magnezyum ve demir mineralleri açısından zengin (Zia-Ul-Haq ve ark., 2012) olan tere bitkisinin içeriğinde aynı zamanda gallik asit, protokatekuik asit, kumarik asit, kafeik asit, kaempferol glukuronid gibi biyoaktif bileşikler bulunmaktadır. Söz konusu biyoaktif bileşikler ise anti-

karsinojenik, anti-inflamatuar, antihipertansif ve antioksidan özelliklere sahiptir (Morya ve ark., 2022).

İnsan sağlığı açısından önemli olan ve yaprakları direkt olarak kullanılan bu bitkilerde meydana gelen fungal hastalıklara karşı fungisit kullanımı söz konusudur. Fungisitlerin insan sağlığına ve çevreye olan zararlı etkilerini azaltmak amacıyla dünyada bu sebzelerde görülen fungal hastalıklara karşı doğa dostu biyolojik ajanların kullanılma olasılığı araştırılmıştır. Bu amaçla yapılan biyolojik kontrol çalışmalarında genellikle *Fusarium* spp. (tere, nane ve roka), *Pythium ultimum* Trow (tere), *Rhizoctonia solani* Kühn (roka, tere, nane), *Sclerotinia minör* Jagger (tere) ve *Verticillium* sp. (nane) tarafından oluşturulan solgunluk, kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalıkları dikkate alınmıştır. Solgunluk, kök ve kök boğazı çürüklüğüne neden olan *Fusarium* spp., *P. ultimum* Trow, *R. solani*, *S. minör* ve *Verticillium* sp. toprak kökenli patojenlerdir, bitkilerde çıkış öncesi ölüme, solgunluğa, köklerde ve kök boğazında çürümeye neden olarak ta çıkış sonrası ölüme neden olmaktadırlar (Şekil 1A). Toprak üstü kısımlarda hastalık meydana getiren fungal hastalık etmenlerin kontrolünde de benzer şekilde biyolojik mücadele kullanılmıştır. Bu etmenler arasında maydanoz ve dereotunda külleme hastalığına neden olan *Erysiphe heraclei* DC. Ex Saint-Aman, tere ve nanede yaprak lekesine neden olan *Alternaria alternata* [Fr.] Keissler, nanede yaprak lekesine neden olan *Curvularia lunata* (Wakker) Boedijn ve maydanozda yaprak lekesine neden olan *Septoria petroselini* Desm. ve *Alternaria radicina* Meier, Drechsler et Eddy yer almaktadır. Bu etmenlerden *E. heraclei* enfeksiyonu sonucunda yapraklar üzerinde un serpilmiş gibi bir görüntü oluşmaktadır (Şekil 1B). *Alternaria* spp., yapraklar üzerinde içi içe geçmiş halkalar şeklinde lekeler meydana getirmektedir (Şekil 1C). *C. lunata* yapraklarda yanıklığa neden olmaktadır. *S. petroselini* ise (Şekil 1D) yapraklarda kenarları koyu ortası açık renkli lekeler oluşturmakta ve bu lekelerin ortasından etmenin üreme organlarından oluşan küçük siyah noktalar dikkati çekmektedir. Söz konusu hastalık etmenlerinden ülkemizde maydanozda *S. petroselini*, *F. oxysporum*, *R. solani*'nin (Kurt, 2003; Canpolat ve Tülek, 2019), dereotunda *E. heraclei*'nin (Soylu ve Soylu, 2003), maydanozda *Alternaria* yaprak lekesinin (Günaçtı, 2023) varlığı bilinmektedir. Tüm bu hastalıkların bitkilerde oluşturduğu ürün azalışını önlemek amacıyla fungisitlere alternatif olabilecek yararlı mikroorganizmaların kullanımı ile elde edilen sonuçların aynı alanda çalışan araştırmacılara yararlı olması açısından, bu derleme çalışmasında dünyada günümüze değin yaprağı yenen minör sebzelerde görülen fungal hastalıklara karşı yapılan biyolojik mücadele denemeleri incelenmiştir. Yapılan inceleme sonucunda 1992 yılından bu yana farklı ülkelerde söz konusu hastalık

etmenlerine karşı biyolojik mücadele çalışmaları yapıldığı, bazı çalışmaların sadece *in vitro* koşullarda bazılarının ise hem *in vitro* hem de sera ya da tarla koşullarında gerçekleştiği görülmüştür. Bu bağlamda bu derlemede en etkili bulunan antagonistler dikkate alınmış kısa süreli (*in vitro*) testlerin sonuçları tablo halinde verilmiş, sera ve tarla koşullarında yapılan çalışmalar ise detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Veri tabanları olarak Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi kütüphanesinde yer alan CABI, EBSCOHOST, Proquest, Science Direct, Scopus, Springer, PubMed, Google Scholar, Scopus, Taylor and Francis, Web of Science, Wiley kullanılmıştır.



Şekil 1. Yaprakları yenilen sebzelerde bazı fungal hastalıklar. A: Terede *Rhizoctonia solani*'nin oluşturduğu kök çürüklüğü (Pane ve ark. 2022), B: Maydanozda küllenme (Marthe ve ark., 2013), C: Maydanozda *Septoria petroselini* tarafından oluşturulan yaprak lekesi (Anonim, 2024), D: Maydanozda *Alternaria radicina*'nın oluşturduğu yaprak lekesi (Marthe, 2020)

Nanede Kök ve Kök Boğazı Çürüklüğü Hastalığına Karşı Biyolojik Mücadele Çalışmaları

Morsy ve El-Said (2015), nane bitkisinde kök çürüklüğüne neden olan *R. solani*'ye karşı iki antagonist bakterinin (*Bacillus subtilis* ve *Pseudomonas fluorescens*) *in vitro* koşullarda etkinliğini belirledikten sonra (Tablo 1), bu antagonistleri tek başına ve kombinasyon halinde saksı toprağına uygulayarak kök çürüklüğü oranına, canlılık oranına, bitki gelişim parametrelerine ve uçucu yağ oluşumuna etkilerini 2 yıl süre ile değerlendirmişlerdir. Çalışmada patojen mısır unu-kum ortamında geliştirilmiş ve saksı toprağına %50 oranında ilave

edilerek 1 hafta inokulasyona bırakılmıştır. Antagonistler ise içinde fidelerin bulunduğu patojenle bulaşık toprağa süspansiyon halinde (1×10^7 cfu/m) verilmiştir. (10 ml/30 cm çapındaki saksı) verilmiştir. Araştırmacılar ilk ve ikinci yıl denemelerinde her iki antagonistin birlikte uygulanması halinde enfeksiyonun en yüksek oranda azaldığını (1. ve 2. yıl için sırasıyla %78.8, %82.60), canlı bitki sayısının uygulama yapılmayanlara göre en yüksek miktarda arttığını (1. ve 2. yıl için sırasıyla 8.1 ve 7 kat) bildirmektedirler. Bitki gelişim parametreleri dikkate alındığında ise ilk yıl denemelerinde bitki yüksekliği yine söz konusu kombinasyonla (1.65 kat), bitkideki sürgün sayısı *P. fluorescens* uygulaması ile (2.17 kat) bitki taze ağırlığı *B. subtilis* uygulaması ile (3.73 kat) bitki kuru ağırlığı hem *B. subtilis* uygulaması hem de *P. fluorescens*'in tek başına uygulaması ile (her ikisi için 3.77 kat) önemli düzeyde artış göstermiştir. İkinci yıl denemelerinde bitki yüksekliği artışları yine iki antagonistin kombinasyon halinde uygulanması ile elde edilmiş bu uygulama aynı zamanda bitki sürgün sayısını arttırmada da en yüksek etkiyi göstermiştir. Bitki taze ve kuru ağırlığı ilk yıla benzer şekilde *B. subtilis*'in tek başına uygulaması ile sağlanmıştır. Araştırmada sadece patojenle bulaşık bitkilere göre uçucu yağ oranı ve bitki başına uçucu yağ verimindeki en yüksek artışlar ise (1. yıl sırasıyla 1.8 ve 4.07 kat, 2. yıl sırasıyla 1.19 ve 3.39 kat) iki antagonistin birlikte uygulanması ile olmuştur.

Demirer Durak ve ark. (2022), Türkiye'de nane bitkilerinden elde edilen *Trichoderma harzianum* ve *T. virens* izolatlarını, nanede *R. solani* ve *F. oxysporum*'a karşı *in vitro* koşullarda ikili karşılaştırma testleri ile test ettikten sonra (Tablo 1), antagonistlerin en yüksek antagonistik etki gösterdiği patojenik izolatlarını kullanarak kontrollü koşullarda saksı denemeleri yürütmüşlerdir. Bu denemelerde saksılarda bulunan 3 gerçek yapraklı nane fidelerinin bulunduğu bahçe toprağına *F. oxysporum* konidi süspansiyonu halinde (20 ml/bitki) inokule edilmiştir. *R. solani* ise buğday daneleri üzerinde geliştirilmiş, kolonize olmuş buğdaylar toprağına (15 adet/3 kg saksı) verilmiştir. Antagonist izolatlar ise yine fidelere 5 ml/bitki oranında sulama suyu şeklinde uygulanmıştır. 8 haftalık bir gelişme periyodundan sonra yapılan değerlendirmelerde, *T. harzianum*'un gerek *R. solani* gerekse *F. oxysporum* ile enfekteli bitkilere göre bitki boyunu ve yaş ağırlığını arttırdığı tespit edilmiştir. Çalışmada *T. virens*'in *R. solani*'nin oluşturduğu hastalık şiddetini %70 oranında azalttığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte *F. oxysporum*'un oluşturduğu hastalık şiddetini azaltmada *T. harzianum*'un %63'lük etkinlik ile *T. virens*'e göre daha yüksek etki gösterdiği ileri sürülmektedir.

Tablo 1. Yaprağı yenilen bazı minör sebzelerdeki fungal hastalıklara karşı *in vitro* koşullarda yapılan denemeler

Antagonist	Bitki	Yöntem ve Amaç	Sonuç	Yazar
<i>I. lacteus</i> KYU-W63	Maydanoz	Külleme etmenine ait konidilerin su agarı üzerine yayılması ve PDA besi ortamında 8 gün süre ile geliştirilmiş antagonist kültürü içeren petri kapağı ile örtülmesi, 25°C'de 12 ve 24 saat sonra konidi çimlenme oranının belirlenmesi	12 ve 24 saat sonra patojenin konidi çimlenmesi sırasıyla %100 ve %99.8 oranında engellenmiştir.	Koitaşashi, (2005)
<i>B. subtilis</i> , <i>P. fluorescens</i>	Nane	Petri kaplarındaki PDA besi ortamına <i>R. solani</i> 'ye ait agar diskinin yerleştirilmesi ve antagonist bakteriye ait bakteriyel izolatların hücre süsyansüyonunun çizilmesi (İkili kültür 1) ile patojenin koloni gelişiminin engelleme oranının belirlenmesi	<i>R. solani</i> 'nin koloni gelişimi <i>B. subtilis</i> ve <i>P. fluorescens</i> tarafından sırasıyla %42.2 ve %50 oranında engellenmiştir.	Morsy ve El-Said (2015)
<i>T. harzianum</i> , <i>T. hamatum</i> , <i>Gliocladium virens</i> , <i>B.subtilis</i> 11	Nane	Solgunluk, kök çürüklüğü ve stolon çürüklüğü belirtisi gösteren nane bitkilerinden izole edilen <i>R. solani</i> , <i>V. dahliae</i> , <i>C. lunata</i> , <i>F. oxysporum</i> 'a ait agar disklerinin PDA besi ortamının bir tarafına, antagonist izolatın agar diskinin ise tam karşısına yerleştirilmesi (ikili kültür 2) ve kontrol petriyelerindeki patojen gelişimini tamamladığında antagonist yerleştirilen petriyelerde patojenin koloni çapının ölçülmesi ile antagonistin koloni gelişimini engelleme oranının belirlenmesi, ayrıca inhibisyon zonunun (hem patojenin hem de antagonistin gelişmediği alan) tespiti	<i>B. subtilis</i> 11'i iki <i>R. solani</i> izolatının (%73 ve %77), <i>V. dahliae</i> izolatının (%84), <i>T. harzianum</i> <i>F. oxysporum</i> 'un (%76) <i>Gliocladium virens</i> , <i>C. lunata</i> 'nın (%75) koloni gelişimini en yüksek oranda engelleyen izolatlar olmuştur. <i>R. solani</i> 'nin bir izolatı için <i>G. virens</i> diğer izolatı için <i>T. hamatum</i> , <i>V. dahliae</i> ve <i>F. oxysporum</i> için <i>T. hamatum</i> , <i>C. lunata</i> için <i>G. virens</i> en yüksek inhibisyon zonlarını oluşturmuştur.	Rızk ve ark. (2017)

Tablo 1 (Devamı)

<i>T. asperellum</i>	Nane	Yaprak lekesine neden olan <i>A. alternata</i> izolatu ve antagonistin ikili kültür 2 yöntemi ile test edilmesi ile antagonistin patojenin koloni gelişimini engelleme oranının belirlenmesi	Antagonist, patojenin koloni gelişimini %86.25 oranında engellemiştir.	Gatak ve ark. (2020)
<i>T. harzianum</i> , <i>T. virens</i>	Nane	Antagonist izolatların ikili kültür 2 yöntemi ile <i>R. solani</i> ve <i>F. oxysporum</i> izolatlarının koloni gelişimine etkisi ile birlikte antagonizm derecesinin belirlenmesi	Her iki patojen izolatın koloni gelişimini en yüksek oranda engelleyen <i>T. harzianum</i> olmuştur. İki antagonist de <i>R. solani</i> üzerinde %100 gelişmiş, <i>F. oxysporum</i> üzerinde ise <i>T. harzianum</i> daha yüksek düzeyde (%75-100) antagonizm göstermiştir.	Demirer Durak ve ark. (2022)
Uçucu yağ içermeyen adaçayı kompostlarından elde edilen <i>B. amyloliquefaciens</i> Uçucu yağ içeren adaçayı kompostlarından elde edilen <i>B. subtilis</i>	Roka	PDA besi ortamında ikili kültür 1 yöntemi ile <i>R. solani</i> ve <i>S. minör</i> 'ün koloni gelişiminin engellenmesinin tespiti	<i>B. amyloliquefaciens</i> , <i>R. solani</i> ve <i>S. minör</i> 'ün koloni gelişimini sırasıyla %56.1 ve %59.4 oranında, <i>B. subtilis</i> yine sırasıyla %45 ve %51.17 oranında engellemiştir.	Zaccardelli ve ark. 2020
<i>B. amyloliquefaciens</i> 08C ve 17S <i>B. methylatrophirus</i> 09C	Tere	PDA besi ortamında bakteriyel antagonistlerin <i>R. solani</i> , <i>S. minör</i> ve <i>F. solani</i> 'ye ait etkisinin ikili kültür 1 yöntemi ile tespiti	08C izolatu <i>R. solani</i> , <i>S. minör</i> ve <i>F. solani</i> 'nin koloni gelişimini sırasıyla %40.23, %70.94 ve %54.1 oranında, 17S izolatu sırasıyla %35.63, %47.55 ve %54.1 oranında 09C izolatu sırasıyla %47.70, %66.03 ve %60 oranında engellemiştir.	Pane ve ark. (2012)

Rokada Kök ve Kök Boğazı Çürüklüğü Hastalığına Karşı Biyolojik Mücadele Çalışmaları

Srinivasan ve ark. (2009), rokada kök çürüklüğüne neden olan *Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani* ve *F. oxysporum* f. sp. *conglutinans*'a karşı, kuzey İtalya'nın Liguria bölgesindeki topraklarından izole ettikleri *Achromobacter xylosoxydans* AMI ve *Serratia* sp. DMI ile topraksız üretimde kullanılan kaya yünü substratlarından izole ettikleri *Pseudomonas putida* FC6B, *Pseudomonas* sp. FC7B, *Pseudomonas* sp. FC9B'nin kullanım olanaklarını sera koşullarında incelemiştir. Araştırmacılar *A. xylosoxydans* AMI (10^8 cfu/ml), *Serratia* sp. DMI (10^8 cfu/ml) ve *Pseudomonas* sp. FC9B (10^7 cfu/ml) ile birlikte *F. oxysporum* f. sp. *conglutinans*'ın klamidosporlarını (5×10^4 klamidospor/ml) toprağa (her ikisinden de 10 lt/ 1kg toprak) uygulayıp 1 hafta inkubasyona bırakmışlar ve roka fidelerini dikmişlerdir. Çalışmada dikimden 3 hafta sonra yapılan değerlendirmede, üç antagonistin her birinin patojen tarafından oluşturulan hastalık şiddetini %72.17 oranında engellediği belirlenmiştir. Bu üç antagonist arasında *Serratia* sp. DMI ise hasta bitkilere oranla bitki ağırlığını en yüksek düzeyde (3.85 kat) arttırmıştır. Araştırma süresince, roka bitkisinde kök çürüklüğüne neden olan diğer etmen *F. oxysporum* f. sp. *raphani*'ye karşı ise, patojen ve *Pseudomonas* sp. FC7B izolatu (10^8 cfu/ml) yukarıda bahsedildiği şekilde uygulandığında ve değerlendirildiğinde en düşük hastalık şiddeti (%3.3) ve en yüksek etkinlik (%92.38) elde edilmiştir. Bitki ağırlığı incelendiğinde ise negatif (herhangi bir inokulasyon yapılmamış) ve pozitif (sadece patojen inokule edilmiş) kontrollere göre en yüksek artışların (sırasıyla 1.4 ve 3.0 kat) önce *P. putida* FC6B (10^8 cfu/ml) izolatının, 7 gün sonra patojenin toprağa karıştırılması uygulamasında elde edildiği bildirilmiştir.

Liu ve ark. (2014) serada yürüttükleri denemelerinde, roka kök çürüklüğüne karşı neden olan *F. oxysporum* f. sp. *conglutinans*'ın talk ile hazırlanmış kültürünü 10 L toprağa inokule (5×10^4 hücre/ml) ettikten sonra içine kökleri *Pantoea agglomerans* Z01 izolatının hücre süspansiyonuna (5×10^8 hücre/ml) 20 dakika süre ile bandırılmış iki haftalık fideleri dikmişlerdir. Araştırmacılar uygulamadan 3 hafta sonra uygulamanın hastalık indeksine, bitki ve taze kök ağırlığı ile klorofil ve karotenoid miktarına etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda uygulamanın hastalık indeksinin %71.3, ölü bitki oranının %61.5 oranında azalttığı, herhangi bir uygulama yapılmamış bitkilere göre bitki ağırlığının, taze kök ağırlığının, klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil miktarının sırasıyla 1.41, 1.15, 1.04, 1.02 ve 1.04 kat arttığı bildirilmiştir.

Zaccardelli ve ark. (2020) farklı kompostlardan izole ettikleri mikroorganizmaları rokada kök çürüklüğüne neden olan *R. solani* ve *S. minor*'e karşı önce *in vitro* şartlar altında test etmişler ve yüksek etkili buldukları (Tablo

1.) iki antagonist bakterinin (*Bacillus amyloliquefaciens* ve *B. subtilis*) *in vivo* koşullarda çökerten hastalığına etkisini belirlemişlerdir. *In vivo* testlerde her iki patojen ayrı ayrı steril toprağa inokule edildikten sonra antagonist süspansiyonu (10^8 cfu/ml) ilave (5ml) edilmiş 7 gün sonra değerlendirme yapılmıştır. Araştırmacılar *in vitro* testlerde *B. amyloliquefaciens* daha yüksek etki göstermesine rağmen, *in vivo* testlerde en düşük çökerten oranının *B. subtilis* ile elde edildiğini bildirmektedirler.

Terede Kök ve Kök Boğazı Çürüklüğü Hastalığına Karşı Biyolojik Mücadele Çalışmaları

McQuilken ve ark. (1992), terede çıkış öncesi ve çıkış sonrası ölüme neden olan *P. ultimum*'a karşı *P. oligandrum*'un oospore formülasyonlarının etkisini patojenle suni olarak bulaşık içeren saksılarda incelemişlerdir. Denemelerin ilk aşamasında patojenin sporangiumları (10 sporangium / g kuru kum ağırlığı) kuma ilave edilmiş, tere tohumları antagonist fungus *P. oligandrum*'un oosporlarına karboksi metil selülaz (CMC) ilave edilerek (%3) tohumlara kaplama yapılmıştır. 16 gün sonra yapılan değerlendirmede kullanılan *P. oligandrum* izolatlarının eşit düzeyde hastalığa etkili olduğu, çıkış oranında ve fide gelişiminde artışa neden olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar antagonist izolatlar arasında IMI 133857'nin tohumlarda 3 aya kadar etkililiğini sürdürdüğünü bildirmektedirler. Çalışmada denemenin ikinci aşamasında söz konusu antagonist izolatın farklı formülasyonları patojenle doğal olarak bulaşık toprağa uygulanmış, bu denemelerde aynı zamanda ilk denemede belirtildiği gibi tohum uygulaması ile birlikte antagonistin oosporlarının alginate pellet ile biyoformülasyon haline getirilerek toprağa uygulanması şeklinde yapılmıştır. Bu denemeler sonucunda en yüksek bitki çıkışı alginate pellet (15g/kg toprak) uygulamasında, en yüksek fide gelişimi ve sürgün kuru ağırlığı ise tohum uygulaması ile elde edilmiştir.

Pane ve ark. (2012), lahana, marul ve patates bitkilerinden elde edilen sırasıyla *R. solani*, *S. minör* ve *F. solani* izolatlarının darı tohumlarında geliştirip %0.5 oranında saksı toprağına ilave ederek tere bitkisinde oluşturduğu hastalık şiddetini tespit etmişlerdir. Çalışmada *R. solani*'nin %84, *S. minör*'ün %78 ve *F. solani*'nin %36 oranında hastalık şiddetine neden olduğu tespit edilmiştir. Araştırmacılar önce biyolojik atıklardan oluşan (%50 çöp atıkları ve %50 budama sonrası atıklar) 1 yıllık komposttan izole ettikleri *B. amyloliquefaciens* (08C ve 17S) ve *B. methylotrophirus* (09C)'e ait izolatların patojenlerin koloni gelişimine etkisine etkisini belirlemişlerdir (Tablo 1). Daha sonraki aşamada bu antagonistlerin hücre süspansiyonlarını patojenle bulaşık toprağına ilave ederek biyolojik mücadelede kullanılma olanaklarını incelemişlerdir. Bu testler sonucunda 09C izolatı terede *R. solani* tarafından

oluşturulan hastalık şiddetini %25 oranında, 08C izolatı *S. minör* tarafından oluşturulan hastalık şiddetini %64.1 oranında, 17S izolatı *F. solani* tarafından oluşturulan hastalık şiddetini %94.4 oranında engellemiştir.

Yapraklarda Görülen Fungal Hastalıklara Karşı Biyolojik Mücadele Çalışmaları

Berg ve ark. (2001), *Alternaria* sp. ile doğal olarak bulaşık tere tohumlarını *Streptomyces* sp. DSM2 12424 izolatının spor süspansiyonu (5×10^8 CFU/ml) ile 4 saat kaplamışlar ve patojenle suni olarak bulaşık toprağa ekmişlerdir. Araştırmacılar 4 hafta sonra yapılan değerlendirmede *Alternaria* sp. tarafından oluşturulan enfeksiyon yaklaşık %90 oranında engellendiğini bildirmişler.

Koitabashi (2005), Japonya’da yürüttüğü bir çalışmada *Irpex lacteus* Kyu-W63 izolatının maydanozda külleme hastalığı etmenine olan etkisini, *in vitro* (Tablo 1) ve tarla koşullarında test etmiştir. Üç yıl süre ile doğal enfeksiyon koşullarında yürütülen denemelerde antagonist içinde PDA besisi ortamı bulunan polikarbonat saksılarda geliştirilmiş, serada bulunan maydanoz fidelerinin bulunduğu sıra aralarının farklı kısımlarına eşit aralıklarla yerleştirilmiş ve 14 gün aralıklarla kültürler yenilenmiştir. Çalışmada antagonistin sıra aralarının orta kısmına yerleştirildiği 1998 ve 1999 yılı denemelerinde hasatta hastalığın sırasıyla %55.2 ve %51.7 oranında engellendiği bildirilmiştir. Araştırmacı antagonist içeren saksıların bitkilerin etrafına da yerleştirildiği 2000 yılı denemelerinde, merkeze yerleştirme durumuna göre (%55.1) hastalığın daha yüksek oranda engellendiğini bildirmektedir. Dereotunda aynı hastalığa karşı ise Bio-cure F (%1.15 Wp, *Trichoderma viride* 1×10^6 cfu/g) isimli ticari preparatın başarılı olduğu ileri sürülmektedir (Hassanın ve ark., 2023). Çalışmada serada bulunan dereotu fidelerine külleme etmeninin toz şeklinde inokulasyonundan 48 saat sonra ve 7 gün aralıklarla 2 kez olmak üzere toplam 3 kez biyopreparatın püskürtülmesi (6g/l) durumunda hastalık bulunma oranının %90, hastalık şiddetinin %95.1 oranında azaldığı, ayrıca bitki yüksekliğinin 1.60 kat, sürgün sayısının 2.21 kat arttığı bildirilmektedir.

Amein (2023), maydanozda yaprak lekesine neden olan ve aynı zamanda tohumla taşınan *S. petroselini*’ye karşı test ettiği bitki gelişimini teşvik eden bileşikler, hazır biyoformulasyon ve aday mikroorganizmalar arasında *B. subtilis* K3 izolatını başarılı bulmuştur. Araştırmacı, patojenle doğal olarak bulaşık maydanoz tohumlarının bu bakteri izolatının hücre süspansiyonunda 15 dakika bekletildikten sonra saksı toprağına ekilmesi halinde 4-8 hafta sonra çimlenmenin teşvik edildiğini, ayrıca tarlada iki yıl süre ile yapılan denemeler sonunda m²’deki bitki sayısının 1.29 kat, verimin 1.25 kat arttığını, yaprak lekesi hastalığının %70 oranında azaldığını bildirmektedir.

Sonuç

Dereotu, maydanoz, nane, tere ve roka gibi bitkilerin yaprakları genellikle taze olarak tüketilmektedir. Dolayısıyla bu bitkilerde meydana gelen fungal hastalıklara karşı kullanılan fungusitlerin kalıntılarının direkt olarak insan vücuduna alınması muhtemeldir. Nitekim ülkemizde de dereotunda külleme hastalığına karşı ruhsatlı kükürt, azoxystrobin, azoxystrobin + difenoconazole ve nanede aynı hastalığa karşı kükürt etkili maddeli fungusitler tavsiye edilmektedir. Bunlar içerisinde her ne kadar kükürt organik tarımda kullanılsa da diğer iki etkili maddenin insan ve hayvan sağlığına zararlı etkileri olduğu bilinmektedir. Yine fungal etmenlerin fungusitlere karşı zamanla dayanıklılık kazanması da ayrı bir problemdir. Ülkemizde dereotunda kök ve kök boğazı çürüklüğüne karşı *Trichoderma aspellerum* IRK ICC+*T. gamsii* IRK ICC 080, *T. viride*, *Bacillus amyloliquefaciens* (*B. subtilis*) strain QST 713, *Pseudomonas fluorescens*, nanede külleme hastalığına karşı *B. amyloliquefaciens* (*B. subtilis*) strain QST 713 gibi biyopreparatların tavsiye edilmesi (Anonim, 2024) sevindiricidir. Ancak üretici daha hızlı sonuç alabilmek için daha ziyade kimyasal mücadeleyi tercih etmektedir. Ülkemizde sofralarımızdan eksik olmayan dereotu, maydanoz, nane, tere ve roka bitkilerinin yetiştirildiği farklı bölgelerde bazı hastalık etmenleri tespit edilmiş olsa da tüm bölgelerdeki hastalık etmenlerinin tespitine yönelik çalışmaların bu bağlamda da kimyasal mücadele olanaklarından ziyade bu etmenlere karşı uygulanabilecek biyolojik mücadele çalışmalarının artırılmasında yarar bulunmaktadır.

Kaynaklar

- Anonim (2024). Bitki Koruma Ürünleri Veri tabanı. Erişim Adresi: <https://bku.tarimorman.gov.tr/Zararli/Details/1252>. (Erişim tarihi: 05.12.2024).
- Alarcón, M., Fuentes, M., Carrasco, G., & Palomo, I. (2014). A novel role of *Eruca sativa* Mill. (Rocket) extract: Antiplatelet (NF-κB inhibition) and antithrombotic activities. *Nutrients*, 6, 5839-5852.
- Amein, T. A. (2023). Non-chemical seed treatment methods for control of *Septoria petroselini* on parsley seed. *International Journal of Phytopathology*, 12(1), 31-36.
- Anonim, 2024. Leaf blight of parsley, *Septoria petroselini*. Erişim Tarihi: 29.11.2024, <https://agrobasesapp.com/canada/disease/leaf-blight-of-parsley>
- Asghar, M., Younas, M., Arshad, B., Zaman, W., Ayaz, A., Rasheed, S., Shah, A., Ullah, F., & Saqib, S. (2022). Bioactive potential of cultivated *Mentha arvensis* L. for preservation and production of health-oriented food. *JAPS: Journal of Animal and Plant Sciences*, 32(3), 835-844.
- Avato, P., & Argentieri, M. P. (2015). Brassicaceae: A rich source of health improving phytochemicals. *Phytochemistry Reviews*, 14(6), 1019-1033.
- Berg, G., Marten, P., Minkwitz, A., Bruckner, S., & Luth, P. (2001). Efficient biological control of fungal plant diseases by *Streptomyces rimosus* DSMZ 12424. *IOBC WPRS Bulletin*, 24(1), 9-14.
- Bouyahya, A., Lagrouh, F., El Omari, N., Bourais, I., El Jemli, M., Marmouzi, I., Salhi, NI, Faouzi, M.A., Belmehdi, O., Dakka, N., & Bakri, Y. (2020). Essential oils of *Mentha viridis* rich phenolic compounds show important antioxidant, antidiabetic, dermatoprotective, antidermatophyte and antibacterial properties. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 23, 101471.
- Canpolat, S., & Tülek, S. (2019). Determination of fungal diseases of leafy vegetables in Middle Anatolia Region. *Plant Protection Bulletin/Bitki Koruma Bülteni*, 59(3), 39-46.
- Caro, D. C., Rivera, D. E., Ocampo, Y., Franco, L. A., & Salas, R. D. (2018). Pharmacological evaluation of *Mentha spicata* L. and *Plantago major* L., medicinal plants used to treat anxiety and insomnia in Colombian Caribbean coast. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2018, 5921514.
- Delaquis, P. J., Stanich, K., Girard, B., & Mazza, G. (2002). Antimicrobial activity of individual and mixed fractions of dill, cilantro, coriander and

- eucalyptus essential oils. *International Journal of Food Microbiology*, 74(1-2), 101-109.
- Durak, E. D., Gülser, F., & Güneş, H. (2022). Nanede (*Mentha multimentha* L.) kök çürüklüğüne neden olan *Fusarium oxysporum* ve *Rhizoctonia solani*'ye karşı *Trichoderma* spp'nin biyolojik mücadele ve bitki gelişimindeki etkinliği. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 10(2), 123-134.
- Eftekhari, A., Khusro, A., Ahmadian, E., Dizaj, S. M., Hasanzadeh, A., & Cucchiari, M. (2021). Phytochemical and nutra-pharmaceutical attributes of *Mentha* spp.: A comprehensive review. *Arabian Journal of Chemistry*, 14(5), 103106.
- Fatima-Zahra, Fouzia, R. F., & Abdelilah, R. (2017). Ethnobotanical study of medicinal plants used in traditional medicine in the province of Sidi Kacem, Morocco. *Asian Journal of Pharmacy and Clinical Research*, 10, 121-130.
- Gatak, S., Polley, S. K., Ghosh, S. K., & Chakrabarty, N. (2020). Biological control (*In vitro*) of the pathogen causing leaf blight disease of mint (*Mentha arvensis* L.). *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*, 21, 57-67.
- Günaçtı, H. (2023). Investigation, identification and pathogenicity assessment of leaf and soil-borne fungal diseases causing yield reduction in vegetables in Antalya. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG)*, 40(3), 135-140.
- Hadi, M. Y., Hameed, I. H., & Ibraheem, I. A. (2017). *Mentha pulegium*: medicinal uses, anti-hepatic, antibacterial, antioxidant effect and analysis of bioactive natural compounds: a review. *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 10(10), 3580-3584.
- Hassanin, M., Ali, A., Yousef, H., & Mergawy, M. (2023). Morpho-molecular identification and management of *Erysiphe heraclei* causing dill powdery mildew using a biocide, essential oils, and organic acids. *Journal of Phytopathology and Disease Management*, 10(1), 14-25.
- Hornok, L. (1992). *Cultivation and processing of medicinal plants*. (pp. xi+338). John Wiley & Sons Publishing.
- Kachmar, M. R., Naceiri Mrabti, H., Bellahmar, M., Ouahbi, A., Haloui, Z., El Badaoui, K., Bouyahya, A., & Chakir, S. (2021). Traditional knowledge of medicinal plants used in the Northeastern part of Morocco. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2021(1), 6002949.

- Koitaishi, M. (2005). New biocontrol method for parsley powdery mildew by the antifungal volatiles-producing fungus Kyu-W63. *Journal of General Plant Pathology*, 71, 280-284.
- Kurt, S. (2003). First report of Septoria blight of parsley caused by *Septoria petroselini* in the Mediterranean Region of Turkey. *Plant Disease*, 87(1), 99-99.
- Liu, W. C., Chen, Z. C., Zhang, T. T., Lu, C. G., Dong, D., Wu, H. L., & Zhang, D. P. (2014). Application of *Pantoea agglomerans* strain Z01 to control Fusarium wilt and its effect on the quality parameters of rockets. *Annals of Microbiology*, 64, 1443-1446.
- Mahmood, S., Hussain, S., & Malik, F. (2014). Critique of medicinal conspicuousness of Parsley (*Petroselinum crispum*): a culinary herb of Mediterranean region. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 27(1), 193-202.
- Marthe, F. (2020). *Petroselinum crispum* (Mill.) Nyman (Parsley). In *Medicinal, Aromatic and Stimulant Plants, Handbook of Plant Breeding* (pp. 435-466.). Springer Nature Switzerland.
- Marthe, F., Bruchmüller, T., Börner, A., & Lohwasser, U. (2013). Variability in parsley (*Petroselinum crispum* [Mill.] Nyman) for reaction to *Septoria petroselini* Desm., *Plasmopara petroselini* Săvul. et O. Săvul. and *Erysiphe heraclei* DC. ex Saint-Aman causing Septoria blight, downy mildew and powdery mildew. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 60, 1007-1020.
- McQuilken, M. P., Whipps, J. M., & Cooke, R. C. (1992). Use of oospore formulations of *Pythium oligandrum* for biological control of *Pythium damping-off* in cress. *Journal of phytopathology*, 135(2), 125-134.
- Mikaili, P., Mojaverrostami, S., Moloudizargari, M., & Aghajanshakeri, S. (2013). Pharmacological and therapeutic effects of *Mentha longifolia* L. and its main constituent, menthol. *Ancient Science of Life*, 33(2), 131-138.
- Morsy, E. M., & El-Said, N. A. (2015). Efficiency of *Bacillus subtilis* and *Pseudomonas fluorescence* as biocontrol agents against *Rhizoctonia solani* on spearmint plants (*Mentha viridis* L.). *Scientific Journal of Flowers and Ornamental Plants*, 2(3), 213-225.
- Morya, S., Mena, F., Jiménez-López, C., Lourenço-Lopes, C., BinMowyna, M. N., & Alqahtani, A. (2022). Nutraceutical and pharmaceutical behavior of bioactive compounds of miracle oilseeds: An overview. *Foods*, 11(13), 1824.

- Nadiroğlu, M., & Behçet, L. (2018). Traditional food uses of wild plants among the Karlıova (Bingöl-Turkey). *International Journal of Nature and Life Sciences*, 2(2), 57-71.
- Noureddine, B., Mostafa, E., & Mandal, S. C. (2022). Ethnobotanical, pharmacological, phytochemical, and clinical investigations on Moroccan medicinal plants traditionally used for the management of renal dysfunctions. *Journal of Ethnopharmacology*, 292, 115178.
- Pane, C., Spaccini, R., Caputo, M., De Falco, E., & Zaccardelli, M. (2022). Multi-parameter characterization of disease-suppressive bio-composts from aromatic plant residues evaluated for garden cress (*Lepidium sativum* L.) cultivation. *Horticulturae*, 8(7), 632.
- Pane, C., Vilecco, D., Campanile, F., & Zaccardelli, M. (2012). Novel strains of *Bacillus*, isolated from compost and compost-amended soils, as biological control agents against soil-borne phytopathogenic fungi. *Biocontrol Science and Technology*, 22(12), 1373-1388.
- Papp, N., Czégényi, D., Tóth, M., Dénes, T., Bartha, S. G., Csepregi, R., Gyergyák, K., Bukovics, P., Stranczinger, S., Varga, E., Kindler-Matavovsky, A., Birkás-Frendl, K., & Filep, R. (2022). Ethnomedicine survey on folk dermatology in Transylvania, Romania. *Clinics in Dermatology*, 40(6), 651-664.
- Rizk, I. M., Mousa, I. E., Ammar, M. M., & Abd-ElMaksoud, I. (2017). Biological control of *Fusarium oxysporum* and *Verticillium dahliae* by *Trichoderma harzianum* and *Gliocladium virens* of two mint species. *Research Journal of Applied Biotechnology*, 3(2), 24-36.
- Salehi, B., Stojanović-Radić, Z., Matejić, J., Sharopov, F., Antolak, H., Kręgiel, D., Sen, S., Sharifi-Rad, M., Acharya, K., Sharifi-Rad, R., Martorell, M., Sureda, A., Martins, N., & Sharifi-Rad, J. (2018). Plants of genus *Mentha*: From farm to food factory. *Plants*, 7(3), 70.
- Saqib, S., Ullah, F., Naeem, M., Younas, M., Ayaz, A., Ali, S., & Zaman, W. (2022). *Mentha*: nutritional and health attributes to treat various ailments including cardiovascular diseases. *Molecules*, 27(19), 6728.
- Šavikin, K., Zdunić, G., Menković, N., Živković, J., Čujić, N., Tereščenko, M., & Bigović, D. (2013). Ethnobotanical study on traditional use of medicinal plants in South-Western Serbia, Zlatibor district. *Journal of Ethnopharmacology*, 146(3), 803-810.
- Sharma, R. (2004). *Agro-Techniques of Medicinal Plants*. Daya Publishing House, New Delhi.

- Soylu, E. M., & Soylu, S. (2003). First report of powdery mildew caused by *Erysiphe heraclei* on dill (*Anethum graveolens*) in Turkey. *Plant Pathology*, 52(3), 423.
- Srinivasan, K., Gilardi, G., Garibaldi, A., & Gullino, M. L. (2009). Efficacy of bacterial antagonists and different commercial products against Fusarium wilt on rocket. *Phytoparasitica*, 37, 179-188.
- Türkiye İstatistik Kurumu (2023). (TUİK), Bitkisel Üretim İstatistikleri. Erişim adresi: <http://www.tuik.gov.tr>. (Erişim tarihi: 05.12.2024).
- Tafrihi, M., Imran, M., Tufail, T., Gondal, T. A., Caruso, G., Sharma, S., Sharma, R., Atanassova, M., Atanassov, L., Fokou, P.V.T., & Pezzani, R. (2021). The wonderful activities of the genus *Mentha*: Not only antioxidant properties. *Molecules*, 26(4), 1118.
- Zaccardelli, M., Sorrentino, R., Caputo, M., Scotti, R., De Falco, E., & Pane, C. (2020). Stepwise-selected *Bacillus amyloliquefaciens* and *B. subtilis* strains from composted aromatic plant waste able to control soil-borne diseases. *Agriculture*, 10(2), 30.
- Zaman, W., Ye, J., Ahmad, M., Saqib, S., Shinwari, Z. K., & Chen, Z. (2022). Phylogenetic exploration of traditional Chinese medicinal plants: A case study on Lamiaceae. *Pakistan Journal of Botany*, 54(3), 1033-1040.
- Zia-Ul-Haq, M., Ahmad, S., Calani, L., Mazzeo, T., Rio, D. D., Pellegrini, N., & Feo, V. D. (2012). Compositional study and antioxidant potential of *Ipomoea hederacea* Jacq. and *Lepidium sativum* L. seeds. *Molecules*, 17(9), 10306-10321.

18. Bölüm

Marulda *Botrytis cinerea* Tarafından Oluşturulan Kurşuni Küf Hastalığına Karşı Biyolojik Mücadele Çalışmaları

Nuray ÖZER¹
Ömer Ümit OKÇU²

¹ Prof. Dr. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Tekirdağ. ORCID: 0000-0001-6876-7580

² Araş. Gör. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Tekirdağ. ORCID: 0000-0002-4809-4398

Giriş

Dünya çapında en çok tüketilen sebzeler arasında yer alan marul (*Lactuca sativa* L.), yağ, kalori ve sodyum açısından düşük, lif, demir, folik asit, E ve C vitamini açısından ise zengin bir bitkidir. Yapılan çalışmalar neticesinde sebze tüketimine bağlı olarak kardiyovasküler hastalıklar, kanser ve yaşa bağlı işlevsel gerileme gibi kronik rahatsızlıkların riskinin azalmasında bir ilişki olduğu ve bu ilişkinin de sebzelerde bulunan mikro, makro besinler ve biyoaktif bileşiklere bağlı olduğu bildirilmiştir (Kris-Etherton ve ark., 2002; Hung ve ark., 2004; Morris ve ark., 2006; Pavia ve ark., 2006; Soetan ve ark., 2010). Marul, yağ içeriği düşük olmakla beraber sağlık açısından elzem olan linoleik asit, omega-6, omega-3 ve α -linolenik asit gibi yağ asitleri içermektedir (Kaur ve ark., 2014).

TÜİK (2023) verilerine göre Türkiye’de marul üretimi 216.535 da alanda yapılmakta olup toplam 577.773 ton ürün elde edilmektedir. Türkiye marul üretiminde başlıca üç çeşidin (Kıvırcık, Göbekli ve Iceberg) ekimi ön plandadır. Bu çeşitler arasında en çok üretim 259.868 ton ile kıvırcık marul olup bu üretimin 48.609 tonla önemli bir üretim hacmini Sakarya ili sağlamaktadır. Sakarya ilini ise 31.803 ton üretimle Antalya ili izlemektedir. Marul üretiminde kıvırcık maruldan sonra en çok göbekli marul gelmekte ve ülkemizde en çok üretimin yapıldığı illerin başında 60.181 tonla Adana ili gelmektedir. Bu üretimi 25.030 ton üretim ile Antalya ili takip etmektedir. Iceberg marul üretiminde ise ülkemizde 106.245 ton ürün elde edilmekte, bu çeşit marul üretiminde Ankara ili 52.873 tonla ilk sırada yer almakta, ikinci sırada ise 27.550 tonla Mersin ili bulunmaktadır.

Botrytis cinerea tarafından oluşturulan kurşuni küf hastalığı marulda önemli ve yıkıcı hastalıklardan birisidir ve özellikle sera koşullarında ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Hastalık seralarda fide döneminden itibaren görülebilmekte ve çökertene neden olmaktadır. Fide ölümü olmayan bitkilerde ise baş kısmının içinde bulunan genç yapraklarda gri-kahverengi renk değişimlerine neden olmaktadır. Yoğun yaprak örtüsünün içinde oluşan bu gelişme başlangıçta fark edilmemektedir (Şekil 1a). Hastalık ilerledikçe yaşlı yaprakların dip kısmında da yumuşak ve kahverengi çürüklük kendini göstermektedir (Şekil 1b). Etmen nemli koşullarda enfekte olmuş kısımların yüzeylerinde gri renkli misel tabakası üzerinde bol miktarda konidi üretmektedir (Şekil 1c). Enfekteli bitkiler sonunda solarak ölmektedirler. Patojen topraktaki bitki artıklarında miselyum ya da skleroti halinde kışı geçirmektedir. Sclerotilerin çimlenmesi ile oluşan apotesyum isimli eşeyli üreme organlarında oluşan askosporlar ilk enfeksiyonu başlatsa da genellikle ilk enfeksiyonlar hava yoluyla taşınan eşeysiz sporları olan konidiler aracılığıyla

olmaktadır. Konidiler nemin varlığında yaprak yüzeyinde çimlenerek hif ve ardından miselyum oluşturmakta, oluşan miselyum bitkide hücrelerarası boşlukları kolonize etmektedir. Miselyumda konidiofor adı verilen taşıyıcılar üzerinde oluşan konidiler uygun koşullarda hızla yayılmakta ve yeni enfeksiyonlara neden olmaktadır (Bhatoa ve Mirza, 2019). Hastalık etmeninin çok sayıda bitkide enfeksiyon yapabilme yeteneği, enfeksiyon döngüsünün devamlılığı sorununu ortaya çıkarmaktadır.



Şekil 1. Marulda *Botrytis cinerea*'nın belirtisi. a: Görünüşte sağlıklı olan bitkilerin ortasında enfekteli bir bitki, b: Dip kısımda görülen kahverengi alanlar, c: Gri renkli fungal örtü (Sanago ve ark., 2019)

Hastalığın kontrolünde seraların iyi bir şekilde havalandırılması ile bitki yüzeyindeki çiğ tabakası oluşumunun önlenmesi, enfekteli bitkilerin derhal seradan uzaklaştırılması, aşırı azotlu gübre kullanımından kaçınılması, seraların iyi bir şekilde dezenfekte edilmesi gibi kültürel önlemlerin yanı sıra kimyasal mücadele de tavsiye edilmektedir. Bununla birlikte hastalık etmeni aynı fungusitlerin devamlı kullanılması halinde dayanıklılık kazanabilmekte ve mücadele etkisiz kalmaktadır. Daha önce yapılan çalışmalar maruldan elde edilen çok sayıda *B. cinerea* izolatının fenhexamid, azoxystrobin, pyraclostrobin boscalid, cyprodinil, pyrimethanil fludioxonil, carbendazim, iprodione ve thiophanate-methyl aktif maddeli fungusitlere karşı dayanıklılık kazandığını göstermiştir (Chatzidimopoulos ve ark., 2013; Weber ve Wichura, 2013). Bu bağlamda doğa ve insan dostu biyolojik mücadele büyük önem kazanmaktadır. Hazırlanan derleme çalışmasında marulda görülen *B. cinerea* tarafından oluşturulan kurşuni küf hastalığına karşı yapılan çalışmaları analiz etmek amaçlanmıştır. Derleme kapsamında *in vitro* koşullarda ve yaprak testleri şeklinde gerçekleştirilen kısa süreli araştırmaların sonuçları tabloda verilmiş, saksı koşullarında veya serada gerçekleştirilen denemelerin sonuçları ise tarih sırasına göre metin içinde detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Günümüze değin yapılan araştırmalar Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi kütüphanesinde bulunan CABI, EBSCOHOST, Proquest, Science Direct, Scopus, Springer, PubMed, Google Scholar, Scopus, Taylor and Francis, Web of Science, Wiley veri tabanları kullanılarak elde edilmiştir.

Biyolojik mücadele çalışmaları

İsveç'te marulda *B. cinerea* enfeksiyonunu önlemek amacıyla gerçekleştirilen ilk biyolojik mücadele çalışmasında, Alström ve Gerhardson (1987), çeşitli bitkilerin köklerinden izole ettikleri *Serratia plymuthica* G15 izolatını kullanmışlardır. Araştırmacılar izolatın etkinliğini önce *B. cinerea*'ya karşı ikili kültür yöntemi ile (Tablo 1) test etmişler, ayrıca 6 günlük Market Favourite çeşidi marul bitkilerinin köklerini antagonist bakterilerin hücre süspansiyonuna [1×10^9 cfu (Koloni oluşturan birim)/ml] daldırarak saksılara eklemişlerdir. Her ne kadar bu denemelerde bakteri süspansiyonu 7 günlük bitkilerin köklerine sulama şeklinde (5 ml) verilerek uygulama yapılsa da kök daldırması ile bitki ağırlığı kontrole göre daha fazla (1.45 kat) artış göstermiştir.

Reglinski ve ark. (1995), *Saccharomyces cerevisiae*'nin suda çözünebilir hücre duvarı ekstraktlarını, marulda *B. cinerea* enfeksiyonunun kontrolünde kullanmışlardır. Araştırmacılar denemelerini, koparılmış yaprak diski testleri (Tablo 1) ve sera denemeleri şeklinde yürütmüşlerdir. Sera denemelerinde Berlo ve Little Gem ve Patrica marul çeşitlerine Y4^A (50 mg/ml, Agrol, alkil fenol etilen oksit içeren) süspansiyonunu püskürttükten 24 saat sonra, *B. cinerea*'nın konidi süspansiyonu (5×10^4 konidi/ml) yine püskürtme şeklinde inokule edilmiştir. Araştırmacılar bu uygulama ile her üç çeşitte 28. güne kadar enfeksiyonun oldukça yavaş ilerlediğini, uygulamanın enfeksiyonu Little Gem ve Patrica çeşitlerinde %70, Berlo çeşidinde ise %50 oranında azalttığını bildirmektedir.

De Meyer ve ark. (1998), *T. harzianum* T39 izolatının konidi süspansiyonunu (10^6 konidi/ml) Iceberg cinsi marul bitkilerine iğnesiz şırınga ile uygulandıktan 7 gün sonra (2 ml/bitki), yapraklarına patojenin glukoz (0.5 mg/ml) ve KH_2PO_4 (0.5mg/ml) içeren konidi süspansiyonunu (5×10^5 konidi/ml) yapraklara püskürterek inokule etmişler ve tüm bitkideki çürüme üzerine etkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar patojenin inokulasyonundan 18 gün sonra kontrol bitkilerdeki çürüme oranının yaklaşık %75 olduğunu, T39 uygulanmış bitkilerde ise %10'nun altında olduğunu bildirmişlerdir.

Card ve ark. (2002), İngiltere'de çilek meyvelerinden izole ettikleri fluoresan *Pseudomonas* sp. PF13 izolatını, saksıda yetiştirilmiş üç haftalık Iceberg cinsi marulun yapraklarında açtıkları 3mm çapındaki küçük yaralara (1×10^8 hücre/ml) püskürttükten 10 da sonra patojenin konidi süspansiyonunu (1×10^6 konidi/ml) inokule etmişler ve bir hafta sonra yapraklardaki lezyon çaplarını ölçmüşlerdir. Çalışmada deneme 10 gün aralıklarla 2 defa tekrar edilmiştir. Araştırmacılar uygulamanın lezyon çapını iki denemenin ortalaması dikkate alındığında %85.84 oranında engellediğini bildirmektedirler.

Tablo 1. *In vitro* koşullarda ve koparılmış yaprak ya da yaprak disklerinde gerçekleştirilen çalışmalar

Antagonist	Yöntem ve Amaç	Sonuç	Yazar
<i>Serratia plymuthica</i> G15	Bakteriyel antagonistin ve <i>B. cinerea</i> 'nin agar disklerinin PDA besi ortamına karşılıklı olarak yerleştirilmesi (ikili kültür) ve patojenin koloni gelişimine olan etkisinin belirlenmesi	Antagonist <i>B. cinerea</i> 'nin miselial koloni gelişimini önemli düzeyde engellemiştir.	Alström ve Gerhardson (1987)
<i>Saccaromyces cerevisiae</i> suda çözünebilir hücre duvarı ekstraktı	8 yapraklı dönemdeki Little Gem, Patricia, Novita Berlo ve Norden çeşitlerinin yapraklarından alınan 15 mm çapındaki disklerin 120 mg/L benzimidazole içeren su agarına yerleştirilmesinin ardından yapraklara Y4 ^A püskürtülmesi, 24 saat sonra diskin ortasına patojenin konidi süspansiyonun (5×10^5 konidi/ml) yerleştirilmesi (10µl), % enfekteli yaprak alanının ölçülmesi ile engelleme oranının belirlenmesi	En yüksek kontrol oranı (%90) Little Gem çeşidinde sağlanmıştır. Bununla beraber uygulama tüm çeşitlerde ortalama %72 oranında enfekteli yaprak alanını azaltmıştır.	Reglinski ve ark. (1995)
<i>Bacillus subtilis</i> 26	Yeast peptone glukoz ortamında geliştirilen bakteriye antagonistin direkt olarak, 8-10 haftalık bitkilerin yapraklarından alınan ve su agarı üzerine yerleştirilen yaprak disklerine (2cm) püskürtülmesi, kurumanın ardından patojenin inokulasyonu ile lezyon çapındaki azalmanın belirlenmesi	Uygulama (~2mm) yapraktaki lezyon çapını kontroldekine göre (~11.5mm) önemli düzeyde azaltmıştır.	Fiddaman ve ark. (2000)
Sim Derma (<i>T. harzianum</i> KUEN 1585 10^6 kob/g, mikrobiyal gübre) ve <i>Bacillus subtilis</i> (10^9 kob/g)	Ticari dozların patojen inokulasyonundan (agar diski) 48 saat önce PDA içeren besi ortamına 500 µl yayılması, patojenik 5 <i>B. cinerea</i> izolatına karşı antagonistik etkilerinin belirlenmesi. Ayrıca, <i>B. subtilis</i> 'in, Tripton soy broth'da geliştirilip seyreltilerek (10^{-7}) nokta ekimi ve karşısına patojenin agar diskinin	Her iki formülasyon iki yöntemde de patojen izolatların tümünün miselyal gelişimlerini tamamen (%100) engellemiştir.	Demir, M. (2009)

yerleştirilmesi.

Tablo 1. (Devamı)

Antagonist	Yöntem ve Amaç	Sonuç	Yazar
<i>T. harzianum</i> <i>B. subtilis</i>	1. Antagonistik etkinin PDA besi ortamında ikili kültür yöntemi ile test edilmesi ve patojenin miselial gelişiminin engellenmesinin belirlenmesi 2. Koparılmış, sağlıklı marul yapraklarının biyolojik ajanların süspansiyonu (<i>T. harzianum</i> 1×10^8 konidi/ml, <i>B. subtilis</i> 5×10^7 cfu/ml) ile tamamen kaplandıktan sonra bir gün süre ile kurutulması, iki farklı patojen izolatın (BCS ve BCL) PDA besi ortamında geliştirilmiş agar diskinin yerleştirilmesi ve oda sıcaklığında nemli odada bırakılması ve lezyon çapının ölçülmesi	Her iki antagonist patojenin miselial gelişimini %89 oranında engellemiştir. 2. BCS ve BCL izolatlarının oluşturduğu lezyon çapı sırasıyla <i>B. subtilis</i> (%82) ve <i>T. harzianum</i> (%56) en yüksek oranda engellenmiştir.	Wahab ve ark. (2020)
Serenade (<i>B. subtilis</i> QST 713, 5×10^5 cfu/ml) ve Prestop (<i>G. catenulatum</i> 5×10^{10} konidi/ml)	Besi ortamı olarak %50'lik karışımlar halinde <i>B. subtilis</i> için PDA+Nutrient Agar (NA) <i>G. catenulatum</i> için (PDA)+ Malt ekstrakt agar (MEA) kullanılmıştır. Petriler içinde yer alan agarların bir kenarından 3.4 mm çapında diskin alınması ve yerine PDA besi ortamında geliştirilen agar diskinin yerleştirilmesi, tam karşısına ise biyopreparatın süspansiyonundan damla damlatılması, petrilerin parafilm ile kapatılması, 4.10 veya 20°C sıcaklıklarda bir hafta inkübasyondan sonra koloni çapının ölçülmesi	Serenade ve Prestop tüm sıcaklık derecelerinde %60'ın üzerinde patojenin koloni çapını engellemiş, ancak her iki formülasyon 4°C'de %80 ve üzeri etkinlik sergilenmiştir.	Tut ve ark. (2021)
<i>Microbacterium aerolatum</i> (M55) <i>M. foliarum</i> (M219) <i>M. esteraromaticum</i> (M634) <i>M. profundi</i> (M707)	Antagonistlerin 1.APHA (malt ekstrakt, kasein glukoz, agar) ortamında 30°C'de 72 saat geliştirilmesinden sonra petri kapağının çıkarılması, patojenin agar diskinin bulunduğu PDA ortamını içeren kapağın kapatılması,	1: M634, 4 ve 7 gün sonra koloni gelişimini en yüksek oranında engellemiştir. Bunu M707 izlemiştir.	Suárez-Estrella ve ark. (2023)

	4 ve 7 gün sonra fungal gelişimin engellenmesinin ölçülmesi		
--	---	--	--

Tablo 1. (Devamı)

Antagonist	Yöntem ve Amaç	Sonuç	Yazar
<i>Microbacterium aerolatum</i> (M55) <i>M. foliarum</i> (M219) <i>M. esteraromaticum</i> (M634) <i>M. profundi</i> (M707)	2. 1.20×120 mm ² lik petrilerin bir ucunda bulunan 4 ml steril su ile ıslatılmış kurutma kağıtları üzerine marul tohumlarının, diğer ucuna ise APHA ortamında 30°C'de 72 saat süre ile geliştirilmiş antagonistlerin 45mm'lik kültürünün yerleştirilmesi ile kök ağırlığına olan etkisinin belirlenmesi	2: M55, M219 ve M707 izolatları kök ağırlığını önemli düzeyde arttırmıştır.	Suárez-Estrella ve ark. (2023)
<i>Lactiplantibacillus</i> sp. (LAB-A) <i>Levilactobacillus</i> sp. (LAB-B ve LAB-C)	1: Domates, havuç ve sıklamenden elde edilmekle birlikte marulda da yüksek enfeksiyona neden olan 3 patojen izolat ile antagonist izolatların ikili kültür yöntemi ile <i>Lactobacillus</i> agarda test edilmesi ve 5 gün sonra patojenin koloni gelişimine etkisinin belirlenmesi 2: Antagonist bakterileri 1. maddede bahsedilen besel ortamının sıvı formunda 48 saat süre ile geliştirilmesi santrifüjden sonra elde edilen katı kısmının %2.5, 5 ve 10 oranlarında Patates Dekstroz sıvı (PDB) ortamına ilave edildikten sonra patojen PDA besi ortamında geliştirilen kültüründen alınan agar diskinin (5mm) yerleştirilmesi ve 12 gün sonra miselial yığının ağırlığının belirlenmesi 3: Antagonistlerin 2. maddedeki gibi geliştirilmesi, hazırlanan süspansiyona (5×10 ⁶ cfu/ml) koparılmış yaprakların 4 saat bandırılması, nemli kurutma kağıdı bulunan kavanozlara yerleştirilmesi, üzerine patojenin	1:LAB-A ve LAB-C izolatları patojenin 3 izolatını da en yüksek oranda engellemiştir. 2: Her üç patojen izolatın misel kütlesi ağırlığı LAB A'nın %10'luk dozuyla en yüksek oranda engellemiştir. 3: Her üç antagonist izolat domatesten ve sıklamenden elde edilen izolatların enfeksiyonunu azaltmış, ancak havuçtan elde edilen izolatın enfeksiyonunu	Kowalska ve ark. (2024)

	inokulasyonu (agar diski), 10°C'de 15 gün inkubasyon, enfeksiyon indeksinin tespiti	engellemede düşük etkiye sahip olmuşlardır.	
--	---	---	--

Tablo 1. (Devamı)

Antagonist	Yöntem ve Amaç	Sonuç	Yazar
<i>Lactiplantibacillus</i> sp. (LAB-A) <i>Levilactobacillus</i> sp. (LAB-B ve LAB-C)	4: 3. Maddede yapılan uygulamanın patojen inokulasyonu olmaksızın gerçekleştirilmesi ile antagonistin canlılığının tespiti	4: Her üç antagonist izolat yüksek düzeyde canlı kalmıştır.	Kowalska ve ark. (2024)

Fiume ve Fiume (2005), İtalya'da *Conyothyrium minitans* içeren ticari biyopreparatı (Contans ® WG, 6kg/ha) serada kurşuni küfün kontrolü için uygulamışlardır. Denemelerde *B. cinerea*'nin Patates Dekstroz Agarda (PDA) besi ortamında 6 hafta süre ile geliştirdikten sonra oluşan sklerotileri parsellere ilave edilerek (3 skleroti/parsel) inokulasyon yapılmış, daha sonra biyopreparat (0.08 g/L) uygulanmış (0.5L/ parsel) ve karıştırılmıştır. Bu işlemde 15 gün sonra 3 farklı marul genotipine ait fideler dikilmiş 40 gün sonra hastalık şiddeti açısından değerlendirme yapılmıştır. Araştırmacılar uygulamanın Charmy, LM 1307 ve Ninja genotiplerinde hastalık şiddetini sırasıyla %76.68, %93.47 ve %86.16 oranında azalttığını ileri sürmektedirler.

Coşkuntuna ve ark. (2011), Türkiye'de örtü altında yetiştirilen marullarda doğal enfeksiyon koşullarında *Bacillus subtilis* (1.7×10^9 cfu/g, BS1) ve *B. subtilis* QST 713 (1×10^9 cfu/ml BS2) içeren 2 biyopreparatın etkinliğini belirlemişlerdir. Denemeler süresince inokulum yoğunluğunu artırmak için 5-6 yapraklı dönemde *B. cinerea* inokulasyonu (1×10^6 konidi/ml) da yapılmıştır. Bitkilere dikimden 2 hafta sonra 2 hafta aralıklarla 6 kez antagonistlerle uygulama gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda BS1 %49.38, BS2 %23.03 oranında etkili bulmuşlardır.

Polat ve Coşkuntuna (2014), Türkiye'de sera koşullarında *Bacillus subtilis* & ST713 ırkını (Serenade, 400 ml/da) içeren ticari biyoformulasyonu 2 yıl süre ile test etmişlerdir. İlk yıl denemelerinde biyoformulasyon bitkilere uygulandıktan bir gün sonra patojenin konidi süspansiyonu (5×10^5 konidi/ml) püskürtülmüştür. 2. yıl denemelerinde ise biyoformulasyon patojen inokulasyonundan 10 gün önce uygulanmıştır. Çalışmada uygulamanın ilk yıl denemelerinde %28.8, ikinci yıl denemelerinde %82.62 oranında etkili olduğu bildirilmektedir. Araştırmacılar bu biyopreparatın, marulda kurşuni küf hastalığı için ruhsatlı fungusitlerin yarı dozlarıyla birlikte kullanılması ile daha yüksek etki elde edilebileceğini ileri sürmektedirler.

Cocetta ve ark (2021), asma yaprağından izole edilen *Paenibacillus pasadenensis* R16 ve elma ağacı köklerinden izole edilen *Pseudomonas syringae* 260-02 izolatının Roman marulunda (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia*) *B. cinerea* enfeksiyonunu yüksek oranda önlediğini bildirmektedirler. Araştırmacılar ayrıca her iki antagonistin bazı fizyolojik olaylara [toplam klorofil miktarı, klorofil a, lipid peroksidasyonu (hücre hasarına neden olmaktadır), su miktarı], besin içeriğine (fenolik madde, karotenoidler, vitamin C ve antioksidant kapasite) ve kalitesine (tekstür ve renk) farklı düzeylerde olumlu etki gösterdiğini ileri sürmüşlerdir. Çalışmada serada 2 haftalık fidelere antagonistlerle (10^5 cfu/ml) toprak sulaması yapıldıktan 5 gün sonra patojenin konidileri (10^5 konidi/ml) püskürtme şeklinde inokule edilmiştir. Serada ve raf ömrü süresince belirtiler gözlenmekle birlikte, tam enfeksiyonu görmek amacıyla uygulama yapılan yapraklardan alınan yaprak diskleri su agarına yerleştirilmiş veya tüm yapraklar alınarak nemli bir odada bekletilmiştir. Bu uygulama sonucunda R16 izolatının yaprak disklerinde (%75) ve tüm yaprakta (%90), 260-02 izolatına göre (yaprak diskinde %72.73, tüm yaprakta %63.3 enfeksiyon azalışı) hastalık şiddetini daha yüksek oranda engellediği tespit edilmiştir. Diğer parametreler dikkate alındığında 8 haftalık depolama süreci sonucunda klorofil a, toplam klorofil, antioksidant kapasite ve su miktarı açısından iki uygulama arasında farklılık görülmemiştir. Bununla birlikte, performans indeksi, fenolik madde miktarı, toplam antosiyaninler ve toplam carotenoidler 260-02 izolatının uygulamasında, askorbik asit ve vitamin C R16 izolatının uygulamasında daha yüksek bulunmuştur. R16 izolatu ayrıca lipid peroksidasyonunu önlemiş, bu izolat ile uygulama yapılan marullar daha iyi bir tekstüre ve uygun renk parametrelerine sahip olmuştur.

Suárez-Estrella ve ark. (2023), İspanya'da bitki kompostlarından elde ettikleri *Microbacterium* spp.'ye ait izolatların etkisini önce *in vitro* koşullarda patojenin koloni gelişimi ve kök ağırlığı kriterlerini (Tablo 1) dikkate alarak değerlendirmişlerdir. Bu değerlendirme sonucunda etkili bulunan izolatlar ise saksı koşullarında patojenin enfeksiyonunun engellenmesi ve bitki gelişme parametrelerini göz önünde bulundurularak test edilmiştir. Saksı denemelerinde, tohumlar *in vitro* testlerin 2. bölümde belirtildiği şekilde antagonistlerle muamele edilmiş, oluşan fideler saksılara şaşırtıldıktan 2 hafta sonra patojen inokulasyonu gerçekleştirilmiş, inokulasyondan 3 hafta sonra ise hastalık şiddeti ve bitki gelişme parametreleri tespit edilmiştir. Araştırmacılar tohumlara *M. profundus* (M707) izolatının uygulanması sonucunda hastalık şiddetinin en düşük olduğunu bildirmektedirler. Yine aynı uygulamada, patojenin varlığında dahi yaprak sayısının, yaprak alanının ve kök uzunluğunun sadece patojenle enfekteli bitkilere göre daha yüksek olduğu, taze ve kuru ağırlıktaki azalmanın

ise en düşük olduğu belirtilmektedir. Bununla beraber araştırmada *M. aerolatum* M55 izolatının ise sadece yaprak uzunluğunu arttırdığı ileri sürülmektedir.

Tut ve ark., (2023), Serenade [(*Bacillus amyloliquefaciens Bacillus subtilis* QST 713) ve Prestop (*Gliocladium catenulatum*) 1446] isimli iki ticari preparatın *in vitro* koşullarda antagonistik etkileri (Tablo 1) ile birlikte serada uygulayarak hastalık üzerine etkinliğini belirlemişlerdir. Araştırmacılar sera denemelerinde patojenin ve biyolojik ajanın ekolojisini açıklığa kavuşturmak için, yaprakta hedef alınan kısımların ve yaprak pozisyonların önemini de dikkate almışlardır. Çalışma kapsamında serada yetiştirilen Carter çeşidi marul bitkilerinin baş oluşturma başlangıcında biyopreparatların farklı dozları spray şeklinde uygulandıktan 4 saat sonra patojenin spor süspansiyonu (1×10^6 konidi/ml) püskürtülmüştür. Uygulama yapılan bitiler 48 saat süre ile tamamen kapalı serada (havalandırmaz) tutulmuş, ardından hastalık şiddetini daha doğru belirlemek için bitkilerden alınan 2 adet yaşlı yaprak yüzey dezenfeksiyonu yapılarak, yaprak diski şeklinde ve yaprakların farklı kısımları dikkate alınarak PDA besi ortamına alınmıştır. Yaprak disklerinden yapılan değerlendirme sonucunda Pretestop (5×10^9 konidi/ml) ve Serenade (5×10^9 cfu/ml)'ın en yüksek dozunda hastalığın %75'in üzerinde engellendiği belirlenmiştir. Çalışmada yaprak kısımlarındaki enfeksiyonların değerlendirilmesi sonucunda ise Pretestop'un yaprağın orta kısmı ve en alttaki damar bölgesindeki enfeksiyonları önlemede daha düşük etkiye sahip olduğu, Serenade'nin ise yaprağın tüm kısımlarındaki enfeksiyonların %90'ın üzerinde önleyebildiği ileri sürülmüştür.

Kowalska ve ark. (2024), beyaz lahanaya, çin lahanası ve hıyarın fermente edilmiş sularından elde edilen laktik asit bakterilerine ait izolatların, *B. cinerea*'ya karşı etkisini *in vitro* koşullarda ve koparılmış yaprak testleri ile belirlemişlerdir (Tablo 1), ayrıca bitki ağırlığındaki değişimlerini sera koşullarında değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar, antagonistlerin *Lactobacillus* sıvı ortamında 48 saat süre ile geliştirilmesi sonucunda hazırlanan 5×10^6 cfu/ml konsantrasyonundaki solüsyonu marul fidelerine uyguladıktan (5 ml/bitki) 6 hafta sonra yapılan değerlendirmelerinde *Lactiplantibacillus* sp. (LAB-A) ve *Levilactobacillus* sp. (LAB-B) uygulamaları ile bitki ağırlığında sırasıyla 1.14 ve 1.16 kat artış olduğunu bildirmekteler.

Sonuç

Marulda kurşuni küf hastalığının biyolojik ajanlarla kontrolüne yönelik çalışmalar incelendiğinde, bazı biyoajanların ya da ticari preparatların sadece *in vitro* koşullarda ikili karşılaştırma testleri ile etkilerinin değerlendirildiği görülmektedir. Bununla beraber bu çalışmalardan bazılarında *in vitro* testlerde

başarılı bulunan antagonistlerin saksı ya da sera denemelerinde de etkili olabildikleri gösterilmiştir. Bir kısım çalışmada ise biyolojik mücadele uygulamalarının bitki gelişme parametrelerini ve marulun insan sağlığı için önemli biyokimyasal yapısını da olumlu bir şekilde etkilediği tespit edilmiştir. 1987 yılından itibaren farklı ülkelerde yapılan çalışmalar arasında ülkemizdeki çalışmaların da yer alması ümit vericidir. Nitekim ülkemizde marulda *B. cinerea*'ya karşı ruhsatlı biyolojik fungusitin (*Bacillus amyloliquefaciens* ırkı MBI 600 $>5.5 \times 10^{10}$ cfu/) bulunması (Anonim, 2024) sevindiricidir. Derlemede daha önce yapılan çalışmalarda kullanılan yöntemler mümkün olduğunca metot detaylarıyla anlatılmıştır. Bu araştırma sonuçları marulda kurşuni küf hastalığına karşı ileride yapılacak biyolojik mücadele çalışmaları için önemli bir veri tabanı durumundadır.

Kaynaklar

- Anonim (2024). Bitki Koruma Ürünleri Veri tabanı. Erişim Adresi: <https://bku.tarimorman.gov.tr/Zararli/Details/1252>. (Erişim tarihi: 05.12.2024).
- Alström, S., & Gerhardson, B. (1987). Characteristics of a *Serratia plymuthica* isolate from plant rhizospheres. *Plant and Soil*, 103, 185-189.
- Bhatoa, G.S., & Mirza, M. (2019). Managing Botrytis: A serious disease in greenhouse lettuce. <https://www.greenhousecanada.com/managing-botrytis-a-serious-disease-in-greenhouse-lettuce-33048/>
- Card, S., Jaspers, M. V., Walter, M., & Stewart, A. (2002). Evaluation of microorganisms for biocontrol of grey mould on lettuce. *New Zealand Plant Protection*, 55, 197-201.
- Chatzidimopoulos, M., Papaevaggelou, D., & Pappas, A. C. (2013). Detection and characterization of fungicide resistant phenotypes of *Botrytis cinerea* in lettuce crops in Greece. *European Journal of Plant pathology*, 137, 363-376.
- Cocetta, G., Passera, A., Vacchini, V., Shahzad, G.R., Cortellino, G., Picchi, V., Ferrante, A., Casati, P., & Piazza, L. (2021). Use of microbial inoculants during cultivation maintain the physiological, nutritional and technological quality of fresh-cut romaine lettuce. *Postharvest Biology and Technology*, 175, 111411.
- Coşkuntuna, A., Yonsel, Ş., Özer, N., Demir, M., Ateş, D. (2011). Marulda kurşuni küf hastalığının örtü altı koşullarında biyolojik mücadelesi. *Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri*, 28-30 Haziran 2011, Kahramanmaraş, s-484.
- De Meyer, G., Bigirimana, J., Elad, Y., & Höfte, M. (1998). Induced systemic resistance in *Trichoderma harzianum* T39 biocontrol of *Botrytis cinerea*. *European Journal of Plant Pathology*, 104, 279-286.
- Demir, M. (2009). Marulda *Botrytis cinerea*'ya karşı *in vitro* koşullarda biyolojik savaşım olanakları üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi
- Fiddaman, P. J., O'Neill, T. M., & Rossall, S. (2000). Screening of bacteria for the suppression of *Botrytis cinerea* and *Rhizoctonia solani* on lettuce (*Lactuca sativa*) using leaf disc bioassays. *Annals of Applied Biology*, 137(3), 223-235.
- Fiume, F., & Fiume, G. (2005). Biological control of Botrytis gray mould and Sclerotinia drop in lettuce. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*, 70(3):157-68.

- Hung, H. C., Joshipura, K. J., Jiang, R., Hu, F. B., Hunter, D., Smith-Warner, S. A., Colditz, G. A., Rosner, B., Spiegelman, D., & Willett, W. C. (2004). Fruit and vegetable intake and risk of major chronic disease. *Journal of the National Cancer Institute*, 96(21), 1577-1584.
- Kaur, N., Chugh, V., & Gupta, A. K. (2014). Essential fatty acids as functional components of foods-a review. *Journal of Food Science and Technology*, 51, 2289-2303.
- Kowalska, B., Szczech, M., & Lisek, A. (2024). Inhibition of *Botrytis cinerea* and *Escherichia coli* by lactic acid bacteria on leafy vegetables. *Agriculture*, 14(8), 1228.
- Kris-Etherton, P. M., Hecker, K. D., Bonanome, A., Coval, S. M., Binkoski, A. E., Hilpert, K. F., Griel, A. E., & Etherton, T. D. (2002). Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. *The American Journal of Medicine*, 113(9), 71-88.
- Morris, M. C., Evans, D. A., Tangney, C. C., Bienias, J. L., & Wilson, R. S. (2006). Associations of vegetable and fruit consumption with age-related cognitive change. *Neurology*, 67(8), 1370-1376.
- Pavia, M., Pileggi, C., Nobile, C. G., & Angelillo, I. F. (2006). Association between fruit and vegetable consumption and oral cancer: a meta-analysis of observational studies. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 83(5), 1126-1134.
- Polat, Z., & Coşkuntuna, A. (2014). Investigation of control possibilities against Grey mould (*Botrytis cinerea* Pers.) in lettuce under greenhouse conditions. *Plant Protection Bulletin*, 54(4), 371-380.
- Reglinski, T., Lyon, G. D., & Newton, A. C. (1995). The control of *Botrytis cinerea* and *Rhizoctonia solani* on lettuce using elicitors extracted from yeast cell walls. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 102(3), 257-266.
- Sanogo, S., Dura, S., Lujan, P., Barraza, J., & Kapran, B. (2019). Occurrence of Botrytis crown rot caused by *Botrytis cinerea* in lettuce in southern New Mexico. *Plant Health Progress*, 20, 120–121.
- Soetan, K. O., Olaiya, C. O., & Oyewole, O. E. (2010). The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants: A review. *African Journal of Food Science*, 4(5), 200-222.
- Suárez-Estrella, F., Jurado, M. M., López-González, J. A., Toribio, A., Martínez-Gallardo, M. R., Estrella-González, M. J., & López, M. J. (2023). Seed priming by application of *Microbacterium* spp. strains for control of *Botrytis cinerea* and growth promotion of lettuce plants. *Scientia Horticulturae*, 313, 111901.

- Tut, G., Magan, N., Brain, P., & Xu, X. (2021). Critical evaluation of two commercial biocontrol agents for their efficacy against *B. cinerea* under *in vitro* and *in vivo* conditions in relation to different abiotic factors. *Agronomy*, *11*(9), 1868.
- Türkiye İstatistik Kurumu (2023). (TUIİK), Bitkisel Üretim İstatistikleri. Erişim adresi: <http://www.tuik.gov.tr>. (Erişim tarihi: 05.12.2024).
- Wahab, H. A., Malek, A., & Ghobara, M. (2020). Effects of some plant extracts, bioagents, and organic compounds on *Botrytis* and *Sclerotinia* molds. *Acta Agrobotanica*, *73*(2), 7321
- Weber, R. W., & Wichura, A. (2013). Fungicide resistance of *Botrytis cinerea* on lettuce in Northern Germany. *Journal of Plant Diseases and Protection*, *120*(3), 115-121.

19. Bölüm

Solar Radyasyona Dayalı Bazı Referans Evapotranspirasyon Tahmin Modellerinin Doğu Anadolu Bölgesi Koşullarında Karşılaştırılması

Selçuk USTA¹

¹ Dr. Öğr. Üyesi; Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Van Meslek Yüksekokulu İnşaat Bölümü. susta@yyu.edu.tr
ORCID No: 0000-0001-8970-7333

ÖZET

Bu çalışmada, solar radyasyona dayalı referans evapotranspirasyon (ET_0) tahminlerinde kullanılan beş ampirik modelin (Irmak, Caprio, Jensen & Haise, Abteu, Makkink) Doğu Anadolu Bölgesi iklim ve çevre koşulları altındaki kullanılabilirlik ve güvenilirlik düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bölge sınırları içerisinde yer alan on dört şehrin 1991 ile 2020 yılları arasında ölçülen 30 yıllık aylık ortalama iklim verileri kullanılarak Nisan – Ekim dönemi için yürütülen testlerde, standart FAO-56 Penman & Monteith eşitliği karşılaştırma kriteri olarak dikkate alınmıştır. Bu eşitlik ile hesaplanan aylık ortalama ET_0 değerleri çalışma kapsamında gerçek değerler olarak kabul edilmiştir. Solar radyasyona dayalı beş model tarafından tahmin edilen aylık ortalama ET_0 değerleri ile gerçek ET_0 değerlerinin karşılaştırılmasında; ortalama mutlak hata (MAE), ortalama mutlak yüzde hata (MAPE), karekök ortalama karesel hata (RMSE) ve Nash–Sutcliffe etkinlik katsayısı (NSE) istatistiksel yaklaşımlarından faydalanılmıştır. Bölge geneli için yapılan değerlendirmelere göre, en yüksek tahmin performansına sahip model Irmak olmuştur. Bu modeli sırasıyla Caprio, Jensen & Haise, Abteu ve Makkink izlemiştir. Birbirine çok yakın performanslar sergileyen Irmak (MAE= 0.38 mm gün⁻¹, MAPE= %8.62, RMSE= 0.44 mm gün⁻¹, NSE= 0.84) ve Caprio (MAE= 0.37 mm gün⁻¹, MAPE= %9.44, RMSE= 0.47 mm gün⁻¹, NSE= 0.75) modellerinin Doğu Anadolu Bölgesi koşullarındaki aylık ortalama ET_0 tahminlerinde FAO-56 Penman & Monteith eşitliğinin alternatifi olarak kullanılabilceği sonucuna ulaşılmıştır. Bu modellerin, bölge koşullarında oluşturulabilecek sulama ve drenaj sistemleri ile sulama kanalı ve kanalet gibi su iletim yapılarının projelendirme çalışmalarında faydalı olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler – Güvenilirlik Analizi, Penman & Monteith, Referans Evapotranspirasyon, Solar Radyasyon, Tahmin Modeli.

1. GİRİŞ

Su kaynaklarının doğru yönetimi ve gelecekteki kullanımlarının önceliklendirilmesi amacıyla hidroloji bilimi kapsamında yürütülen bir çok çalışmada doğru ölçülen veya tahmin edilen ET_0 verilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Günümüzde ET_0 tahminlerinde en çok tercih edilen yöntemlerin başında Penman & Monteith (PM) gelmektedir. Penman tarafından 1948 yılında oluşturulan ve zaman içerisinde Monteith tarafından bazı sabiteler eklenerek daha da geliştirilen bu yöntem, 1998 yılında Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından referans çim bitkisine uyarlanarak PM eşitliği FAO-56 modifikasyonu adı altında kullanıma sunulmuştur (Penman, 1948, Monteith, 1965; Allen ve ark., 1998). Doğruluğu ve güvenilirliği bir çok çalışma ile kanıtlanan FAO-56 PM, günümüzde standart ET_0 tahmin yöntemi olarak kabul edilmektedir (Lage ve ark., 2003; Jacobs ve ark., 2004; Trajković ve Gocić, 2010).

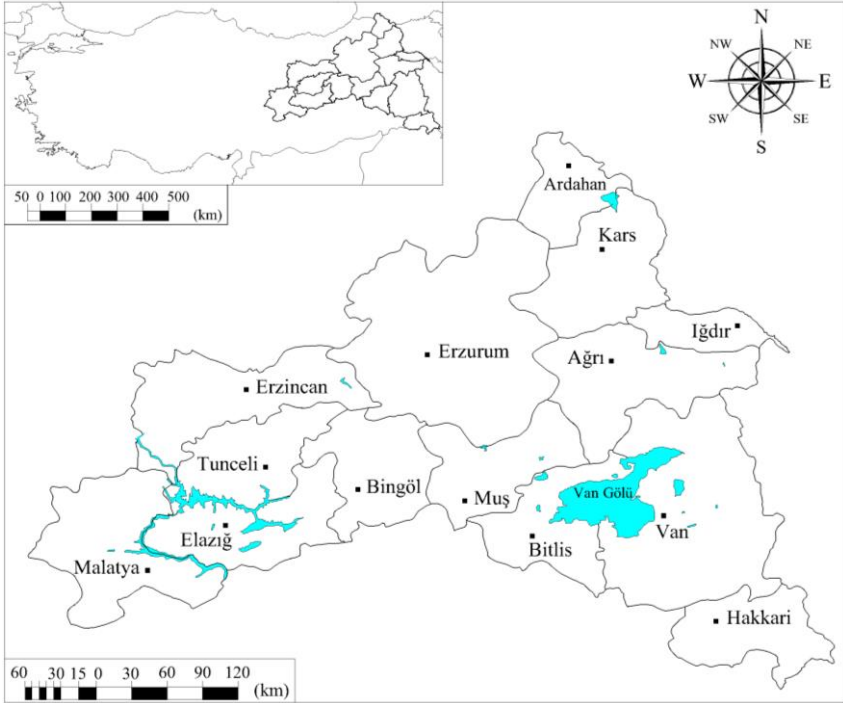
FAO-56 PM eşitliği giriş parametrelerinin (hava sıcaklığı, oransal nem, solar radyasyon, rüzgâr hızı, topraktaki ısı akısı) ölçüldüğü meteorolojik yer gözlem istasyonlarının dünya genelinde yeterince yaygın olmaması ve ölçme cihazların yüksek maliyeti bu eşitliğin kullanımını kısıtlamaktadır. Tarımsal üretim faaliyetlerinin ağırlıklı olarak yürütüldüğü kırsal bölgelerde bu parametrelerin tamamı devamlı ve düzenli olarak ölçülememektedir. Bu nedenle, kolay ölçülebilir yada tahmin edilebilir daha az sayıdaki iklim parametresinin giriş değişkenleri olarak kullanıldığı ampirik ET_0 tahmin yöntemlerine ihtiyaç duyulabilmektedir. Bu doğrultuda hava sıcaklığı (Blaney ve Criddle, 1950; Schendel, 1967; Hargreaves ve Samani, 1985), solar radyasyon (Makkink, 1957; Jensen ve Haise, 1963; Priestley ve Taylor, 1972; Caprio, 1974; Abteu, 1996; Irmak ve ark., 2003) ve kütle transferine (Dalton, 1802; Meyer, 1926; Rohwer, 1931; Romanenko, 1961; Mahringer, 1970) dayalı olarak ET_0 tahminlerinde kullanılacak çok sayıda ampirik model geliştirilmiştir. Bu modellerin kullanılabilirlik ve güvenilirlik düzeyleri iklim ve çevre koşullarına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle kullanılacakları yerel koşullarda test edilmeleri ve gerekiyorsa kalibre edilmeleri gerekmektedir.

Bu çalışmada, solar radyasyona dayalı Makkink (Makkink, 1957), Jensen & Haise (Jensen ve Haise, 1963), Caprio (Caprio, 1974), Abteu (Abteu, 1996) ve Irmak (Irmak ve ark., 2003) modellerinin Doğu Anadolu Bölgesi iklim ve çevre koşullarında gerçekleştirilecek aylık ortalama ET_0 tahminlerindeki kullanılabilirlik ve güvenilirlik düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bölgedeki nüfusun çoğunluğunun geçim kaynağı tarım ve hayvancılığa dayalıdır. IPCC (2013) raporlarına göre kuraklık riski altında bulunan bölgede, son yıllarda yaşanan kuraklıktan dolayı tarımsal üretimde sulamaya her

zamankinden daha fazla ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle çalışma alanı olarak Doğu Anadolu Bölgesi Seçilmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Yüzölçümü bakımından Türkiye'nin %21'ini oluşturan Doğu Anadolu Bölgesi, 36° 57' – 41° 37' kuzey (N) enlemleri ile 38° 45' – 44° 49' doğu (E) boylamları arasında yer almaktadır. Bölgenin Türkiye haritası üzerindeki konumu Şekil 1'de gösterilmiştir. Günlük ortalama hava sıcaklığı ve oransal nemin bölge geneli yıllık ortalama değerleri sırasıyla 10.20 °C ve %60.20 düzeyindedir. Karasal iklimin egemen olduğu bölgede ortalama yıllık toplam yağış miktarı ise 579 mm düzeyindedir (DMİ, 2023).



Şekil 1: Doğu Anadolu Bölgesi

Doğu Anadolu Bölgesi sınırları içerisinde yer alan on dört şehrin 1991 ve 2020 yılları arasında ölçülen günlük maksimum ve minimum sıcaklıkları (T_{max} , T_{min}), oransal nem (RH), zemin yüzeyinden 2 m yükseklikte ölçülen rüzgâr hızı (U_2), güneşlenme süresi (n) ve solar radyasyon (R_s) verilerinin 30 yıllık aylık ortalama değerleri bu çalışmanın materyalini oluşturmaktadır. Çalışma, bölge genelinde ağırlıklı olarak yetiştiriciliği yapılan tarımsal ürünlerin ekim–dikim zamanları ile birlikte büyüme mevsimi uzunlukları dikkate alınarak Nisan –

Ekim dönemi için yürütülmüştür. Bölgedeki şehirlerin enlem, boylam ve rakımları Tablo 1’de, bölge geneli aylık ortalama iklim verileri ise Tablo 2’de verilmiştir (DMİ, 2023).

Tablo 1: Doğu Anadolu Bölgesi Şehirlerinin Enlem, Boyam ve Rakımları

Şehir	Enlem (°N)	Boylam (°E)	Rakım (m)	Şehir	Enlem (°N)	Boyla (°E)	Rakım (m)
Ağrı	39.75	43.05	1632	Hakkâri	37.56	43.76	1720
Ardahan	41.13	42.70	1829	Iğdır	39.93	44.03	858
Bingöl	38.86	40.50	1177	Kars	40.60	43.08	1775
Bitlis	38.36	42.10	1559	Malatya	38.43	38.08	849
Elazığ	38.60	39.28	882	Muş	38.73	41.50	1335
Erzincan	39.73	39.50	1215	Tunceli	39.31	39.44	919
Erzurum	39.91	41.26	1758	Van	38.45	43.31	1661

Tablo 2: Doğu Anadolu Bölgesi Aylık Ortalama İklim Verileri (1991–2020)

Ay	T _{max} (°C)	T _{min} (°C)	RH (%)	U ₂ (km gün ⁻¹)	n (saat)	R _s (MJ m ⁻² gün ⁻¹)
Nisan	13.72	3.34	62.89	139.00	6.31	17.17
Mayıs	19.52	7.34	59.00	140.39	7.86	21.16
Haziran	24.89	11.33	52.00	141.00	10.28	25.16
Temmuz	29.67	15.18	46.22	148.50	11.25	26.04
Ağustos	29.78	14.75	44.11	138.83	10.92	23.91
Eylül	25.58	10.46	45.78	127.83	9.46	19.18
Ekim	18.34	5.17	58.39	105.39	7.01	12.99
Ortalama	23.07	9.65	52.63	134.42	9.00	20.80

Solar radyasyona dayalı beş referans evapotranspirasyon tahmin modelinin Doğu Anadolu Bölgesi iklim ve çevre koşulları altındaki kullanılabilirlik ve güvenilirlik düzeylerinin belirlenmesi amacıyla yapılan karşılaştırmalarda, standart FAO-56 Penman & Monteith eşitliği karşılaştırma kriteri olarak dikkate alınmıştır (Eşitlik 1). Bu eşitliğe dayalı CROPWAT yazılımı ile hesaplanan aylık ortalama ET_o değerleri gerçek değerler olarak kabul edilmiştir (Allen ve ark., 1998; FAO, 2023).

$$ET_o = \frac{0.408 \times \Delta \times (R_n - G) + \gamma \times \left(\frac{900}{T + 273} \right) \times U_2 \times (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma \times (1 + 0.34 \times U_2)} \quad (1)$$

Standart FAO-56 Penman & Monteith eşitliğinde; ET_o , referans evapotranspirasyon ($mm\ gün^{-1}$); Δ , doymun buhar basıncı eğrisinin eğimi ($kPa\ ^\circ C^{-1}$); R_n , net radyasyon ($MJ\ m^{-2}\ gün^{-1}$); G , topraktaki ısı akısı değişimi ($MJ\ m^{-2}\ gün^{-1}$); γ , psikometrik sabit ($kPa\ ^\circ C^{-1}$); T , ortalama hava sıcaklığı ($^\circ C$); U_2 , zemin yüzeyinden 2 m yükseklikteki rüzgâr hızı ($m\ s^{-1}$); e_s ve e_a , doymun ve gerçek buhar basınçlarını (kPa) ifade etmektedir. CROPWAT yazılımı ile yapılan hesaplamalarda U_2 $km\ gün^{-1}$ cinsinden kullanılmıştır.

Çalışma kapsamında değerlendirilen solar radyasyona dayalı ET_o tahmin modelleri Tablo 3’de verilmiştir. Bu modellerin bazı değişkenleri (Δ , γ , λ , R_n) FAO tarafından hazırlanan 56 sayılı “Sulama ve Drenaj” yayını kullanılarak belirlenmiştir (Allen ve ark., 1998). Çalışmanın bulguları ve sonuçları kapsamında oluşturulan tablo ve şekillerde FAO-56 Penman & Monteith “FAO-56 PM”, Makkink “Mak”, Jensen & Haise “JH”, Caprio “Cap”, Abtew “Abt” ve Irmak “Irm” kısaltmaları ile ifade edilmiştir.

Tablo 3: Solar Radyasyona Dayalı ET_o Tahmin Modelleri

Model	Eşitlik	Eşitlik No.
Makkink	$ET_o = 0.61 \times \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} \times \frac{R_s}{2.45} - 0.12$	(2)
Jensen & Haise	$ET_o = \frac{(0.025 \times T + 0.08) \times R_s}{\lambda}$	(3)
Caprio	$ET_o = 0.01092708 \times T + 0.0060706 \times R_s$	(4)
Abtew	$ET_o = 0.408 \times 0.01786 \times R_s \times T_{max}$	(5)
Irmak	$ET_o = 0.079 \times T + 0.149 \times R_s - 0.611$	(6)

Modeller kullanılarak tahmin edilen aylık ortalama ET_o değerleri ile FAO-56 PM eşitliği kullanılarak hesaplanan gerçek ET_o değerlerinin karşılaştırılmasında; ortalama mutlak hata (MAE) (Eşitlik 7), ortalama mutlak yüzde hata (MAPE) (Eşitlik 8), karekök ortalama karesel hata (RMSE) (Eşitlik 9) ve Nash–Sutcliffe etkinlik katsayısı (NSE) (Eşitlik 10) yaklaşımlarından faydalanılmıştır. MAPE yaklaşımına göre modellerle tahmin edilen ET_o değerlerinin doğruluğu; $MAPE < \%10$ ise “çok iyi”, $\%10 \leq MAPE < \%20$ ise “iyi”, $\%20 \leq MAPE < \%50$ ise “kabul edilebilir” ve $MAPE \geq \%50$ ise “uyumsuz” olarak değerlendirilirken, NSE yaklaşımına göre; $NSE \geq 0.75$ ise “iyi”, $0.36 \leq NSE < 0.75$ ise “kabul edilebilir” ve $NSE < 0.36$ ise “uyumsuz” olarak değerlendirilmiştir (Nash ve Sutcliffe, 1970; De Myttenaere ve ark., 2016; Lufi ve ark., 2020). Aşağıdaki eşitliklerde; X_i ve Y_i , sırasıyla gerçek ve

tahmini ET_o değerlerini (mm gün^{-1}); \hat{X} , gerçek ET_o değerlerinin ortalamasını (mm gün^{-1}) ve n , gözlem sayısını ifade etmektedir.

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i:1}^n |X_i - Y_i| \quad (7)$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i:1}^n \left| \frac{X_i - Y_i}{X_i} \right| \times 100 \quad (8)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i:1}^n (X_i - Y_i)^2} \quad (9)$$

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - Y_i)^2}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad (10)$$

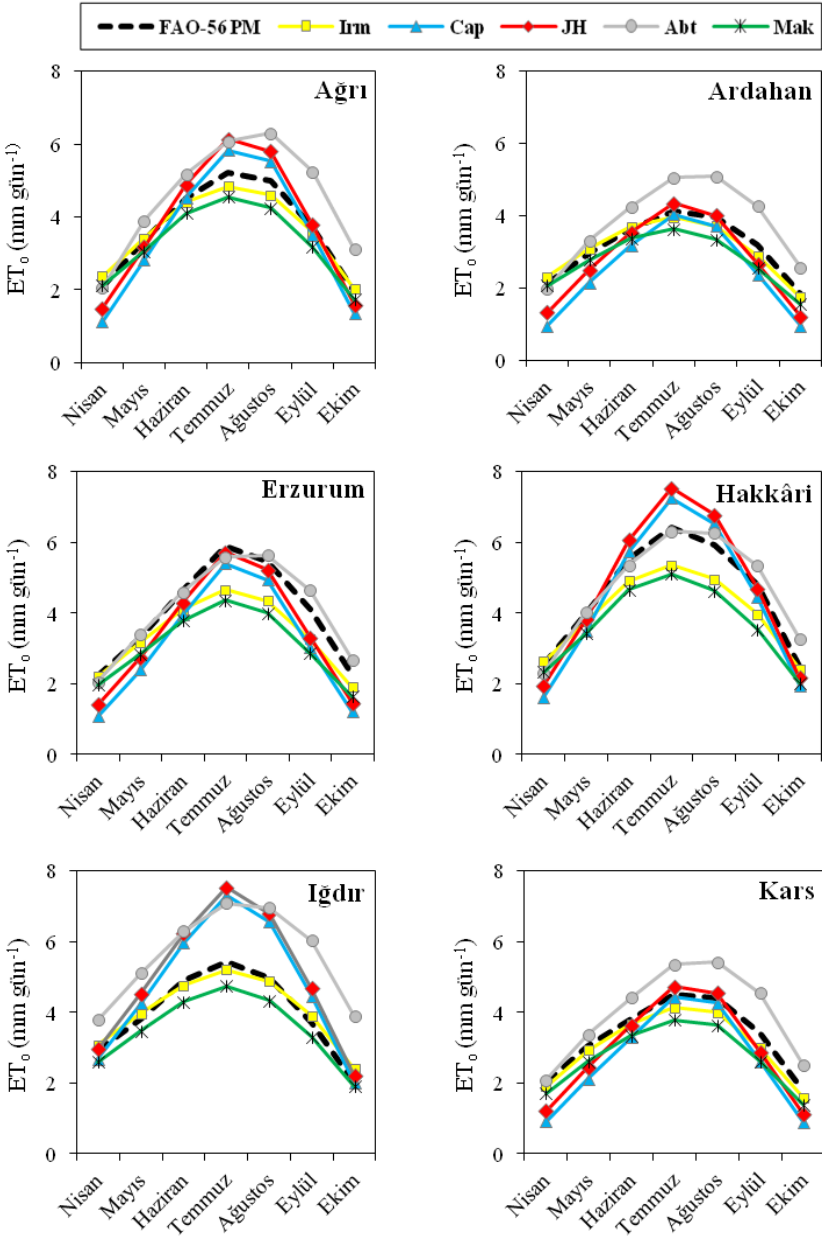
3. BULGULAR VE TARTIŞMA

FAO-56 PM eşitliğine dayalı CROPWAT yazılımı ile şehir bazında hesaplanan aylık ortalama gerçek ET_o değerleri Tablo 4’de verilmiştir. Doğu Anadolu Bölgesi genelinde en düşük ve en yüksek aylık ortalama ET_o değerleri sırasıyla Ekim ($1.80\text{--}2.85 \text{ mm gün}^{-1}$) ve Temmuz ($4.13\text{--}7.47 \text{ mm gün}^{-1}$) ayları için elde edilmiştir. Bölge geneli aylık ortalama ET_o değerleri; Nisan için 2.57 mm gün^{-1} , Mayıs için 3.75 mm gün^{-1} , Haziran için 5.06 mm gün^{-1} , Temmuz için 5.95 mm gün^{-1} , Ağustos için 5.54 mm gün^{-1} , Eylül için 4.14 mm gün^{-1} ve Ekim için 2.26 mm gün^{-1} olarak belirlenmiştir. Bölge geneli Nisan – Ekim dönemi sezonluk ortalama ET_o değeri 4.18 mm gün^{-1} olarak elde edilmiştir. En düşük sezonluk ortalama ET_o değerine sahip şehir, bölgenin en çok yağış alan şehri konumundaki Ardahan (3.13 mm gün^{-1}) olmuştur. Hava sıcaklığının maksimum düzeylere ulaştığı Haziran (6.30 mm gün^{-1}), Temmuz (7.47 mm gün^{-1}) ve Ağustos (7.03 mm gün^{-1}) aylarında en yüksek ET_o değerlerinin gerçekleştiği Bingöl, 5.09 mm gün^{-1} değeri ile en yüksek sezonluk ortalama ET_o değerine sahip şehir olmuştur. Bölgenin doğusuna göre daha düşük rakımlarda konumlanan bölgenin batısındaki Tunceli, Elazığ ve Malatya şehirlerinin bölge ortalamasından daha yüksek sezonluk ortalama ET_o değerlerine sahip oldukları görülmüştür. Doğu Anadolu Bölgesi genelinde kuzey–güney doğrultusunda artan hava sıcaklığına paralel olarak ET_o ’ın artma eğilimi gösterdiği gözlemlenmiştir.

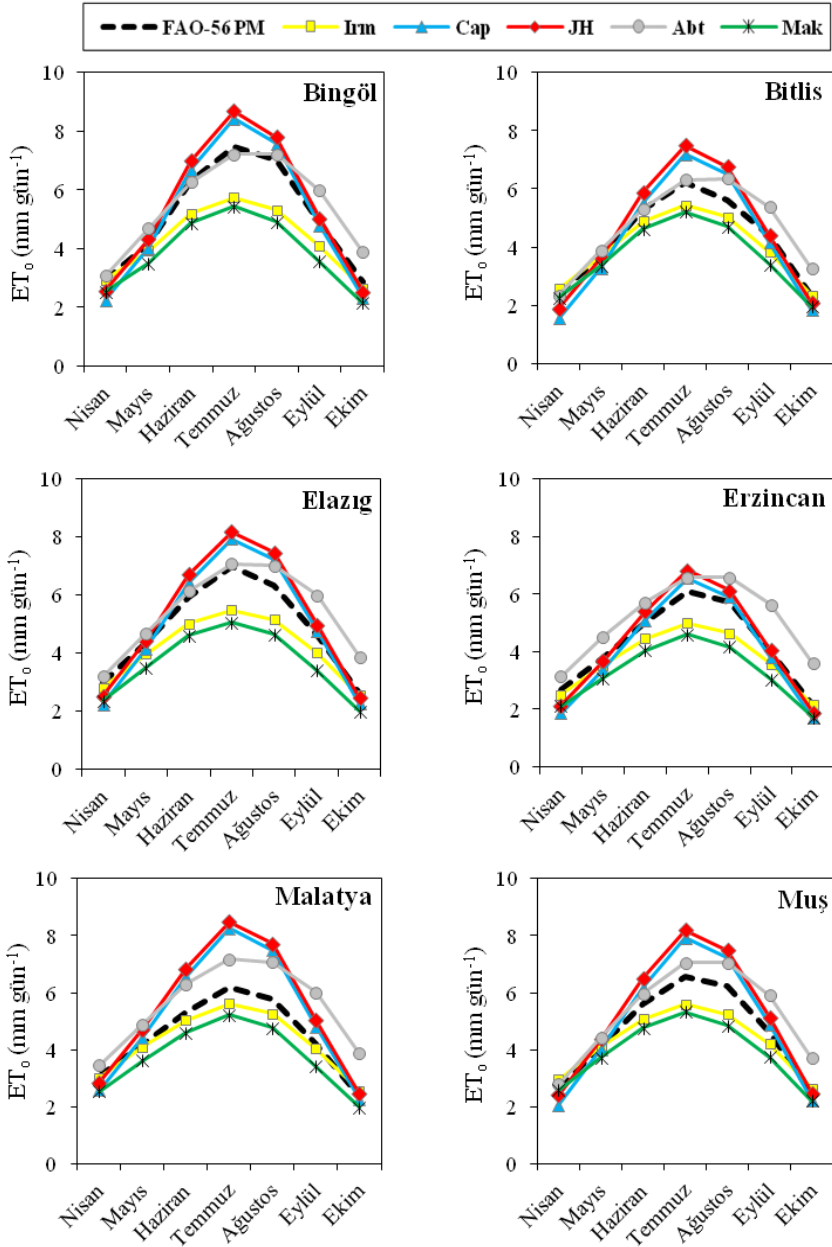
Tablo 4: Aylık Ortalama Gerçek ET_o Değerleri

Şehir	ET _o (mm gün ⁻¹)							
	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Ort.
Ağrı	2.07	3.37	4.52	5.23	4.99	3.70	1.95	3.69
Ardahan	2.13	2.97	3.66	4.13	3.97	3.20	1.85	3.13
Bingöl	2.95	4.15	6.30	7.47	7.03	4.90	2.85	5.09
Bitlis	2.43	3.65	5.27	6.21	5.61	4.40	2.30	4.27
Elazığ	2.97	4.39	5.94	6.99	6.34	4.60	2.60	4.83
Erzincan	2.69	3.77	5.02	6.09	5.73	4.00	2.15	4.21
Erzurum	2.24	3.31	4.63	5.91	5.48	4.10	2.25	3.98
Hakkâri	2.56	3.98	5.52	6.41	5.93	4.80	2.50	4.53
Iğdır	2.91	3.81	4.89	5.44	4.97	3.70	2.00	3.96
Kars	2.04	3.05	3.81	4.49	4.41	3.40	1.80	3.29
Malatya	3.06	4.19	5.32	6.18	5.76	4.20	2.35	4.44
Muş	2.66	4.13	5.61	6.56	6.22	4.60	2.50	4.61
Tunceli	2.94	4.18	5.71	6.86	6.31	4.50	2.40	4.70
Van	2.38	3.54	4.62	5.28	4.83	3.80	2.20	3.81
Ortalama	2.57	3.75	5.06	5.95	5.54	4.14	2.26	4.18

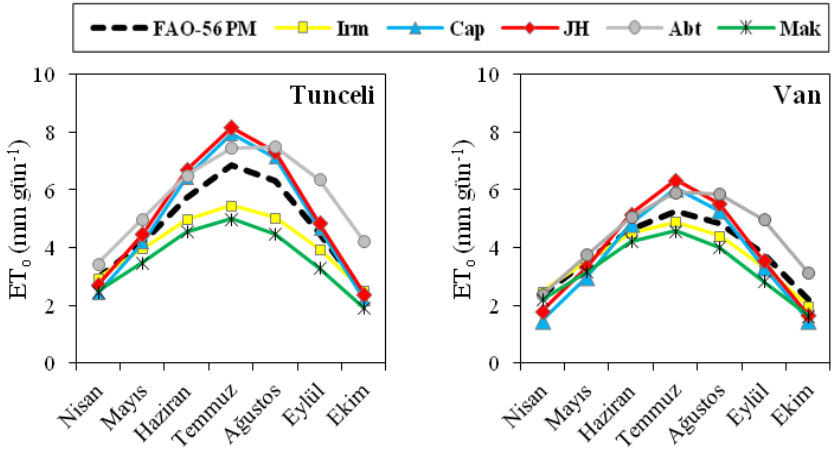
Solar radyasyona dayalı beş model kullanılarak şehir bazında tahmin edilen aylık ortalama ET_o değerleri; Ağrı, Ardahan, Erzurum, Hakkâri, Iğdır ve Kars için Şekil 2a'da; Bingöl, Bitlis, Elazığ, Erzincan, Malatya ve Muş için Şekil 2b'de; Tunceli ve Van için ise Şekil 2c'de verilmiştir.



FAO-56 PM eşitliğine dayalı CROPWAT yazılımı vasıtasıyla belirlenen gerçek ET₀ değerleri ile modeller kullanılarak tahmin edilen ET₀ değerleri arasında farklılıklar olsada, genel olarak senkronize hareket ettikleri Şekil 2a, Şekil 2b ve Şekil 2c'deki grafiklerde açıkça görülmektedir.



Şekil 2b: Modellerle Tahmin Edilen Aylık Ortalama ET_0 Değerleri



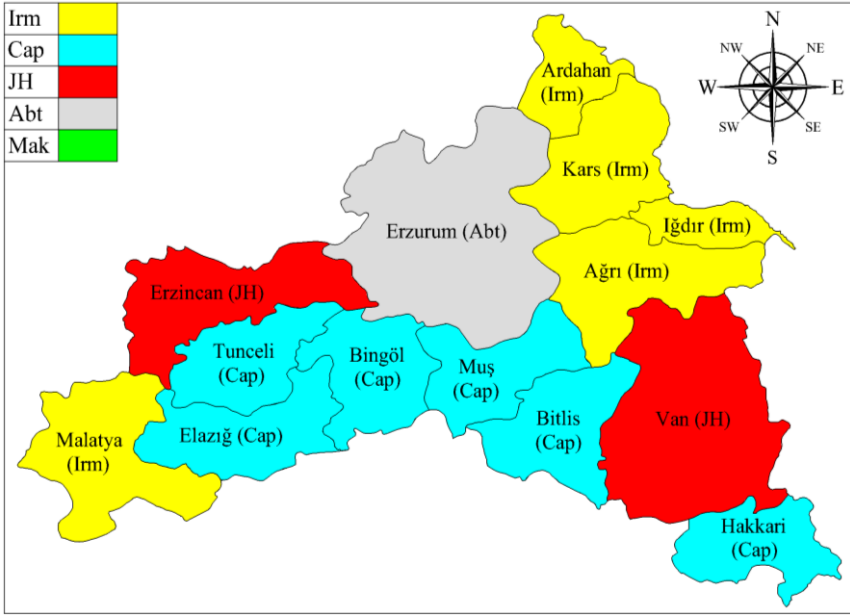
Şekil 2c: Modellerle Tahmin Edilen Aylık Ortalama ET₀ Değerleri

Modeller kullanılarak tahmin edilen aylık ortalama ET₀ değerlerinin Nisan – Ekim dönemi sezonluk ortalamaları Tablo 5’de verilmiştir. Irmak, Caprio ve Makkink modellerinin aylık ortalama ET₀ değerlerini olması gerekenden daha düşük, Abtew ve Jensen & Haise modellerinin ise daha yüksek tahmin ettikleri gözlemlenmiştir. Irmak ve Caprio ile tahmin edilen ET₀ değerlerinin gerçek ET₀ değerlerine daha yakın olduğu görülmüştür.

Tablo 5: Şehir Bazında Nisan – Ekim Dönemi Ortalama ET₀ Değerleri

Şehir	ET ₀ (mm gün ⁻¹)					
	FAO-56 PM	Abt	Mak	JH	Cap	Irm
Ağrı	3.69	4.55	3.28	3.84	3.53	3.61
Ardahan	3.13	3.79	2.76	2.80	2.48	3.06
Bingöl	5.09	5.48	3.85	5.42	5.15	4.27
Bitlis	4.27	4.69	3.65	4.59	4.29	3.97
Elazığ	4.83	5.43	3.65	5.25	5.01	4.15
Erzincan	4.21	5.11	3.25	4.30	4.04	3.70
Erzurum	3.98	4.09	3.07	3.45	3.15	3.38
Hakkâri	4.53	4.70	3.67	4.72	4.43	4.00
İğdır	3.96	5.59	3.52	4.99	4.75	4.03
Kars	3.29	3.96	2.73	2.94	2.65	3.03
Malatya	4.44	5.54	3.74	5.44	5.20	4.23
Muş	4.61	5.27	3.89	5.23	4.94	4.26
Tunceli	4.70	5.78	3.60	5.23	4.99	4.12
Van	3.81	4.44	3.24	3.91	3.63	3.59

Doğu Anadolu Bölgesi genelinde şehir bazında en iyi tahmin performansına sahip modeller Şekil 3’de verilen bölge haritası üzerinde gösterilmiştir. Bölgenin kuzeydoğusundaki Ardahan, Kars, Iğdır ve Ağrı şehirlerinde en iyi ve en kötü tahmin performanslarına sahip modeller sırasıyla Irmak ve Abtew olmuştur. Irmak modeli kullanılarak bu şehirler için yapılan tahminlerde doğruluk oranı % 92.24 (MAE= 0.26 mm gün⁻¹, MAPE= %7.76) ile %98.23 (MAE= 0.07 mm gün⁻¹; MAPE= %1.77) arasında değişen aylık ortalama ET₀ değerleri elde edilmiştir. Abtew modeli ile yapılan tahminlerde ise doğruluk oranı % 58.73 (MAE= 1.64 mm gün⁻¹, MAPE= %41.27) ile %79.55 (MAE= 0.67 mm gün⁻¹, MAPE= %20.45) arasında değerler almıştır. Ardahan, Kars, Iğdır ve Ağrı şehirlerinde Irmak modeline en yakın performansı gösteren model Jensen & Haise olmuştur (MAE= 0.15 – 0.35 mm gün⁻¹, MAPE= %4.11 – 10.50).



Şekil 3: Şehir Bazında En İyi Tahmin Performansına Sahip Modeller

Irmak ve Abtew modellerinin sırasıyla en iyi ve en kötü tahmin performanslarına sahip olduğu bir diğer şehir de bölgenin en batısında yer alan Malatya olmuştur. Bu şehir için Irmak modeli ile yapılan tahminlerde doğruluk oranı %95.40 (MAE= 0.21 mm gün⁻¹, MAPE= %4.60) düzeyine ulaşan aylık ortalama ET₀ değerleri elde edilmiştir. Abtew modeli kullanılarak yapılan tahminlerde ise doğruluk oranı %75.08 (MAE= 1.11 mm gün⁻¹, MAPE= %24.92) ile daha düşük düzeyde gerçekleşmiştir. Bu şehirde Irmak modeline en

yakın performansı gösteren model Makkink olmuştur (MAE= 0.70 mm gün⁻¹, MAPE= %15.82).

Genel olarak, bölgenin doğusunda en kötü tahmin performansına sahip olan Abteu, Erzurum koşullarında en yüksek tahmin performansına sahip model olmuştur (MAE= 0.09 mm gün⁻¹, MAPE= %2.50). Bu modele en yakın performansı Irmak modeli göstermiştir (MAE= 0.54 mm gün⁻¹, MAPE= %13.47). Erzurum koşullarında en kötü tahmin performansına sahip model ise Makkink olmuştur (MAE= 0.92 mm gün⁻¹, MAPE= %23.05). Doğu Anadolu Bölgesi ortalamasından daha yüksek hava sıcaklığı ve dolayısıyla ET_o değerlerine sahip olan Tunceli, Bingöl ve Elazığ ile birlikte Muş, Bitlis ve bölgenin en güneyindeki Hakkâri’de en yüksek ve en düşük doğruluğa sahip aylık ET_o değerleri sırasıyla Caprio (MAE= 0.02 – 0.33 mm gün⁻¹, MAPE= %0.53 – 7.07) ve Makkink (MAE= 0.62 – 1.24 mm gün⁻¹, MAPE= %14.56 – 24.44) tarafından tahmin edilmiştir. Caprio modeli kullanılarak; Bitlis için %99.47 (MAE= 0.02 mm gün⁻¹, MAPE= %0.53), Bingöl için %98.79 (MAE= 0.06 mm gün⁻¹, MAPE= %1.21), Hakkâri için %97.89 (MAE= 0.09 mm gün⁻¹, MAPE= %2.11), Elazığ için %96.40 (MAE= 0.17 mm gün⁻¹, MAPE= %3.60), Tunceli için %93.73 (MAE= 0.30 mm gün⁻¹, MAPE= %6.27) ve Muş için %92.93 (MAE= 0.33 mm gün⁻¹, MAPE= %7.07) doğruluk oranına sahip aylık ortalama ET_o değerleri elde edilmiştir. Caprio modeline en yakın performansı; Bingöl (MAE= 0.33 mm gün⁻¹, MAPE= %6.39), Elazığ (MAE= 0.42 mm gün⁻¹, MAPE= %8.70) ve Tunceli’de (MAE= 0.53 mm gün⁻¹, MAPE= %11.33) Jensen & Haise, Bitlis (MAE= 0.30 mm gün⁻¹, MAPE= %6.88) ve Muş’ta (MAE= 0.35 mm gün⁻¹, MAPE= %7.57) Irmak, Hakkâri’de ise Abteu (MAE= 0.17 mm gün⁻¹, MAPE= %3.72) modeli göstermiştir. Doğu Anadolu Bölgesi genelinden farklı olarak, Jensen & Haise modelinin en yüksek tahmin performansına sahip olduğu şehirler Erzincan ve Van olmuştur. Bölge genelinde Irmak ve Caprio modellerinden sonra en yüksek üçüncü tahmin performansına sahip olan bu model kullanılarak Erzincan için %97.81 (MAE= 0.09 mm gün⁻¹, MAPE= %2.19) ve Van için %97.25 (MAE= 0.11 mm gün⁻¹, MAPE= %2.75) doğruluk düzeyine sahip aylık ortalama ET_o değerleri tahmin edilmiştir. Erzincan koşullarında tahmin performansı en düşük model Makkink (MAE= 0.95 mm gün⁻¹, MAPE= %22.63) olurken, Van koşullarında Abteu (MAE= 0.57 mm gün⁻¹, MAPE= %16.69) olmuştur.

Doğu Anadolu Bölgesi sınırları içerisinde yer alan Ağrı, Ardahan, Bingöl, Bitlis, Elazığ, Erzincan, Erzurum, Hakkâri, Iğdır, Kars, Malatya, Muş, Tunceli ve Van şehirlerinin iklim ve çevre koşulları altında test edilerek değerlendirilen solar radyasyona dayalı beş ampirik referans evapotranspirasyon tahmin modeli,

performanslarına göre en iyiden en kötüye doğru; Irmak > Caprio > Jensen & Haise > Abtew > Makkink şeklinde sıralanmışlardır. Bölge geneli için yapılan bu değerlendirmeye göre, en yüksek ve en düşük tahmin performanslarına sahip modeller sırasıyla Irmak ve Makkink olmuştur. Irmak modeline en yakın performansı gösteren modeller ise sırasıyla Caprio ve Jensen & Haise olmuştur (Tablo 6).

Tablo 6: Referans Evapotranspirasyon Tahmin Modellerin Performansları

Model	MAE (mm gün ⁻¹)	MAPE (%)	RMSE (mm gün ⁻¹)	NSE
Irm	0.38	8.62	0.44	0.84
Cap	0.37	9.44	0.47	0.75
JH	0.43	10.25	0.51	0.72
Abt	0.71	17.31	0.80	0.62
Mak	0.76	17.77	0.81	0.61

Doğu Anadolu Bölgesi geneli için yapılan ortak değerlendirmeye göre Irmak, Caprio, Jensen & Haise, Abtew ve Makkink modelleri ile tahmin edilen aylık ortalama ET_o değerlerinin doğruluk oranları sırasıyla; %91.38 (MAPE= %8.62), %90.56 (MAPE= %9.44), %89.75 (MAPE= %10.25), %82.69 (MAPE= %17.31) ve %82.23 (MAPE= %17.77) olarak elde edilmiştir. Bu modellerin doğruluk düzeyleri MAPE yaklaşımına göre, Irmak ve Caprio için “çok iyi” (MAPE < %10), Jensen & Haise, Abtew ve Makkink için “iyi” (%10 ≤ MAPE < %20) olarak belirlenmiştir. NSE yaklaşımına göre ise, Irmak (NSE= 0.84) ve Caprio (NSE= 0.75) için “iyi” (NSE ≥ 0.75), Jensen & Haise (NSE= 0.72), Abtew (NSE= 0.62) ve Makkink (NSE= 0.61) için “kabul edilebilir” (0.36 ≤ NSE < 0.75) olarak belirlenmiştir. MAPE ve NSE istatistiksel doğrulama ölçütlerinin her ikisine göre de Doğu Anadolu Bölgesi iklim ve çevre koşulları ile en uyumlu modellerin sırasıyla Irmak ve Caprio olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Hava sıcaklığı, solar radyasyon ve kütle transferine dayalı çok çeşitli ampirik ET_o tahmin modellerinin farklı iklim ve çevre koşullarındaki kullanılabilirlik düzeylerinin test edilmesi ve kalibrasyonlarının yapılması amacıyla yürütülen bir çok çalışmada, en fazla tercih edilen benzerlik ölçütlerinin başında NSE katsayısı gelmektedir (Sakiur Rahman ve ark., 2020; Başakın ve ark., 2023; Li ve ark., 2024; Satpathi ve ark., 2024). NSE katsayısı en az 0.75 veya daha büyük (NSE > 0.75) olan modellerin yüksek güvenilirlik, kullanılabilirlik ve doğruluğa sahip olduğu belirtilmektedir (Pushpalatha ve ark., 2012; Lufi ve ark., 2020; Duc ve Sawada, 2023). Bununla birlikte ET_o tahmin modelleri için kabul edilebilir MAE ve RMSE hata üst sınırları olarak sırasıyla 0.52 mm gün⁻¹

ve 0.50 mm gün⁻¹ değerleri önerilmektedir (Irmak ve Haman, 2003; Moratiel ve ark., 2020). Kabul edilebilir MAE ve RMSE üst sınırları ($MAE \leq 0.52$ mm gün⁻¹, $RMSE \leq 0.50$ mm gün⁻¹) ile birlikte NSE alt sınırı ($NSE \geq 0.75$) dikkate alındığında, Irmak ($MAE= 0.38$ mm gün⁻¹, $RMSE= 0.44$ mm gün⁻¹, $NSE= 0.84$) ve Caprio ($MAE= 0.37$ mm gün⁻¹, $RMSE= 0.47$ mm gün⁻¹, $NSE= 0.75$) modellerinin Doğu Anadolu Bölgesi koşullarında kalibre edilmeden kullanılabilmesi, diğer modellerin ise kalibre edilmeleri gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Jensen & Haise modelinin ($MAE= 0.43$ mm gün⁻¹, $RMSE= 0.51$ mm gün⁻¹, $NSE= 0.72$) kalibrasyondan sonra Doğu Anadolu Bölgesi koşullarında kullanılabilme potansiyelinin çok yüksek olduğu düşünülmektedir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, ET_0 tahminlerinde kullanılan solar radyasyona dayalı Irmak, Caprio, Jensen & Haise, Abtew ve Makkink modellerinin Doğu Anadolu Bölgesi iklim ve çevre koşulları altındaki kullanılabilirlik ve güvenilirlik düzeyleri belirlenmiştir. Bölgeyi oluşturan on dört şehrin 1991 ile 2020 yılları arasında ölçülen 30 yıllık aylık ortalama iklim verileri kullanılarak Nisan – Ekim dönemi için yürütülen testlerde, FAO-56 Penman & Monteith eşitliği karşılaştırma kriteri olarak dikkate alınmıştır. Bu eşitlik ile hesaplanan aylık ortalama ET_0 değerleri gerçek değerler olarak kabul edilmiştir. Bölge geneli için yapılan değerlendirmelere göre, en yüksek tahmin performansına sahip model Irmak olmuştur. Bu modeli sırasıyla Caprio, Jensen & Haise, Abtew ve Makkink izlemiştir. Birbirine çok yakın performanslar sergileyen Irmak ($MAE= 0.38$ mm gün⁻¹, $MAPE= \%8.62$, $RMSE= 0.44$ mm gün⁻¹, $NSE= 0.84$) ve Caprio ($MAE= 0.37$ mm gün⁻¹, $MAPE= \%9.44$, $RMSE= 0.47$ mm gün⁻¹, $NSE= 0.75$) modellerinin Doğu Anadolu Bölgesi koşullarındaki aylık ortalama ET_0 tahminlerinde kalibrasyona gerek kalmadan standart FAO-56 Penman & Monteith eşitliğinin alternatifi olarak kullanılabilmesi sonucuna ulaşılmıştır.

REFERANSLAR

- Abtew, W. (1996). Evapotranspiration measurements and modeling for three wetland systems in South Florida. *Journal of the American Water Resources Association*, 32, 465-473. <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.1996.tb04044.x>
- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements – FAO Irrigation and drainage paper 56. <https://www.fao.org/4/X0490E/X0490E00.htm> (erişim tarihi: 18 Temmuz 2023).
- Başakın, E. E., Ekmekcioğlu, Ö., Stoy, P. C., & Özger, M. (2023). Estimation of daily reference evapotranspiration by hybrid singular spectrum analysis-based stochastic gradient boosting. *MethodsX*, 10, 102163. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2023.102163>
- Blaney, H. F., & Criddle, W. D. (1962). Determining consumptive use and irrigation water requirements. United States Department of Agriculture (USDA) Technical Bulletin 1275, Beltsville.
- Caprio, J. M. (1974). The solar thermal unit concept in problems related to plant development and potential evapotranspiration. In: Lieth, H. (eds) Phenology and Seasonality Modeling. *Ecological Studies*, 8, 353-364. https://doi.org/10.1007/978-3-642-51863-8_29
- Dalton, J. (1802). Experimental essays on the constitution of mixed gases: on the force of steam or vapour from water or other liquids in different temperatures, both in a Torricelli vacuum and in air; on evaporation; and on expansion of gases by heat. *Memoirs of the Literary and Philosophical Society of Manchester*, 5, 536-602.
- De Myttenaere, A., Golden, B., Le Grand, B., & Rossi, F. (2016). Mean absolute percentage error for regression models. *Neurocomputing*, 192, 38-48. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2015.12.114>
- DMİ, 2023. Doğu Anadolu Bölgesi İklim Verileri. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara
- Duc, L., & Sawada, Y. (2023). A signal-processing-based interpretation of the Nash–Sutcliffe efficiency. *Hydrology and Earth System Sciences*, 27(9), 1827-1839. <https://doi.org/10.5194/hess-27-1827-2023>
- FAO. (2023). CROPWAT-A Computer Program for Irrigation Planning and Management. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <https://www.fao.org/land-water/databases-andsoftware/cropwat/en/> (erişim tarihi: 22 Mart 2023).

- Hargreaves, G. L., & Samani, Z. A. (1985). Reference crop evapotranspiration from temperature. *Applied Engineering in Agriculture*, 1(2), 96-99. <https://doi.org/10.13031/2013.26773>
- IPCC. (2013). Climate Change 2013: The Physical Science Basis, Summary for Policymakers, Technical Summary and Frequently Asked Questions, Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WG1AR5_SummaryVolume_FINAL.pdf (erişim tarihi: 12 Ekim 2023).
- Irmak, S., & Haman, D. Z. (2003). Evaluation of five methods for estimating class A pan evaporation in a humid climate. *HortTechnology*, 13(3), 500-508. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.13.3.0500>
- Irmak, S., Irmak, A., Jones, J. W., Howell, T. A., Jacobs, J. M., Allen, R. G. & Hoogenboom, G. (2003) Predicting daily net radiation using minimum climatological data. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 129(4), 256-269.
- Jacobs, J. M., Anderson, M. C., Friess, L. C. & Diak, G. R. (2004). Solar radiation long wave radiation and emergent wetland evapotranspiration estimates from satellite data in Florida. *Hydrological Sciences*, 49(3), 461-476. <https://doi.org/10.1623/hysj.49.3.461.54352>
- Jensen, M. E., & Haise, H. R. (1963). Estimating evapotranspiration from solar radiation. *Journal of Irrigation and Drainage Division*, 89, 15-41. <https://doi.org/10.1061/JRCEA4.0000287>
- Lage, M., Bamouh, A., Karrou, M. & El Mourid, M. (2003). Estimation of rice evapotranspiration using a microlysimeter technique and comparison with FAO Penman-Monteith and Pan evaporation methods under Moroccan conditions. *Agronomie*, 23(7), 625-631.
- Li, Z., Li, Y., Yu, X., Jia, G., Chen, P., Zheng, P., Wang, Y., & Ding, B. (2024). Applicability and improvement of different potential evapotranspiration models in different climate zones of China. *Ecological Processes*, 13, 20. <https://doi.org/10.1186/s13717-024-00488-7>
- Lufi, S., Ery, S., & Rispiningtati, R. (2020). Hydrological analysis of TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) data in Lesti sub watershed. *Civil and Environmental Science Journal*, 3(1), 18-30. <https://doi.org/10.21776/ub.civense.2020.00301.3>
- Mahringer, W. (1970). Verdunstungsstudien am Neusiedler See. *Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie, Serie B*, 18, 1-20.
- Makkink, G. F. (1957). Testing the Penman Formula by means of lysimeters. *Journal of the Institution of Water Engineers*, 11, 277-288.

- Meyer, A. (1926). Über einige zusammenhänge zwischen klima und boden in Europa (Doctoral dissertation, ETH Zurich), Zurich, Switzerland. <https://doi.org/10.3929/ethz-a-000092038> (erişim tarihi: 23 Mayıs 2023).
- Monteith, J. L. (1965) Evaporation and the environment. *19th Symposia of the Society for Experimental Biology*, 19, 205-234.
- Moratiel, R., Bravo, R., Saa, A., Tarquis, A. M., & Almorox, J. (2020). Estimation of evapotranspiration by the Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO) Penman–Monteith temperature (PMT) and Hargreaves–Samani (HS) models under temporal and spatial criteria – a case study in Duero basin (Spain). *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 20(3), 859-875. <https://doi.org/10.5194/nhess-20-859-2020>
- Nash, J. E., & Sutcliffe, J. V. (1970). River flow forecasting through conceptual models part I – A discussion of principles. *Journal of Hydrology*, 10(3), 282-290. [https://doi.org/10.1016/0022-1694\(70\)90255-6](https://doi.org/10.1016/0022-1694(70)90255-6)
- Penman, H. L. (1948). Natural evaporation from open water, bare soil and grass. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Phy. Sciences*, 193(1032), 120-145. <https://doi.org/10.1098/rspa.1948.0037>
- Priestley, C. H. B., & Taylor, R. J. (1972). On the assessment of surface heat flux and evaporation using large-scale parameters. *Monthly Weather Review*, 100(2), 81-92. [https://doi.org/10.1175/1520-0493\(1972\)100<0081:OTAOSH>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0493(1972)100<0081:OTAOSH>2.3.CO;2)
- Pushpalatha, R., Perrin, C., Le Moine, N., & Andréassian, V. (2012). A review of efficiency criteria suitable for evaluating low-flow simulations. *Journal of Hydrology*, 420-421, 171-182. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2011.11.055>
- Rohwer, C. (1931). Evaporation from free water surfaces. United States Department of Agriculture (USDA) Technical Bulletin 271, Washington DC.
- Romanenko, V. A. (1961). Computation of the autumn soil moisture using a universal relationship for a large area. *Proceedings of Ukrainian Hydrometeorological Research Institute*, 3, 12-25.
- Sakiur Rahman, A. T. M., Hosono, T., Kisi, O., Dennis, B., & Imon, A. H. M. R. (2020). A minimalistic approach for evapotranspiration estimation using the Prophet model. *Hydrological Sciences Journal*, 65(12), 1994-2006. <https://doi.org/10.1080/02626667.2020.1787416>
- Satpathi, A., Danodia, A., Abed, S. A., Nain, A. S., Al-Ansari, N., Ranjan, R., Vishwakarna, D. K., Gacem, A., Mansour, L., & Yadav, K. K. (2024).

- Estimation of the crop evapotranspiration for Udham Singh Nagar district using modified Priestley-Taylor model and Landsat imagery. *Scientific Reports*, 14, 21463. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-72299-x>
- Schendel, U. (1967). Vegetations wasserverbrauch und-wasserbedarf. *Habilitation, Kiel*, 137(1), 1-11.
- Trajković, S. & Gocić, M. (2010). Comparison of some empirical equations for estimating daily reference evapotranspiration. *Facta Universitatis – Series Architecture and Civil Engineering*, 8(2), 163-168. <https://doi.org/10.2298/FUACE1002163T>

20. Bölüm

Peyzaj Mimarlığı Tasarımlarında İşlenmiş Orman Ürünleri ve Ahşap Esaslı Malzeme Kullanımı

Selda Gedik SARI¹

¹ Öğr. Gör. Dr. Selda GEDİK SARI
Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Koyulhisar Meslek Yüksekokulu, Ormancılık Bölümü, Koyulhisar/SİVAS
0000-0002-0432-5625

Özet

Evrensel bir sorun olan küresel iklim değişiminin etkileri insanları yenilenebilir ve sürdürülebilir, geri dönüşümü olan, karbon salınımına etkisi daha düşük malzemelerin kullanımına yöneltmiştir. Bu ise ahşap malzemenin önem kazanmasına neden olmuştur. Ahşap malzeme peyzaj mimarlığı uygulamalarında kullanımı yaygın olan malzemeler arasındadır. Çalışmanın amacı peyzaj mimarlığı kapsamında işlenmiş orman ürünleri ve ahşap esaslı malzemelerin kullanım alanlarını belirlemektir. Bu çalışmada literatür kaynakları temel alınmıştır. Literatür taraması sonucunda kent mobilyası ve kentsel donatı elemanlarında işlenmiş orman ürünlerinin ve ahşap malzemenin yaygın olarak kullanıldığı belirlenmiştir. Bulgular ahşabın peyzaj çalışmalarında daha fazla yer alması gerektiğini düşündürmektedir.

Anahtar kelimeler: Ahşap, İşlenmiş Orman Ürünleri, Peyzaj, Tasarım.

Abstract

The effects of global climate change, which is a universal problem, have prompted people to use renewable and sustainable, recyclable materials that produce fewer carbon emissions. This has led to wood gaining in importance. Wood is one of the materials commonly used in landscape architecture. The aim of the study is to identify the areas of application of processed forest products and wood-based materials in the context of landscape architecture. This study is based on literature sources. As a result of the literature review, it was found that processed forest products and wood-based materials are widely used for street furniture and urban furnishing elements. The results suggest that wood should be more widely included in landscape studies.

Keywords: Wood, Processed Forest Products, Landscape, Design.

Giriş

Peyzaj doğal veya yapay olarak bir araya gelmiş unsurların, alanı tanımlayan bileşenlerle görsel olarak oluşturduğu algıya denilmektedir (Plottu ve Plottu, 2012). Peyzaj, yapılan sınıflandırmada doğal ve kültürel peyzaj olmak üzere ikiye ayrılır. Doğal peyzaj doğada kendiliğinden var olan objelerin özellikleri ile doğal hayatın oluşturduğu bir sentezdir. Kültürel peyzaj ise doğadaki objelerin insan eliyle değişmiş, oluşturulmuş ve hareketlenmiş olduğu bir olgudur. Kültürel peyzaj ortaya konulan kullanım durumuna göre kırsal, kentsel, endüstri, yol, orman, turistik peyzaj olarak düzenlenmektedir (Kayhan, 2019). Açık alanlarda peyzaj tasarımlarında doğal materyallerden olan orman ürünlerinin işlenmiş hali ve ahşap malzemeler tercih edilmektedir. Kullanılan malzemelerin kullanım yerine, amacına uygun olarak ve gerekli işlevleri yerine getirmesi beklenmektedir.

Açık alanlarda peyzaj mimarlığı uygulamalarında orman ürünleri odunun estetik yapısı, renk, doku, koku ve doğal olması gibi özelliklerinden dolayı tercih konusudur. İşlenmiş orman ürünleri ve ahşap malzeme peyzaj çalışmalarının vazgeçilmez bir öğesini oluşturmaktadır. Kentsel alanlar planlanırken işlenmiş orman ürünleri şeklinde açık alanlarda, kent parklarında, çocuk parklarında, mesire alanlarında, kamu kuruluşları ve resmi kurumların bahçelerinde, site içi ve özel konutların dinlenme alanları vb. peyzaj düzenlemelerinde sıklıkla değerlendirilmektedir.

Açık alanlar insanların her türlü sosyal, fiziksel ve eğlence ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Bu alanlar insanların rahat nefes alabilecekleri ve farklı aktiviteleri yapabilecekleri alanlardır (Arı ve Pouya, 2023). Açık alanlardan kent parkları, şehir dokusu içinde doğaya, bitki örtüsüne temas etmeyi sağlayan alanlardır. Kent parklarında birçok sosyal aktivite ve etkileşim sağlanabilmektedir. Çevresine sağladığı temiz hava, serin, gölge alanlar, yeşil dokusu ve estetik manzaralar ile insanların keyifle vakit geçirebileceği sanatsal performansların sergilendiği yerleri oluşturmaktadır. Kent yaşamından kaçmak isteyen insanlar için mental sağlığa iyi gelecek sakin mekânlar sunmaktadır. Bunların yanı sıra yeşil alanlar kent iklimine olumlu etkiler sunup, kentlerde yaşayanlara temiz hava sağlayarak, yaşam kalitesini yükseltmektedir (Sayan Atanur ve Ersöz, 2020). Açık alanlarda doğaya uyumlu materyallerin kullanımı tasarımcıların ve toplumun seçimidir. İşlenmiş orman ürünleri ve ahşap esaslı materyaller açık alanlarda kent mobilyaları tasarımlarında ve yapı malzemelerinde kullanım imkânları oldukça yüksek malzemelerdendir.

Çalışmanın amacı peyzaj mimarlığı uygulamalarında işlenmiş orman ürünleri ve ahşabın nasıl, ne şekilde, hangi özelliklerinden dolayı tercih edildiğini ortaya koymaktır. Ahşap malzemenin ağırlıklı olarak kentsel peyzaj

tasarımındaki yeri incelenmiştir. Bu alanda sıklıkla kullanılan ağaç cinsleri tespit edilip odunun fiziki özelliklerine göre kullanım şekilleri belirlenmiştir. Konunun peyzaj mimarlığı açısından önemini belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Çalışmanın materyalini peyzaj mimarlığında kullanılan işlenmiş orman ürünleri, ahşap ve odun üzerine yapılmış önceki bilimsel çalışmalar, ilgili bilgi ve belgeler, oluşturmaktadır. Mevcut literatür çalışmalarından yararlanılarak işlenmiş orman ürünleri ve ahşap malzemeler hakkında bilgiler derlenmiştir. Çalışmanın metodunu peyzaj mimarlığında kullanılan işlenmiş orman ürünleri, ahşap ve oduna ait literatür taramalarından elde edilen verilerin incelenmesi ve değerlendirmesi oluşturmaktadır.

1. Peyzaj Mimarlığı Tasarımlarında Aranan Odun Özellikleri

Peyzaj mimarlığı tasarımlarında işlenmiş orman ürünlerinin ve ahşabın kullanılabilmesi için odunun özelliklerini bilmek gereklidir. Orman ürünlerinin ve ahşabın rasyonel bir şekilde kullanılabilmesi ağaç cinsi ve türünün doğru teşhis edilmesi, yapısal ve anatomik özelliklerinin bilinmesine bağlıdır.

Ahşabı tanımak, hangi ağaçtan yapıldığını anlamak, ayırt edebilmek sahip olduğu makroskopik, mikroskopik, ve ultramikroskopik yapısını bilmek ve anatomik yapısını tanımak kalite özelliklerini belirlemede ve teknolojik özellikler arasındaki ilişkileri kurabilmeyi sağlamaktadır. Ahşabın anatomik yapısı dikkate alınarak yapılan tercihlerde kullanım yerine göre odundaki yıllık halka genişliği, yıllık halkadaki ilkbahar ve yaz odunu oranı, lif uzunluğu, öz odun-diri odun oranı, reaksiyon odunu miktarı, budaklılık, lif kıvrıklığı gibi durumlar kaliteyi etkilemektedir (Doğu, 2016).

Ağaçlar çeşitli özelliklerinden dolayı peyzaj mimarlığı uygulamalarında tercih edilmektedir. Her ağaç türünün kendine ait bir rengi, dokusu, deseni, estetik görünüşü, kokusunun olması dekoratif amaçlarla kullanılmasını sağlamaktadır. Doğal bir malzeme olması sağlık açısından tercih edilmesinin bir diğer nedenidir (Topay ve Kuş Şahin, 2016). Ağaç türlerinin sahip olduğu yumuşak/sert yapısı, taşınmasının kolaylığı, boya tutma özelliği, kurutulma kolaylığı, lifli yapı özelliklerinin olması ile diğer materyallerden ayrılmaktadır (Becerem Öztürk, 2005).

Peyzajın mimari tasarım kısmında odunu tercih edilen ağaç türleri, iğne yapraklı ağaçlardan çam, ardıç, göknar, ladin, porsuk, sedir ve benzeri; geniş yapraklı türlerden ise dişbudak, meşe, karaağaç, akçağaç, kayın, kestane vb. en fazla tercih edilenlerdir (Aykut, 1997). Ekolojik tasarım kısmında koku özelliğinden dolayı ardıç (Kokulu Ardıç), servi (Akdeniz Servisi), sedir

(Lübnan Sediri), çam (Sarıçam) türleri tercih edilmektedir. Ülkemizde yetişmeyip yurt dışından getirilen, ahşabında koku özelliği bulunan bazı odunlar da mevcuttur. Bunlar; Anigre (*Pouteria spp.*), Dibetou (*Lovoa trichilioides*), Tola Branca (*Gossweilerodendron balsamiferum*), Kotibe (*Nesogordonia papaverifera*) ağaçlarına ait odunlardır (Şirin ve Topay, 2019). Doğal dayanıklılığa sahip sedir vb. türlerin orman ürünleri, doğa koşullarında daha uzun süre kalabilir, ladin, göknar vb. türlerin orman ürünleri daha kısa süre dış ortama dayanabilmektedir (Aykut, 1997).

Su ve toprakla teması olacak orman ürünlerinin basınç altında tuz esaslı koruyucu madde içeren kimyasallarla empenye edilmesi kullanım süresini artırmaktadır (Erdin, 1997). Bu alanda en fazla kullanılan ağaç cinslerinin odun özellikleri ve peyzaj tasarımında kullanım alanları şu şekildedir:

Çizelge 1. Ağaç cinsleri odun fiziksel özellikleri ve peyzaj mimarlığında kullanım alanları

(Tanrıverdi, 1975; Karadağ ve ark., 2017).

Ağaç Cinsi	Odun Fiziksel Özellikleri ve Kullanım Alanları
Sedir	Odunu kıymetlidir. Odun kısmı sarımsı beyaz, öz kısmı daha koyu renklidir. Çok dayanıklı olup, su içi inşaat alanlarında kullanılabilir.
Servi	Odun kısmı sarı renkli, özü daha koyudur. Odun yapısı sert ve dayanıklıdır. Su altı inşaatı için çok dayanıklıdır.
Çam	Odun kısmı sarı, özü koyudur. Bol reçineli olup, rutubete karşı dayanıklıdır. Sarıçam perdeleme elamanı, pergola, gazebo, büfe, ağaç ev, köprü, spor ekipmanı yapımında peyzaj uygulamalarında kullanılmaktadır. Kızılcım yapı malzemesi, yonga levha apımında tercih edilmektedir.
Ladin	Yumuşak, uzun lifli yapıda, beyaz ve hafif pembe renkli odunu vardır. Kolay İşlenir. Odunu çok yönlü kullanılır.
Karaağaç	Odun kısmı açık, özü koyu sarımsıtrak renklidir. Odunu sert ve dayanıklıdır. Cila tutma özelliği iyidir.
Meşe	Odun kısmı açık sarı, özü kırmızı kahve renklidir. Sağlam, dayanıklı ve ağırdır. Su içi inşaatında kullanıma uygundur. Zemin döşemesinde, köprü, çocuk oyun elamanları olarak peyzaj mimarlığında kullanılmaktadır.
Kayın	Odunu sarı renkli olup, serttir ve sağlamdır. Ahşap heykel, işaret ve bilgi levhası, aydınlatma direği olarak kullanılmaktadır.
Kestane	Odunu değerlidir. Keresetelri kurultulduktan sonra yıllarca dayanabilmektedir. Odunu tanence zengindir. Koyu renklidir, az çalşan odun yapısındadır. Geniş bir kullanım alanına sahiptir. Peyzaj mimarlığında perdeleme elemanı, aydınlatma direği, reklam panoları, ağaç ev yapımında tercih edilmektedir.
Kızılağaç	Odunu kırmızı renklidir, hafif olup, kolay işlenir. Bahçe çitleri yapımında kullanılır.
Akçağaç	Odunu beyaz renklidir. Sert ve ağırdır. Tornacılık ve mobilyacılık başta olmak üzere farklı alanlarda kullanılmaktadır.

Ceviz	Kuru ve nemli ortamlara karşı dayanıklılığı olan, dış etkilere karşı dirençliliği bulunan, kolay işlenebilen, ince detaylı motiflerde desenini gösteren bir odun yapısı bulunur. Ahşap heykel, köprü, büfe yapımında peyzaj mimarlığı alanında kullanılmaktadır.
Akasya	Odunu sağlamdır. Biyolojik dayanıklılığı yüksektir. Odunu mekanik etkilere karşı yüksek dirençlidir. Peyzaj mimarlığında çöp kutusu, çit yapımında tercih edilmektedir.
Kavak	Odunu ucuzdur ve hızlı yetişmektedir. Odunu kolay biçilir ancak zor rendelenir. Peyzaj mimarlığında pergola, çöp kutusu, çocuk oyun elemanların yapımında, geleneksel olarak soyma sanayinde kullanıldığında (soyma kaplama, kutular, kontrplak), lif, yonga ve yapı sektöründe (çoğunlukla çatı konstrüksiyonunda biçilmiş odun) şeklinde kullanılmaktadır.
Ihlamur	Odunu sarımtırak renklidir. Çok hafif ve yumuşak bir odunu bulunur. Kolay işlenir
Gürgen	Odunu beyaz pembemsi renktedir. Ağır ve serttir. Rutubete dayanıklıdır. Peyzaj tasarımında sık tercih edilmektedir. Ağaç ev, oturma elemanları, zemin döşemesi tasarımlarında kullanılır.
Saz/ Kamış	Yapısı gri boz renklidir. Hafiftir ve dayanıksızdır. Kırsal alanlardaki park ve bahçelerde çit ve çatı malzemesi, gölgelik olarak kullanılır.

Tablodaki ağaç cinsleri ve türlerinin dışında peyzaj mimarlığı tasarımında işlenmiş orman ürünlerinden egzotik ağaç türlerine ait odun ürünleri de kullanılmaktadır. Örnek olarak, teak, sapelli, iroko, bambu, maun, en çok tercih edilen orman ürünleridir. Dünyada Avustralya ve Tasmanya bölgesinde yayılış gösteren okaliptus ağacı ülkemizde yayılış alanı bulunup lambri, parke yapımında, binalarda iç ve dış kısımlarda özellikle binaların yanma tehlikesi yüksek kısımlarında, kontrplak üretiminde kullanılmaktadır. Çizelge 2’de ağaç cinslerine göre odun dayanıklılık durumları gösterilmiştir. Çok dayanıklı ağaçlar, orta dayanıklı ağaçlar, az dayanıklı ağaçlar olarak sınıflandırılmıştır.

Çizelge 2. Ağaç cinslerine göre odun dayanıklılık durumları (Günay, 2007).

Çok Dayanıklı Ağaçlar	Orta Dayanıklı Ağaçlar	Az Dayanıklı Ağaçlar
Meşe, Melez, Çam, Selvi, Sedir, Kestane, Ceviz, Dut, Porsuk, Akasya, Karaağaç	Ladin, Köknar, Dişbudak, Çam	Kavak, Söğüt, Çınar, Kayın, At Kestanesi, Ihlamur, Gürgen, Akçaağaç

Çok dayanıklı ağaçlardan meşe (*Quercus*), melez (*Larix*), çam (*Pinus*), selvi (*Cupressus*), sedir (*Cedrus*), kestane (*Castanea*), ceviz (*Juglans*), dut (*Morus*), porsuk (*Taxus*), akasya (*Robinia*), karaağaç (*Acer*) doğal dayanıklılığı yüksek olan ağaçlardır.

İşlenmiş orman ürünlerinin peyzaj tasarımında tercih edilmesinin nedenleri arasında ahşabın ısı, ses, ışık yalıtımının iyi olması, depreme dayanıklı olması, konforlu bir malzeme olarak değerlendirilmesi, görselliğinin ve estetikliğinin bulunması, işlenmesinin kolay olması, bağlantı elemanları ile kolay uyum sağlaması, insan psikolojisine olumlu etkiler yaratması vb. özelliklerinin yer aldığı bilinmektedir. Ayrıca elektrik iletkenliğinin az olması, kimyasal maddelere (asit, baz gibi) karşı dayanıklı olması, tutkallanma, boyanma, verniklenme özelliğine sahip olması ile istenilen forma dönüştürülmesi, tadilat işlemleri bakımından ucuz, kolay ve daha temiz olması, temini açısından kolay bulunması diğer tercih nedenleridir (Kurtoğlu ve Sofuoğlu, 2013).

Odun esaslı malzemeler sürdürülebilir, yenilenebilir ve geri dönüştürülebilir olması nedenleri ile toplumun petrol bazlı kaynaklara yönelimini azaltacak ürünlerdendir. Teknolojik gelişmeler sonucunda nanaoteknolojik çalışmalar, orman ürünlerinin ahşap esaslı lignoselülozik malzemeden nanomalzeme üretimi üzerine yoğunlaşmıştır. Ahşap ve diğer yenilenebilir biyomalzemelerin istenmeyen özellikleri giderilebilir, mevcut özelliklerinin iyileştirilmesi mümkündür. Böylece orman kaynaklarından üretilen orman ürünlerinin yüksek katma değerli ürünlere dönüştürülmesi sağlanmaktadır. Birçok endüstride (peyzaj mimarlığı çalışmaları da dahil) kullanılma potansiyeli olan katma değerli malzeme üretilmekte, çevreci ve sürdürülebilir ahşap esaslı nanomalzemeler kullanılması ülke ekonomisine olumlu katkılar sağlayacaktır (Satır ve Candan, 2017).

2. Peyzaj Mimarlığı Tasarımlarında İşlenmiş Orman Ürünleri Kullanımı

Türkiye ormanlarından elde edilen odun hammadesi endüstriyel odun hammadesi ve yakacak odun olarak değerlendirilmektedir. Odun hammadesi 288 numaralı tebliğ ile ‘Orman Ürünleri Standardına’ göre üretilmektedir. Üretilen ürünlerin en yüksek kalite ve miktarda endüstriyel odun elde edilecek şekilde ölçülmesi, boylanması, işaretlenmesi ve bölünmesi yapılmaktadır. 1996 yılında yayınlanan ‘Asli Orman Ürünlerinin Üretim İşlerine Ait 288 Numaralı Tebliğ’ asli orman emvalini her çeşit ağaç, ağaççık ve çalılardan elde edilen odunu ifade etmektedir. Üretimi yapılan ürünleri tomruk, direk, sanayi odunu, kağıtlık odun, lif-yonga odunu, sırick, çubuk, çıra, kök, yakacak odun vb. olarak tanımlamaktadır. Ormanlardan elde edilen ürünler ulusal ekonomiye katkısı bakımından asli ürünler olarak kaplamalık ve kerestelik tomruk, direk (tel direği, maden direği), sanayi odunu, kağıtlık odun, lif-yonga odunu ve yakacak odun olarak değerlendirilmektedir (OSR, 2019).

Geleneksel ahşap materyal belirli işlemlerden geçirilip, özelliklerinin iyileştirilmesi ve geliştirilen teknoloji sayesinde ahşap esaslı yeni malzemelerin üretilmesine ve orijinal ürünlerin ortaya çıkmasına imkân sağlamıştır (Kurtoğlu ve Sofuoğlu, 2013). Orman ürünleri sanayisi, elde edilen odun hammaddesinin farklı süreçlerden geçirilmesi ile bükme, yarma, kesme, soyma, biçme, yongalama, liflendirme, yapıştırma, presleme, buharlama, kurutma, emprenye vb. işlemlerle değiştirilip yarı mamul veya mamul şeklinde üretilen ürünlerdir. Bu sektör de ormandan, ağaç veya diğer bitkilerden orman ürünleri elde edilip, işlenir. Sektör uygun forma getirilip farklı sanayi dallarına hammadde üreten diğer sanayi dalları ile entegre olabilen bir sanayi dalıdır (Kılıç, 2014).

Orman ürünleri sanayi, odun hammaddesinin kullanım değerini çeşitlendirmek amacıyla faaliyet gösteren bir sektördür. Orman ürünleri endüstrisi pek çok sektörle az veya çok olacak şekilde bağlantılıdır. Bazı sektörlerle önemli bir girdi kaynağı sağlamaktadır. Orman ürünleri sanayi topluma çok çeşitli seçenekler sunmaktadır. Bu ürünlerden bazıları, odun esaslı levhalar, kereste, endüstriyel yuvarlak odunlar, kağıt ve karton, yonga levhalar, lif levhalar, yönlendirilmiş yonga levha (OSB)... gibi birçok üründen oluşmaktadır (Yıldırım ve Emiroğlu, 2022). Orman ürünleri sektörü, ülke ekonomisinde etkili katkıları olan birçok sanayi dalında kullanılmaktadır. Bu sektör inşaat, mobilya, demir-çelik, taşımacılık gibi sektörlerle önemli katkılar sağlamaktadır (Şahin, 2016).

Orman ürünleri sanayisi üretilen ve kullanım sunulan alanlar bakımından sınıflandırılığında ilk olarak birincil imalat sanayi olan kereste endüstrisi, levha endüstrisi (kaplama, kontrplak, kontratabla, yonga levha, lif levha, yönlendirilmiş yonga levha (OSB) vb.), kâğıt hamuru ve kâğıt endüstrisi bakımından birinci grubu oluşturur. İkincil imalat sanayi olarak birincil imalat sanayisinin mamul ve yarı mamullerini hammadde olarak kullanan diğer üretim alanlarından oluşan parke, doğrama, mobilya, prefabrik ev üretimi vb. ürünler ikinci grubu oluşturur. Son olarak da diğer orman ürünleri sanayi grubuna dahil olan müzik aletleri, ayakkabı kalıbı, ahşap oyuncak, ahşap torna mamulleri, kalem sanayi vb. üretimi yapılan orman ürünleri grubudur (Bakır, 2019).

Ağaç malzeme kullanım alanları hakkında yapılan sınıflandırma da üç grup halinde değerlendirilmektedir. Birinci grup yuvarlak halde kullanılan ağaç malzemedir. Bu grupta, tel direkleri, iskele ve temel direkleri, çit direkleri, maden ocaklarında kullanılan ağaç malzemenin yer aldığı yuvarlak halde ağaç malzemenin kullanıldığı alanlardır. İkinci kullanım alanı, işlenmiş halde kullanılan ağaç malzemeyi kapsamaktadır. İçerisinde demiryolu traversleri, kereste endüstrisi, kibrit endüstrisi, kaplama endüstrisi, kontrplak endüstrisi, kontrtabla endüstrisi, ambalaj endüstrisi, parke endüstrisi, yongalevha

endüstrisi, liflevha endüstrisi başta olmak üzere ağaç malzemeyi kullanan orman ürünleri endüstri alanlarını oluşturmaktadır. Üçüncü olarak odunun bünyesini değiştiren kullanım yerleridir. Örnek olarak kağıt sanayisi, odun kömürü, odun gazı, odun unu, odundan kimyasal yollarla elde edilen başka ürünler bu gruba girmektedir (Akyıldız, 2001). Ağaç malzemenin peyzaj tasarımlarında kullanım alanları kent mobilyaları, kent donatı elemanlarında tercih edilen yerlerdir.

Kullanım yer ve amacına göre yapılan mobilya sınıflandırmasında kent mobilyaları yer almaktadır. Kent mobilyaları içinde otobüs durakları, trafik lamba ve işaretleri, çocuk park ve bahçeleri vb. alanlar yer almaktadır (Akyıldız, 2001). Kentsel yaşamı kolaylaştıran bu malzemeleri tasarlayıp, kullanırken bazı özellikler aranmaktadır. Bunlar; tasarımlarının işlevsel ve estetik olması, ergonomik olması, kolay taşınabilmesi ve basit monte edilmesi, yedek parçalara kolay ulaşılabilmesi, sağlam olması, bakımlarının kolay olması, dirence dayanıklı olması vb. özellikler aranmaktadır (Özgeriş, 2018).

Kentsel ve kamusal alanlar ile açık alanlarda yapılan görsel, hareketli, yarı hareketli veya durağan öğeleri oluşturan elemanlara kentsel donatı elemanları, kent aksesuarı, kentsel donatı gibi isimler verilmektedir. Kentsel donatı elemanları toplumun bulunduğu ortamdaki faaliyetlerini kolaylaştırmak için yapılmış, alanda işlevselliği artırıcı, kentin kimliğinin oluşmasında etkili olan yapısal elemanları oluşturmaktadır. Kullanılacak malzemenin tasarımında, işlevsellik ve estetiklik aranan özelliklerin başında gelmektedir (Kuter ve Kaya, 2019). Peyzaj donatı elemanları, bir çok yerde toplumların çok yönlü gereksinimlerini karşılayan, çevrenin kalitesini artıran yardımcı peyzaj elemanlarıdır (Karadağ ve ark., 2017).

Kentsel donatı elemanlarının peyzaj tasarımında işlenmiş orman ürünlerinin kullanıldığı yerler, zemin döşemelerinde, oturma elemanlarında (banklar, pergolalar vb.), aydınlatma elemanlarında (yol ve mekân aydınlatıcılarda), bilgilendirici ve yönlendirici levhalarda (yönlendirici, yer belirleyici işaret ve levhalarda), sınırlayıcılarda (yaya bariyerleri, trafik bariyerleri vb.), üstü kapalı birimlerde (gölgelikler, pergolalar vb.), satış birimlerinde (büfeler, satış noktaları vb.), sanat objelerinde (heykeller vb.), diğer elemanlarda (kuş evleri, çiçek kasaları, kış bahçesi, şezlong, veranda, çöp kovaları, çiçeklikler, saatler, yürüyüş alanları vb.) bulunmaktadır.

Kentsel donatı elemanlarını tasarlarken işlevsel, kullanışlı, ergonomik, güvenli olmasına, bakımının kolay yapılmasına, dayanıklı ve kaliteli görünmesine, estetik olmasına, süreklilik arz etmesine, ekolojik bakış açısı sağlayan ürünler olmasına, maliyetinin uygun olmasına, özgün tasarımlar sağlaması vb. kriterler dikkate alınmaktadır. Ayrıca dış mekânlarda kullanılacak

işlenmiş orman ürünleri ile iç ortamda kullanılacak işlenmiş orman ürünleri arasında kullanılan ürün çeşidi ve kullanılacak materyale uygulanacak işlemlerde farklılıklar bulunmaktadır. Dış mekânda kullanılacak malzemeye üst yüzey işlemleri yapılmakta, kurutma, emprenye gibi koruma yöntemleri uygulanmaktadır. Peyzaj çalışmalarında yapı malzemesi olarak kullanıldığında birçok endüstriyel ürün ve yapı elamanı ile kullanılabilir. İşlenmiş orman ürünleri dış mekân kent donatı peyzajında çevreye estetik bir görüntü vermesi, fiziksel uyumu ve sıcak görüntüsünden dolayı kullanılmaktadır. Şekil 1’de peyzaj çalışmalarında kullanılan ahşap donatı elemanı örnekleri gösterilmiştir.



Şekil 1. Ahşap (A. Bilgilendirme Levhaları, B. Oturma Alanları, C. Amfi Tiyatro) (Yuca, 2022).

Yaşama ve sağlığa büyük katkısı olan açık alanlar ve yeşil alanlarda bulunan dinlenme, sanatsal faaliyet, oyun alanı gibi kısımlarda işlenmiş orman ürünlerinin kullanıldığı görülmektedir. Orman ürünlerinden üretilen ahşap malzeme insanlar üzerinde oluşturduğu olumlu etkiler, estetik özelliği ve diğer özelliklerinden dolayı ekolojik peyzaj tasarımlarında tercih nedenidir (Frühwald ve Pohlmann, 2002). Orman ürünlerinden elde edilen ahşap; fiziksel, mekanik ve teknolojik avantajları nedeniyle peyzaj sektörü için önemli bir donatı malzemesi olarak kullanılmaktadır (Karadağ ve ark., 2017).

Belirli işlemlerden geçirilen orman ürünleri farklı yapı malzemelerine dönüştürüldükten sonra peyzaj tasarımlarında kullanıma uygun hale getirilmektedir. Endüstriyel kullanıma uygun forma gelen işlenmiş orman ürünleri olarak, direk, kalas, kereste, kiriş, lata, tahta, çita, kontrtabla, kontrplak, yonga levha, ahşap sert levha, yönlendirilmiş yonga levha (OSB) veya kompozit malzeme formuna gelerek kullanım imkânı bulmaktadır (Güller, 2001). Peyzaj tasarımının yapıldığı ekolojik uygulamalar işlenmiş orman ürünlerinin kullanımına uygun mekânlardır.

3. Peyzaj Mimarlığı Tasarımlarında Ahşap Esaslı Malzeme Kullanımı

Ahşap malzeme hem estetik görüntüsü hem de mekanik özellikleri sayesinde bir çok alanda uzun zamandan beri kullanılmaktadır. İnsanlar uzun yıllardan beri, lifli ve organik kökenli bir malzeme olan ahşabı, zaman içerisinde çeşitli amaçlarını gerçekleştirebilmek için hammadde olarak değerlendirmiş ve çok sayıda nesne üretmiştir. Toplumların zamanla taleplerinin değişmesi, ahşabı farklı şekillerde üretime yönlendirmiştir.

Ahşap malzemenin yapı kerestesi ve doğrama kerestesi kullanımının sağlanabilmesi için taşınması gerekli özellikler TS (Türkiye Standartları) kalite standartlarında belirlenmiştir. TS EN 942, TS 1265 kereste kalite standartlarını içermektedir (Doğu, 2016). Ağacın kesim işleminden sonra kurutma ve biçme işlemlerini gerçekleştirip başka bir uygulama yapılmadan elde edilen ahşap malzemeye doğal ahşap malzeme veya masif ahşap denilmektedir. Masif ahşap, yapılarda kaplama, doğrama, taşıyıcı, kalıp ve bölücü elemanlar olarak kullanılmaktadır. Yapılarda kullanıldığı takdirde geçme, tutkal, çivi ve çelik bağlantı elemanlarıyla uygulanmaktadır (Winter ve Kehl, 2002).

Ahşap diğer endüstri ürünleri ile kolay entegre olabilen bir malzemedir. Demir, çelik, demir-çelik, alüminyum-çelik, alüminyum, demir-cam, pirinç gibi ürünlerle kullanımı tercihler arasındadır (Karadağ ve ark., 2017). Çelik, beton, taş ve kerpiç ile uyumlu bir şekilde kullanılabilir. Böylece ekolojik tasarım kriterlerine uygun hale gelmektedir.

Peyzaj mimarlığı uygulamalarında genelde doğal elemanlarla zaman içinde gelişen bir çevre bulunmaktadır. Mimari tasarımda başından sonuna kadar tasarlama, uygulama ve sonuçlandırma söz konusudur. Peyzaj mimarlığı, peyzaj ve ahşabın malzeme ilişkisi ile doğal ve yapay materyalleri birlikte kullanan bir meslektir. Bundan dolayı peyzaj projeleri hazırlayan peyzaj mimarlarının doğal malzemeleri ve yapay malzemeleri iyi bilmeleri gerekir. Bu malzemelerin çevre ve tasarımdaki uyumu çok önemlidir. Planlamalarda sürdürülebilirlik önemlidir (Şirin ve Topay, 2019). Kentsel alanlarda iklim değişikliği ile mücadele kapsamında ekolojik tasarımlı yerleşimler oluşturulması, ekolojik peyzaj tasarımlarının bu temelde yapılması, gerçekleştirilecek uygulamalardandır (OSR, 2019). Tercih edilen ürünlerin doğal ve geri dönüşümü kolay ürünler arasında olması da önem teşkil etmektedir. Şekil 2’de farklı ahşap donatı elemanı örnekleri verilmiştir.



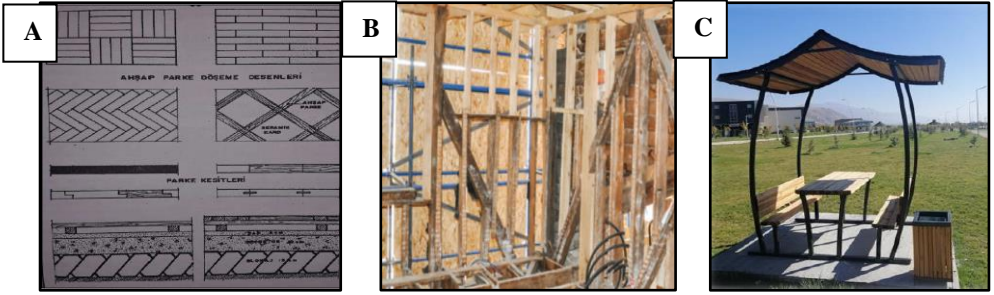
Şekil 2. Ahşap (A. Döşeme, B. Oturma Elemanı, C. Sosyal Alanlar) (Çetinkaya Karafakı, 2009)

Peyzaj tasarımcısının çalışmalarına başlamadan önce alanın arazi yapısı, iklim koşulları, bitki örtüsü, çevresel ve insan faktörü özelliklerini yerinde inceleyip tespit etmektedir. Yapılacak tasarım çalışmalarının sağlıklı olması için önemlidir. İklim özellikleri dış mekân kullanımını ve tasarımını, mimari formların seçimini etkilemektedir. Doğal iklim koşullarına uygun tasarımlar başarılı sonuçlar ortaya koymaktadır. Peyzaj tasarımlarında oluşturulacak yapıların kışın ılık, yazın serinlik sağlayacak formda olmasına önem gösterilmektedir (Kader ve Kupik, 2011).

Orman ürünlerinden elde edilen peyzaj tasarımında kullanılan materyaller doğayla uyumludur. Geri dönüşümü kolaydır. Mukavemeti iyidir. Farklı yapı malzemeleriyle uyumludur. Doğru ve dayanıklılığı artırılarak kullanıldığında uzun ömürlü olabilen bir endüstriyel malzemedir (Batur, 2004; Çalışkan ve ark., 2019). Orman ürünleri sanayisinde üretilen malzemelerin anatomik ve kimyasal yapısı itibarıyla dış ortamlarda kullanımını kısıtlayan bir durum söz konusudur. Uzun süre dış ortam hava koşullarında kullanımı kısıtlı olabilmekte bu da uygulanmasını kısıtlayan bir durum yaratmaktadır. Bu nedenle ahşap malzemenin kurutulması, ısıl işlem görmesi, verniklenmesi, boyanması, emprenye edilmesi vb. koruma yöntemleri ve kompozit bir malzemeye dönüşmesi dayanıklılığını artırıcı ve dış ortamlarda daha uzun süre kullanımı sağlanmaktadır.

Ahşap malzemelerin peyzaj tasarımlarında yapılarda kullanımı; yapıların iskelet sisteminde, sütun, dış cephe, duvar, çatı, merdiven, kapı, pencere bölümlerinde, köprü gibi dış mekânlarda taşıyıcı olarak ve pano elemanı vb. alanlarda kullanım imkânları mevcuttur. Yapılarda ahşap malzemelerin yapının her yerinde kullanım alanının olduğunu söylemek mümkündür (Çolak ve Değirmen-tepe, 2020).

Ahşap malzeme çatı sistemlerine sahip pergola, çardak, gazebo, kamelya gibi yapılarda düşük yoğunluklarda bile yüksek dirence sahip olması, bir çok malzemeye kıyasla daha hafif olması sebebiyle kullanılmaktadır. Dayanıklılık isteyen veya aşınma sorunu olabilecek döşeme vb. yük taşıyıcı donatı elemanlarında da kullanılabilir (Topay ve Kuş Şahin, 2016). Dış mekân döşemeleri yapılırken birçok materyalin yanında ahşabın kullanılması da mümkündür. Özellikle iklim koşullarının uygun olduğu, kolay bulunabilen, taşınması kolay, temini ekonomik, uygun sağlık ve dayanıklılıkta olan ahşap malzeme yer döşemelerinde tercih edilmektedir. Şekil 3’de peyzaj çalışmalarında kullanılan farklı ahşap donatı elemanlarına örnek verilmiştir.

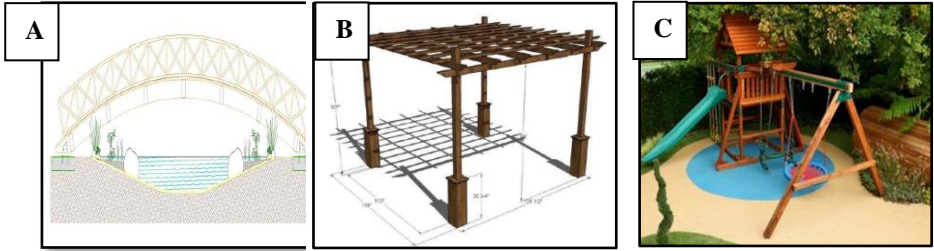


Şekil 3. A. Ahşap Döşeme, (Uzun, 2000), B. Taşıyıcı Elemanlar (Doğu, 2016), C. Ahşap Kamelya (Askan ve Yılmaz, 2022).

Peyzaj tasarımında ekoloji temelli planlama yaklaşımlarında kullanıcıların beğeni düzeyini etkileyen bazı faktörler bulunmaktadır. Bunlar kullanılan malzemelerin renk uyumu, ölçü/oran dengesi, işlevselliği, malzeme uyumluluğu, modern olması, tarihe gönderme yapması, farklı, etkileyici, ilgi çekici olması, özgün olması, iyi konumlanması, çevreyle uyumlu olması, anlamsal ve anıtsal olması olarak belirlenmiştir (Ulay ve Yener, 2020). Ekolojik temelli planlama yaklaşımları çerçevesinde peyzaj tasarımları başarılı sonuçlar getirmektedir.

Peyzaj tasarımları küçük bahçe tasarımlarında ve daha büyük kent parkları, milli parklar gibi geniş kapsamlı yerler için yapılmaktadır. Peyzaj mimarlığı ve peyzaj tasarımları tekil yapı düzenlemelerinde, özel konutların açık alanlarında, kurumların bahçelerinde, ticari otel, işletme gibi kurumların açık mekânlarında kullanım yoluna gidilmektedir. Kentsel mekân tasarımlarında ahşap kullanımı kaldırım, sokak, yol, meydan, yapı içi veya üstü mekânlarda, geçici mekânlarda tercih edilmektedir. Kent içi alanlarda ise kent merkezlerinde, kent içi nehir boylarında, kent içi limanlar, refüjler vb. alanlarda kullanıma sahiptir. Kent içi veya yakın çevresindeki peyzaj tasarım çalışmalarında toplu konut çevrelerinde,

kent parklarında, genç ve çocuk oyun alanları, açık spor alanları, alışveriş merkezleri, mezarlıklar, mesire yerlerinde kullanılmaktadır. Kent dışı alanlarda ise daha çok karayolları boyunca peyzaj tasarımında, kampüs peyzajında, turistik alanlarda, anıtsal çevreler, olimpik tesisler, tabiat parkları, milli parklarda kullanılmaktadır (Kader ve Kupik, 2011).



Şekil 4. A. Ahşap Köprü (Önder ve Altay, 2022; KBB, 2022), B. Ahşap Pergola (Aydoğdu, 2017), C. Oyun Elemanları (Şirin ve Topay, 2019).

Tasarım çerçevesinden değerlendirildiğinde ahşap hafif bir malzemedir. Dayanıklılığı arttırıldığında farklı iklim koşullarına dayanıklıdır. Depreme dayanıklıdır. Yangın, böcek ve mantar ve çürümeye karşı özel yüzey malzemeleri ile muamele edildiğinde dayanıklılığı arttırılıp, dış ortamlarda kullanıma uygun hale gelmektedir (Seçkin, 2010). Dış mekânlarda ahşap donatı elemanları kullanım yeri dikkate alınarak, doğru malzeme seçimi yapılarak ve koruma yöntemleri uygulandığı takdirde rahatlıkla kullanılabilir bir malzemeye dönüşür.

Orman ürünleri sanayisinde ahşap malzemelerin kullanımı açısından teknolojik gelişmeler görülmektedir. Bu da ahşap malzemenin anoteknoloji uygulamalar sonucunda yeni ahşap esaslı malzemeler tasarlanması şeklinde gelişmiştir. Yeni geliştirilen ahşap esaslı kompozit malzemenin peyzaj uygulamalarında kullanımını ortaya çıkarmıştır (Jiang ve ark., 2018). Yeni gelişen yöntemler ile su, güneş, nem, mekanik aşınma, yangın, böcekler, mantarlar gibi olumsuz etkilere karşı ahşabın dayanıklılığı arttırılmış ve kullanım alanı genişletilmiştir.

Ahşap köprüler, sert zemin döşemesi olarak thermowood çam ahşap döşeme, ahşap arkalıklı bankların yapımında dişbudak thermowood ahşap malzeme, ahşaptan yapılan binalar, ahşap konaklar, kütüphane gibi yapılar, bahçelerde ahşap saksı ve oturma elemanlarının yapımında, ahşap bank, merdiven, piknik masaları, çit, ahşap pergola yapılarında ahşap esaslı malzemeler kullanılmaktadır (Önder ve Altay, 2022; Askan ve Yılmaz, 2022; Pirli ve ark., 2022; Temizel ve Erdoğan, 2022).

SONUÇ

Kentsel ve kırsal alanlarda, peyzaj çalışmaları ile doğal peyzaj alanlarının, güzellik ve niteliğini koruyarak, sürekliliğini sağlamak, insanlar için kültürel, işlevsel ve estetik yaşama ortamı yaratılması amaçlanmaktadır. Peyzaj planlamaları alanın en iyi şekilde arazi kullanım yollarının bulunması ve oluşturulmasına yardımcı olmaktadır. Peyzaj planlaması sonucu oluşturulan yaşama ortamı bir amaca hizmet edecek şekilde, topluma yararı olacak ve estetik bir ortam olacak şekilde tasarlanmaktadır.

Orman ürünleri endüstrisi, toplumlarda geniş ürün yelpazesine sahip bir sektör olmasıyla kullanım alanı oldukça fazla olan bir iş koludur. Doğal kaynaklara dayanan orman ürünleri sanayisi yenilenebilir olmayan petrol bazlı kaynaklara karşı yenilenebilir olması ile, temiz ve ucuz bir alternatif olarak toplumda önemli bir yere sahiptir.

Peyzaj mimarlığı uygulamalarında işlenmiş orman ürünlerinin ve ahşabın kullanımı orman ürünleri sanayisinin gelişmesine katkı sağlamaktadır. Kullanılan ürünlerin doğa ile uyumlu materyaller olması insanlar ve toplumların fiziksel sağlığı ve psikolojisine iyi gelebilecek materyallerdir. Geri dönüşümlü ürünler olması sürdürülebilir ormancılığa katkı sağlayacaktır. Yeşil ekonomiye destek olabilecektir.

Çevre sorunlarına çözüm olabilecek işlenmiş orman ürünleri ve ahşap kullanımı peyzaj tasarımları ve kent donatı elemanlarında yenilenebilir yegane bir malzemedir. Sürdürebilir orman yönetimi politikaları çerçevesinde hem az enerji tüketimli, geri dönüştürülebilir öğeler kullanılacak hem de gerek çevre ve gerekse enerji sorunlarına mükemmel bir şekilde yanıt veren bir materyal kullanılacaktır.

Ahşap türevli malzemelerden levha ürünleri son yıllarda dekoratif, yapısal uygulamalarda kullanılan ürünlerin başında gelmektedir. Levha ürünlerinden yonga levha, lif levha, kontrplak, yönlendirilmiş yonga levha en fazla kullanılan ahşap esaslı malzemelerdir. Ahşap malzemelerin, diğer malzemelere göre tercih edilen üstün özellikleri dayanıklılık, ekolojik olması, maliyet düşüklüğü, geri dönüşümlü olması, kolay işlenmesi, akustik özelliği, estetik görünüşü ve az enerji tüketimi gibi avantajlı özellikleri bir çok alanda olduğu gibi peyzaj çalışmalarında da kullanımını artırmıştır. Doğru malzeme seçimi yapıldığı ve iyi işleme tekniği uygulandığı takdirde dış mekân düzenlemelerinde çok geniş kullanım alanı olan bir malzemedir.

Ayrıca kompozit malzemelerin geliştirilmesi ile ahşabın hem kapalı hem de açık ortamlarda kullanım alanı genişlemiştir. Kullanılan teknolojiler ve malzemeler ile kompozit ürünlerin özellikleri gereğince rutubet, yangın, bitkisel ve hayvansal zararlılar gibi olumsuz özelliklerinin ortadan kaldırılması

sayesinde dayanıklılığı artırılmış, geliştirilmif malzemeler üretilmektedir. Bu malzemelerin peyzaj mimarlığında kullanımı yaygınlaştırılmalıdır. Kültürel peyzaj tasarımları ve uygulamalarında işlenmiş orman ürünleri ve ahşabın kullanımı birçok avantaja sahip olmasından dolayı tavsiye edilmektedir.

KAYNAKÇA

- Akyıldız, H. 2001. Türkiye’de Mobilya ve Orman Ürünleri Sanayii. *Gazi Üniversitesi Kastamonu Orman Fakültesi Dergisi*. Cilt:1 No:1. 64-79.
- Arı, Z., Pouya, S. 2023. Peyzaj Alanlarında Aydınlatma Uygulamalarının İncelenmesi: Malatya Kent Parkları Örneği. *GSI Journals Serie A: Advancements in Tourism, Recreation and Sports Sciences*, 7(1): 139-154.
- Askan, G., Yılmaz, H. 2022. Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Yalnızbağ Yerleşkesinde Yürütülen Peyzaj Çalışmalarının Dünü Bugünü ve Yapılması Planlanan Çalışmalar. *Güncel Gelişmeler Işığında Peyzaj Mimarlığı Çalışmaları-2022*. (edt: Yazıcı, K.). İksad Yayınevi. 81-108.
- Aydoğdu, H. 2017. *Kentsel Donatı Elemanlarının Peyzaj Mimarlığında Kullanımı*. Lisans Bitirme Tezi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı. s 129.
- Aykut, F. 1997. *Dış Mekan Kentsel Donatı Elemanlarında Ahşap Malzeme Kullanımı: Bartın Belediye Parkı Kullanımı*. Yüksek Lisans Tezi. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Zonguldak. s.139.
- Bakır, O. 2019. *Orman Ürünleri Sanayi Sektöründe Verimlilik ve Etkinliğin Belirlenmesi*. Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Trabzon.
- Batur, A. 2004. *Advanced Wood Production Systems and Conditions With Respect to Turkey Evaluation*. Master Thesis, Gebze Technical University, Institute of Engineering and Science, Gebze.
- Beceren Öztürk, R. 2005. *Türkiye’de Yetişen Sarıçamdan Üretilen Lamine Ahşap Kirişlerin Mekanik Özelliklerinin Araştırılması*. Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çalışkan, O., Meriç, E., Yüncüler, M. 2019. Past, Present and Future of Timber and Wooden Structures. *BŞEU Science Journal*, 6 (1), 109-118.
- Çetinkaya Karafakı, F. 2009. *Kentsel Peyzaj Tasarımında Ahşap Malzeme Kullanımı*. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı. Ankara. s. 108.
- Çolak, M., Değirmen-tepe, S. 2020. İç ve Dış Mekanlarda Ahşap Malzemelerin Mobilya ve Yapı Malzemesi Olarak Kullanımı. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*. Cilt 9, Özel Sayı, 190-199.
- Doğu, A.D. 2016. Ahşabı Tanımak. *Restorasyon ve Konservasyon Çalışmaları Dergisi*. s (16), 59-71.
- Erdin, N. 1997. Bahçenizi Ahşapla Güzelleştirin. *Country Homes*. S. 115.

- Frühwald, A., Pohlmann, C. 2002. Nachhaltiges Bauen Mit Holz, Informationsdienst Holz, Deutsche Gesellschaft für Holzforschung, München.
- Güller, B. 2001. Odun Kompozitleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*.
Seri A, 2:135-160.
- Günay, R. 2007. *Geleneksel Ahşap Yapılar (Sorunları ve Çözüm Yolları)*. Birsen Yayınevi. s. 262. Ankara.
- Jiang, F., Li, T., Li, Y., Zhang, Y., Gong, A., Dai, J., Hu, L. 2018. Wood-Based Nanotechnologies toward Sustainability. *Advanced Materials*. Wiley-VCH Verlag. 30(1):1703453.
- Kader, Ş., Kupik, M. 2011. *Peyzaj Mimarisinde Tasarım ve Proje Uygulama*. İBB Park Bahçe Yeşil Alanlar Daire Başkanlığı Yayınları. s. 40.
- Karadağ, A., Korkut, D., Korkut S., Koylu, P., Akıncı Kesim, G. 2017. Wood Material Usage in Landscape Construction in Turkey. *Inonu University of Art and Design Journal*. 7(15), 83-98.
- Kayhan, T. 2019. *Peyzaj Uygulamalarında Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Yararlanma Olanakları*. Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı. Isparta. s. 80.
- Kılıç, N. 2014. Orman Ürünleri Sanayi. Ar-Ge Bülten 3-11. <https://www.izto.org.tr/tr>. Erişim tarihi: 26.11.2024.
- Kurtoğlu, A., Sofuoğlu, S.D. 2013. Mobilya ve Ağaç İşlerinde Kullanılan Ahşap Malzemeler 1: Ağaç Malzemelerin Seçimi, İşlenmesi, Mobilya ve Yapı Elemanlarının Üretiminde Kullanılmaları, Mobilya Üretiminde Kullanılan Ağaç Kökenli Malzemeler. *Mobilya Dekorasyon*. 22(118):62-78.
- Kuter, N., Kaya, Z. 2019. Kentsel Donatı Elemanlarının Peyzaj Mimarlığı Açısından Değerlendirilmesi: Çankırı Örneği. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*. 21(1), 81-96.
- OSR, 2019. Ormancılık Sektör Raporu 2019. Memur-Sen Konfederasyonu Toç Bir-Sen (Tarım-Orman Çalışanları Birliği Sendikası).
- Önder, S., Altay, B. 2022. Konya Atatürk Stadyumu Yerine Yapılan Millet Bahçesi. *Güncel Gelişmeler Işığında Peyzaj Mimarlığı Çalışmaları-2022*. (edt: Yazıcı, K.). İksad Yayınevi. Bölüm 2. 29-52.
- Özgeriş, M. 2018. Kentsel Donatı Elemanlarının Kent Dokusu Yönünden Değerlendirilmesi: Erzurum İli Örneği. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*. 18(2): 561-574.

- Pirli, A., Yetişen, A., Birişçi, T. 2022. Manisa Atatürk Kent Parkı Kentsel Donatı Elemanlarının Estetik ve İşlevsel Açısından İrdelenmesi. *Güncel Gelişmeler Işığında Peyzaj Mimarlığı Çalışmaları-2022*. (edt: Yazıcı, K.). İksad Yayınevi. 109- 130.
- Plottu, E., Plottu, B. 2012. Total Landscape Values: A Multidimensional Approach. *Journal of Environmental Planning and Management*. 55, 797-811.
- Sayan Atanur, G., Ersöz, N.D. 2020. Kavramsal Gelişim Süreçleri ve Tasarım Bileşenleri Bağlamında Kent Parkları. *Ağaç ve Orman*. 1(1):66-71.
- Şahin, D. 2016. Türkiye’de Ormana Dayalı Sektörlerin Dış Ticaret Yapısının Analizi. *Bitlis Eren Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. Cilt 5, Sayı Ek Sayı, 181-196.
- Satır, A., Candan, Z. 2017. *Doğal Lignoselülozik Nanomalzemeler*. 2023’e Doğru 4. Doğa ve Ormanlık Sempozyumu. 475-496.
- Seçkin, N. 2010. Diagnostic Methods of Wood Material Problems. *Journal of Restoration and Conservation Studies*. (4), 81-87.
- Şirin, G., Topay, M. 2019. Koku İhtiva Eden Ağaç Oduklarının Peyzaj Mimarlığı Uygulamalarında Kullanımına İlişkin Bir Değerlendirme. *Mimarlık Bilimleri ve Uygulamaları Dergisi*. 4(1):90-96.
- Tanrıverdi, F. 1975. *Peyzaj Mimarisi Bahçe Sanatının Temel Prensipleri ve Uygulama Metodları*. Atatürk Üniversitesi Yayınları No:148, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 196. Sevinç Matbaası, Ankara.
- Temizel, S., Erdoğan, E. 2022. Cep Parklar. *Güncel Gelişmeler Işığında Peyzaj Mimarlığı Çalışmaları-2022*. (edt: Yazıcı, K.). İksad Yayınevi. 219-250.
- Topay, M., Kuş Şahin, C. 2016. Dış Mekânın Etkin Kullanımında Ahşap Malzeme Seçimi. *Plant Peyzaj ve Süs Bitkiciliği Dergisi*. Sayı 18:154-158.
- Ulay, G., Yeler, O. 2020. Wood and Wood Based Materials in Urban Furniture Used in Landscape Design Projects. *Wood Industry and Engineering*. 02(01):35–44.
- Uzun, G. 2000. *Yapı Materyalleri*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Adana. No: 148.
- Winter, S., Kehl, D. 2002. Ausführungsqualität und Werkstoffe. Holzäuser – Wertaltigkeit und ebensdauer. 22-24. Erişim Tarihi: 08.12.2024. https://informationsdienstholz.de/fileadmin/Publikationen/2_Holzbau_Handbuch/R00_T05_F01_Holzhaeuser_Werthaltigkeit_und_Lebensdauer_2008.pdf.

- Yıldırım, İ., Emiroğlu, E. 2022. Türkiye ve Dñnyada Orman Ürünleri Sanayi Sektörüne Ait Bazı Ürünlerin Karşılaştırmalı Analizleri. *Ormancılık Araştırma Dergisi*. Karok 2021, 155-164.
- Yuca, N. 2022. Kentsel Donatı Elemanlarının Peyzaj Mimarlığı Açısından Değerlendirilmesi: Sultanahmet Meydanı Örneği. *Kent Akademisi Dergisi*. 15(4):1975-1995.

21. Bölüm

Farklı Meşcereler Altındaki Toprakların Bazı Hidro-Fiziksel Özellikleri

SENEM GÜNES ŞEN¹

Miraç AYDIN²

¹ Kastamonu University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, Department of Watershed Management, Kastamonu/TÜRKİYE

sgunes@kastamonu.edu.tr

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5566-6676>

Google Scholar: <https://scholar.google.com/citations?user=ou35EMsAAAAJ&hl=tr>

² Kastamonu University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, Department of Watershed Management, Kastamonu/TÜRKİYE

maydin@kastamonu.edu.tr

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5969-8306>

Google Scholar: <https://scholar.google.com/citations?user=9Ho2Bf0AAAAJ&hl=tr&oi=ao>

Giriş

Yeryüzündeki en önemli doğal kaynaklardan ve yaşamın temel unsurlarından birisi olan toprak; arzun dışını ince bir tabaka halinde kaplayan, kayaların ve organik maddelerin türlü ayrışma ürünlerinin karışımından meydana gelen, içerisinde ve üzerinde canlılar âlemini barındıran, bitkilere durak yeri ve besin kaynağı olan, belirli oranlarda su ve hava içeren üç boyutlu bir varlıktır (Akalan, 1998). Katı anakayanın fiziksel olarak parçalanması ve kimyasal olarak ayrışması sonucunda gevseyerek anamateryal adını alan malzemenin topraklaşması ile oluşur (Kantarıcı, 2000). Topraklar ormanların gelişiminde hayati öneme sahiptirler. Toprak, anakayanın farklı mineral bileşimlerinden oluşmakta ve bu farklılığın sonucunda da ormanın bileşimi ve büyüme oranı, toprak özelliklerinden önemli bir şekilde etkilenmektedir. İyi gelişmiş bir orman toprağında yukarıdan aşağıya doğru sırası ile organik tabaka (O), organik olarak zengin mineral tabaka (A), yıkanma zonu (E), birikme zonu (B) ve ana materyal (C) gibi horizonlar bulunmaktadır (Fisher vd., 1999).

Toprak ve orman vejetasyonunun gelişimi karmaşık ve devamlı bir süreçtir. Orman ve toprağın gelişmesinde birçok faktör etkilidir ancak hiçbirisi iklim kadar önemli ve etkili değildir. İklim, vejetasyon ve toprak birbirine bağlı, karmaşık ve dinamik bir yapıdır. Bunlardan biri değişirse, diğerleri de değişir ve yeni bir denge oluşur (Fisher vd., 1999). Yapılan araştırmalara göre toprak yüzeyini kaplayan iyi bir ölü örtü tabakasının olması toprak yüzeyinin strüktürünü muhafaza etmesini ve ölü örtü tabakasının su tutma kapasitesinin yüksek olması nedeniyle yüzeysel akışın azalmasını sağlamasına karşılık infiltrasyonla toprağa giren suyun miktarının artmasına sebep olmaktadır (Asan vd., 1987).

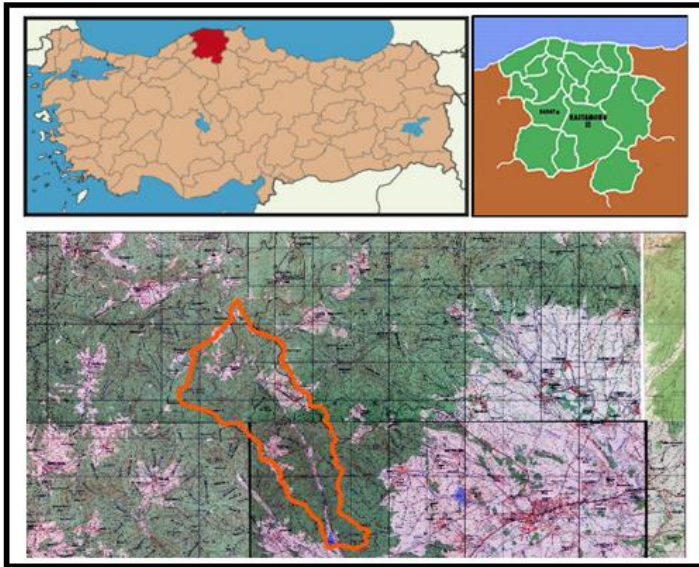
Orman topraklarını tarım ve mera topraklarından ayıran en önemli özelliği yağmur damlalarının toprak erozyonuna neden olan kinetik enerjilerine karşı koruyucu bir tabaka oluşturan ölü örtüye sahip olmalarıdır. Ölü örtüden yoksun bırakılan bir ormanda sıklık ve kapalılık ne kadar iyi olursa olsun intersepsiyon kapasitesi aşıldıktan sonra aşağı süzülen ve daha iri damlalar halinde ve daha yüksek kinetik enerji ile toprağa ulaşan yağmur suları eğimli arazi üzerinde büyük oyuntular oluşturarak şiddetli bir erozyon meydana getirebilir (Özyuvacı, 1978).

Bitki örtüsüyle kaplı topraklar, toprakları daha soğuk tutarak evaporasyonu engeller ya da bunun tam tersi, transpirasyonla toprakların nem kaybına neden olabilir. Toprak üzerindeki bitki örtüsünün türü ve miktarı tabiata, atmosfere, toprak özelliklerine ve organik bileşiklere bağlıdır. Toprak faktörleri örneğin derinlik, hacim ağırlığı, nem, sıcaklık ve pH bir bölgede yetişecek bitki türü üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Ağaç türleri toprağın organik madde içeriği ve toprak asitliği gibi birçok toprak özelliklerini etkilemektedir. Topraktaki ölü

örtü miktarı, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini değiştirerek topraklardaki besin elementleri dengesini sağlar (Hosur & Dasog, 1995). Toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri, ağaç varlığının bir sonucu olarak anlamlı şekilde değişmektedir (Pritchett & Fisher 1987). Ağaç türleri, beslenme ve köklenme özellikleri nedeniyle büyüdükçe toprağın fiziksel ve kimyasal ve özelliklerini zaman içinde değiştirebilirler (Read & Walker, 1950; Mergen & Malcolm, 1955; Ovington, 1956, 1958; Lakshmanan, 1962; Challinor, 1968). Yapılan çalışmalarda ağaç türlerinin toprak özellikleri üzerindeki etkisini ortaya koymaktadır. Özellikle, kapalı tohumlular ve açık tohumlular arasındaki, doğal ve egzotik türler arasındaki farklılıklar vurgulanmaktadır (Vitousek vd., 1987; Binkley & Ryan, 1998; Binkley vd., 2000; Giardina vd., 2001; Rhoades vd., 2001; Kaye vd., 2002).

Farklı ağaç türlerinin bulunduğu ormanların toprak özelliklerinin belirlenmesi, ağaçların toprak üzerindeki etkilerini anlamak için önemli bir araştırma alanıdır. Bu kapsamda Kastamonu – Daday’da bulunan Taşçılar Havzasında Karaçam, Kayın ve Gökknar olmak üzere belirlenen üç farklı meşcere türünün toprak özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır.

Denizden 800 m yükseklikte bulunan Daday ilçesi, kuzeyinde Ballıdağ, güneyinde Sarıçam Dağları ile kuşatılmıştır (İşler,2010; Kuzka, 2013). İlçe topraklarını Devrekâne Çayı’nın bir kolu olan Daday çayı ile Koldan deresi sulamaktadır. Ayrıca ilçede sulama amaçlı, Yumurtacı barajı, Taşçılar barajı ve Bezirgân barajı bulunmaktadır (URL-1).



Şekil 1. Araştırma alanının harita üzerindeki yeri

Taşçılar Havzası, yaklaşık olarak 6,5 km uzunluğunda güneydoğu-kuzeybatı istikametinde uzanmakta olup, 925 metre yükseltiden başlayarak 1745 metre yükseltiye kadar çıkmaktadır. Havzanın ortalama yüksekliği 1325 metre, ortalama eğimi ise %35,84 olmakla birlikte sarp bir arazi yapısına sahiptir.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü Kastamonu Meteoroloji istasyonundan alınan veriler incelendiğinde 1930-2023 yıllarına ait ortalama verilere göre alanın yıllık ortalama yağış miktarı 500 mm'nin altındadır. Yıllık ortalama sıcaklık 9,9°C, ortalama en yüksek sıcaklık 28,2°C (Ağustos ayında), ortalama en düşük sıcaklık -4,5°C (Ocak ayında)'dir. Thornthwaite yöntemi ile hazırlanan su bilançosuna göre Kastamonu-Daday yöresi yarı nemli-yarı kurak, orta sıcaklıkta (mezotermal), su fazlası olmayan veya çok az olan, okyanus iklimine yakın (C1 B'1 d b'3) iklim tipine sahiptir.

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan jeoloji haritasına göre Taşçılar Havzası jeolojik yapısı itibarıyla Triyas – Alt Jura yaşlı Taşçılar formasyonu metamorfik şistlerden oluşmaktadır. Taşçılar Havzasının toprak özellikleri genel olarak orta derinlikte (90-50 cm), %20-30 eğime sahip, orta derecede su erozyonu riski olan kestane rengi topraklardır. Toprak işlemeli tarıma elverişsiz arazilerdir (Anonim, 1993). Havzanın büyük bir kısmı (%87,05) ormanlık alanlardan oluşmakta, tarım alanları da genelde yerleşim yerleri etrafında yer almaktadır. Ormanlık alanların büyük bir kısmı iyi koru niteliğinde olup bozuk nitelikteki ormanlık alanlar çok düşük miktardadır (%1,52) (Anonim, 2010). Havzadaki hâkim ağaç türünü Karaçam ağaçları oluşturmaktadır ve saf Karaçam meşcereleri toplam ormanlık alanın %42,69'unu oluşturmaktadır. Havzanın %14,53'lük kısmını karışık meşcereler oluşturmaktadır. Yapraklı ağaç türleri Kayın haricinde genelde karışık meşcereler oluşturmaktadır ve havza alanının %7,20'sini kapsamaktadır (Anonim, 2010). Havza genel itibarı ile çok dik ve sarp eğim sınıfındaki alanlardan (%84,7) oluşmakta olup, düz ve daha düşük eğimlerdeki alanlar ise genelde akarsu kenarları ile yüksek tepelerdeki düzlük alanlardan oluşmaktadır. Havza genelinde güneşli bakılar hakimdir (Anonim, 2010).

Karaçam Meşceresi; Kapalılık derecesi %41 ile %70 arasında olup ince ağaçlık ile orta ağaçlık çağındadır (d1,30=20-35,9/36-51,9cm). 1347 m yükseklikte, sarp eğim sınıfında ve Doğu bakıda yer almaktadır.

Kayın Meşceresi; Kapalılık derecesi %71 ile %100 arasında olup sırkılık-direklik ile ince ağaçlık çağındadır (d1,30=8-19,9/20-35,9cm). 1408 m yükseklikte, çok dik eğim sınıfında ve kuzeydoğu bakıda yer almaktadır.

Göknar Meşceresi; 1445 m yükseltide, dik eğim sınıfında ve doğu bakıda yer almaktadır.

Karaçam (Çk), Kayın (Kn) ve Gökmar (G) meşcerelerine ait yükseklik, eğim, bakı, meşcere tipi ve jeolojik yapı özellikleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Karaçam, Kayın ve Gökmar meşcerelerinin genel özellikleri

Deneme Alanı	Yükseklik (m)	Eğim Sınıfı	Bakı	Meşcere Tipi	Jeolojik yapı
Çk	1347	Sarp	Gölgeli	Çkc d2	Şist
Kn	1408	Çok dik	Gölgeli	Knbc3	Şist
G	1445	Dik	Gölgeli	GD	Şist

Karaçam, Kayın ve Gökmar meşcerelerinin toprak özelliklerini belirlemek için 0-20 cm derinlikten üst toprak (Özyuvacı, 1978; Zengin, 1997) örnekleri alınarak tekstür, organik madde miktarı, pH, yararlanılabilir su miktarı ve kolloid nem ekivalanı değerleri belirlenmiştir.

Toprakların pH’ı 1/ 2,5 toprak-saf su süspansiyonu ile (Özyuvacı, 1971), toprak tekstürü Bouyoucos’un hidrometre metodu ile (Gülçur, 1974), organik madde tayini Walkley Black metodu ile (Kalra vd., 1991), solma noktsı 15 atmosfer basınç altında Soil Moisture Equipment Co.’nun Seramik Levhalı cihazı ile, yararlanılabilir su miktarı 1/3 atmosfer basınç altında Soil Moisture Equipment Co.’nun Seramik Levhalı Cihazı ile tayin edilmiştir. Kolloid nem ekivalanı oranı ise mekanik analiz sonucu elde edilen kil miktarının aynı toprağın nem ekivalanı oranına bölünmesiyle bulunmuştur (Özyuvacı 1978; Baver, 1956) (Tablo 2).

Tablo 2. Meşcerelerin toprak özellikleri

	Çk	Kn	G
Kum (%)	68,47	68,53	62,37
Kil (%)	8,88	12,35	15,44
Toz (%)	22,65	19,12	22,19
Organik madde (%)	25,9	32,12	47,78
pH	6,7	5,4	6,1
Yararlanılabilir su miktarı (%)	4,93	3,62	5,45
Kolloid-nem ekivalanı	0,58	0,46	0,64

Farklı meşcere türlerine ait toprakların özelliklerinin belirlenmesinde Kruskal-Wallis testi, anlamlı farklılık bulunan grupların hangilerinin olduğunun belirlenmesinde de Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Verilerin analizinde, özellikle örnek sayısının 30’dan az olması nedeniyle oluşan hata payının

azaltılması için Bonferroni düzeltmesi yapılmıştır. Bonferroni düzeltmesi önem düzeyi/grup sayısı formülü ile belirlenmiştir (Vialatte vd., 2008) (Tablo 3).

Tablo 3. Farklı meşcere topraklarına ait ölçüm sonuçlarının Kruskal-Wallis ve Mann-Whitney U testi sonuçları

Kruskall Wallis Testi Sonuçları				Mann-Whitney U		
Toprak Özellikleri	Meşcere Grupları	n	\bar{X} (ortalama)	Önem düzeyi (p<0,05)	Meşcere Grupları	Önem düzeyi (p<0,0167)
Kum	Çk	10	62,37	0,144 ^{ns1}		
	Kn	10	68,53			
	G	10	68,47			
Kil	Çk	10	15,44	0,353 ^{ns1}		
	Kn	10	12,35			
	G	10	8,88			
Toz	Çk	10	22,19	0,503 ^{ns1}		
	Kn	10	19,12			
	G	10	22,65			
Organik madde	Çk	10	25,9	0,08 ^{ns1}		
	Kn	10	32,12			
	G	10	41,4			
pH	Çk	10	5,68	0,008	Çk-Kn	0,121 ^{ns2}
	Kn	10	5,35		Çk-G	0,112 ^{ns2}
	G	10	6,07		Kn-G	0,005 ^{ns2}
Yararlanılabilir su miktarı	Çk	10	4,93	0,034	Çk-Kn	0,023 ^{ns2}
	Kn	10	3,62		Çk-G	0,028 ^{ns2}
	G	10	5,45		Kn-G	0,762 ^{ns2}
Kolloid nem ekivalanı	Çk	10	0,58	0,906 ^{ns1}		
	Kn	10	0,46			
	G	10	0,64			

ns1: p>0,05; anlamlı fark yok

ns2: p>0,0167; anlamlı fark yok

*: p<0,0125; anlamlı fark var

Araştırma havzasının genel bakışının güney olması mikroklimatik faktörlerin etkisi ile toprakların hidrofiziksel özelliklerinin değişmesine neden olmaktadır (Okatan vd., 2001). Karaçam ve Kayın meşceresinin topraklarındaki kum oranı Göknaar meşceresine oranla daha yüksek bulunmuştur. Toz oranı kayın meşceresinde diğer meşcerelere kıyasla daha düşüktür. Kil oranı değerleri ise

Karaçam meşceresinde diğer meşcerelere göre daha düşük bulunmuştur ve istatistiki anlamda da gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Irmak (1968), kum ve toz materyalinin genel olarak ana kayayı oluşturan minerallerin kısmen bölünmesinden meydana geldiklerini, kilin ise ana kayadaki minerallerin kimyasal ayrışması sonucu meydana geldiğini ifade etmiştir. Bu durumda araştırma alanı topraklarının kum ve toz oranlarındaki değişimin ana kayanın yapısından kaynaklandığı, kil oranlarındaki farklılığın ise orman topraklarındaki kimyasal ayrışma koşullarından kaynaklandığı söylenebilir. Meşcere türlerine göre değişiklik gösteren kum, kil ve toz oranlarındaki farklılığın nedeni deneme alanlarının farklı yükseltiden ve farklı eğimlerden alınmış olmasından da kaynaklanmaktadır (Zengin, 2010; Shrestha & Lal, 2008; Tüfekçioğlu & Küçük, 2004; Yüksek, 2009).

Organik madde miktarının en yüksek değeri göknarda en düşük değeri ise karaçamda tespit edilmiştir. Organik madde değerleri Organik madde, toprak parçacıklarını taneli bir toprak yapısı içinde bağlayarak çoğunlukla gevşek, üretken toprak şartlarının daha kolay bir şekilde kazanılmasını sağlamaktadır. Ayrıca organik maddde toprak tarafından tutulan su miktarını ve bitkilerin gelişmesi için gerekli olan kullanılabilir su yüzdesini yükseltmektedir (Sarıyıldız vd., 2008). Genellikle gölgeli bakılardaki organik madde miktarı, güneşli bakılardan daha fazladır. Çünkü havadaki nem ayrışmayı hızlandıran bir faktördür. Boerner (1984), kuzey bakıların topraklarının güney bakılardan daha yüksek toprak organik maddesine sahip olduğunu ifade etmiştir. Yapılan çalışmalar genelde üst topraktaki organik madde miktarının alt toprağa nazaran daha yüksek olduğunu göstermektedir (Kırış, 2009; Aydın, 2000; Polat vd., 2014; Çolak, 2016; Bellitürk vd., 2009; Göl vd., 2004; Dindaroğlu & Canbolat, 2012; Tüfekçioğlu & Küçük, 2004; Yüksek, 2009).

Çalışma alınan toprak örnekleri ile yapılan analizlerde de organik madde bakımından meşcereler arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir. Çalışma alanı topraklarındaki organik madde, tuttukları fazla miktardaki suyu toprağa yavaş yavaş sızdırarak (Özhan vd., 2008) ve yüzeysel akışı minimum düzeye indirerek havzanın su üretimine büyük katkı sağlamaktadırlar.

Toprak reaksiyonu toprakların genetik gelişimini ve toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini etkileyen önemli bir degiskendir. Toprak pH'ı, topraklarda bitki besin elementlerinin alınmasını, toprakların verimliliğini, ölü örtünün ayrışmasının yanı sıra bitkilerin yayılışlarını, tür bileşimini ve topraklardaki mikrobiyal aktiviteleri büyük oranda etkilemektedir (Kantarıcı, 2000; Ergene, 1997; Brady vd., 1999). Toprağın oluşumu ve gelişimi sürecinde etkili olan faktörler toprak reaksiyonunu da etkilemektedirler. İklim, mevsim

değişikliği ve bitki örtüsü orman topraklarında pH'ı etkileyen en önemli faktörlerdendir (Fitzpatric, 1986; Foth, 1990; Miller vd., 1990). Bu konu ile ilgili yapılan çalışmaları incelediğimizde, nemli bölgelerdeki toprakların oldukça asidik bir yapıya sahip oldukları görülmektedir. Bunun nedeni ise yağışın toprakta bulunan temel katyonları yıkaması (Ca, Mg, K ve Na) ve geriye değişim komplekslerinde baskın olan Al ve H iyonlarını bırakması olarak ifade edilmektedir (Eriksson vd., 1992). Sonbaharda, yaprakların dökülmesi ile ayrışan ölü örtü katyonlarının topraga ulaşması ve vejetasyon faaliyetlerinin yavaşlamasından dolayı toprağın pH değeri yükselmekte, ilkbaharda ise vejetatif faaliyetin başlamasıyla katyonların topraktan alınmasının, kök ve diğer canlıların solunumu sonucu ortaya çıkan CO₂ ve toprakta zayıf asit olan H₂CO₃ üretimi toprağın pH değerlerini düşürmektedir (Bergvist vd., 1995). Farklı bitki türleri altındaki toprakların pH değerlerinin farklı olması, bitkilerin topraktan katyon alma ve kullanma istekleriyle ilgili bir durumdur (Beier vd., 1998). Katyon kullanma istekleri fazla olan türlerin ölü örtülerinin ayrışmasıyla toprağa kazandırdıkları katyon miktarlarının fazla olması toprağın pH değerini arttırmaktadır. İğne yapraklı türlerin ölü örtülerinin ayrışmasında özellikle sarıçam, ladin, karaçam gibi türlerde asit ürünlerinin meydana geldiği ve toprağı asitleştirdiği bilinmektedir (Barner vd., 1998; Kantarcı, 2000). Dolayısıyla üst toprakta ayrışmanın daha fazla olmasından dolayı asitlik oranı yüksek, buna bağlı olarak pH değeri düşük çıkar. Yağışın etkisiyle bazik katyonlar üst topraktan alt toprak kademelerine doğru yıkanır (Zengin, 2010). Çalışma alanındaki Karaçam meşçeresinde pH değeri diğer meşçerelere oranla daha yüksektir. Kayın meşçeresinde ise diğerlerine kıyasla daha düşük bulunmuştur. Gölge bakıların, güneşli bakılara nazaran daha nemli olması da asitliliğin fazla olmasına neden olmaktadır (Zengin, 2010). Ayrıca Boerner (1984) de, güney bakıların topraklarının kuzey bakılardan daha düşük pH'a sahip olduğunu belirtmiştir. pH değerleri bakımından yapılan istatistiksel analiz sonucuna göre meşçereler arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Toprak pH değerleri, toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini etkileyen önemli bir değişkendir. Toprak pH'ı topraklarda bitki besin elementlerinin alınmasını, bitkilerin yayılışlarını, bitki topluluklarının tür birleşimini ve topraklardaki mikrobiyal aktiviteleri büyük oranda kontrol etmektedir (Kantarcı, 2000). Yapılan çalışmaların üst toprakların mutedil derecede asit olduğunu ortaya koymaktadır (Akgül & Aksoy, 1978; Tüfekçioğlu & Küçük, 2004; Yüksek, 2009).

Yararlanılabilir su miktarı değeri kayında diğer meşçerelere kıyasla oldukça düşüktür. istatistiksel olarak meşçereler arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. Deneme alanlarının yükseklik kademelerine göre

yararlanılabilir du miktarı değerleri doğru orantılı olarak değişmiştir. Kolloid nem ekivalanı değeri göknarda diğerlerine kıyasla daha yüksek bulunurken kayında daha düşüktür. İstatistiki olarakta gruplar arasına anlamlı bir fark olmadığı bulunmuştur. Kolloid nem ekivalanı değeri, toprağın suyu geçirgenliğini yani permeabilitesini gösteren bir indeks olarak kabul edilmektedir (Balcı, 1996). Bu değerin yüksek olması toprağın erozyona daha dayanıklı olduğunu, yani infiltrasyonun daha yüksek ve yzeyssel akışın daha düşük olacağını göstermektedir. Kolloid nem ekivalanı oranı için verilen sınır değer 1,5 olup bu değer 1,5'dan küçük ise toprak erozyona dayanıksız, 1,5'dan büyük ise toprak erozyona dayanıklı anlamına gelmektedir. (Erol vd., 2009). Bu değerlere göre değerlendirdiğimizde araştırma alanı topraklarının meşcere türüne bakılmaksızın erozyona karşı dayanıksız oldukları söylenebilir.

Toprak pH'nın bitki besin maddelerinin bitkiler tarafından alımı üzerinde önemli derecede etkisi bulunmaktadır. Bitki besin maddelerinin çoğunluğunun azami alınabilirliği 5,5 ile 6,5 arasındaki pH değerlerinde gerçekleşir. İbrelili türler için genellikle 5,0-6,0 pH değerleri, yapraklılar için ise 5,5-6,5 pH değerleri ideal olarak kabul edilmektedir. Toprak pH değerinin yüksek olması özellikle 8 pH değerinden fazla olması durumunda mikro elementlerden demir (Fe), bakır (Cu), mangan (Mn), inko (Zn) ve bor (B) alımında önemli derecede azalma olur. Yüksek pH'lı toprakların verimsiz olmasının baş nedeni yüksek pH'nın fosfor ve iz elementlerin (Fe, Cu, Zn) toprakta hareket edemez hale gelmesine yol aması ve buna ilaveten bu tür topraklarda yüksek miktarda sodyum bulunabilmesidir. Bitkiler için yararlı fosforun en uygun olduğu toprak pH'ı 6,5-7 arasında olanıdır. Çalışma alanı topraklarının pH değeri ortalamaları genellikle 5,4 ile 6,7 arasında değişmekte ve topraklar asidik özellik göstermektedir. pH değeri yüksek olan alkali karakterli topraklarda; ortamdaki H⁺ iyonları konsantrasyonunu arttırmak ve/veya mevcut H⁺ iyonlarını aktif hale geçirmek için, toprağa toz kükürt veya organik madde uygulaması, toprak tepkimesinin düşük olduğu durumlarda ise, kireçleme yapılabilir.

Teşekkür

Bu alışma Kastamonu niversitesi tarafından desteklenmiştir (Proje no: KUBAP-01/2012-29). Ayrıca ISFOR 2017'de zet bildiri olarak sunulmuştur.

Bu kitap bölümü lisansst tez çalışmasından üretilmiştir.

References

- Akalan İ. (1988). Toprak Bilgisi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No:1058, 8, Ankara.
- Akgül E., & Aksoy, C. (1978). Bolu-Şerif Yüksel Araştırma Ormanının genel toprak karakterleri ve toprak Haritaları. Or. Arş. Enst. Tek.Bül. No: 95.
- Anonim, (1993). Kastamonu ili arazi varlığı haritası, Baskı İşleri Şube Müdürlüğü, Baskı No:189, Ankara.
- Anonim, (2010). 2010-2029 Daday Orman İşletme Müdürlüğü amenajman planı, Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü, Kastamonu.
- Asan, Ü., & Şengönül, K. (1987). Orman formlarının fonksiyonel açıdan karşılaştırılması, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri: B, Cilt:37, Sayı:4.
- Aydın, M. (2000). Giresun-Yağlıdere yağış havzasında farklı anamateryaller üzerinde gelişen toprakların erozyon eğilim değerleri ve vejetasyon yapısı üzerine araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Balçı, A. N. (1996). Toprak Koruması, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi ders notları, Yayın No: 439, İstanbul.
- Barnes, B.V., Zak, D.R., Denton, S.R., & Spurr, S.H. (1998). Forest Ecology. 4. Edition, John Wiley and Sons, New York.
- Baver, L.D. (1956). Soil Physics. John Wiley and Sons Inc., New York.
- Beier, C., Blanck, K., Bredemeier, M., Lamersdorf, N., & Rasmussen, L. (1998). Responses of Soil and Vegetation to Reduced Input of S, N and Acidity to Two Norway Spruce Stands of the EXxman Project. Forest Ecology and Management, 101; 111–123.
- Bergkvist, B., & Folkesson, L. (1995). The Influence of Tree Species on Acid Deposition Proton Budgets and Element Fluxes in South Swedish Forest Ecosystems. Ecological Bulletin, 44; 90–99.
- Bellitürk, K., Danışman, F. & Sözübek, B. (2009). Tekirdağ Yöresindeki Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri ile Mineralizasyon Kapasiteleri Arasındaki İlişkiler. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22 (2), 141-147.
- Binkley, D., & Ryan, M. G. (1998). Net primary production and nutrient cycling in replicated stands of Eucalyptus saligna and Albizia facaltaria. Forest ecology and management, 112 (1), 79-85.
- Binkley, D., Giardina, C., & Bashkin, M. A. (2000). Soil phosphorus pools and supply under the influence of Eucalyptus saligna and nitrogen-fixing Albizia facaltaria. Forest Ecology and Management, 128 (3), 241-247.

- Boerner, R.E. (1984). Nutrient fluxes in litterfall and decomposition in four forests along a gradient of soil fertility in southern Ohio. *Can.J. For.Res.* 14, 794-802.
- Brady, N. C., & Weil, R. R. (1999). *The Nature and Properties of Soils* 12th Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Challinor, D. (1968) Alteration of surface soil characteristics by four tree species. *Ecology* 49, 286-290.
- Çolak, G. (2016). Esenli (Giresun) orman işletme şefliği ormanlarında yetişme ortamı faktörlerine bağlı olarak bitkisel tür çeşitliliğinin değişiminin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. KTÜ Fen bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Dindaroğlu, T., & Canbolat, M. Y. (2012). Kuzgun baraj gölü havzasında orman, mera ve çayır bitki örtüsü altında gelişen toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. ISSN:1307-3311, *Alinteri* 22(B), 1-9.
- Ergene, A. (1997). *Toprak Biliminin Esasları*. Genişletilmiş yedinci baskı. Yayın No: 0027, Öz Eğitim Basım Yayın Dağıtım LTD. STİ., Konya.
- Eriksson, E., Karlton, E., & Lundmark J.-E. (1992). Acidification of Forest Soils in Sweden. *Ambioly*, 21, 150-154.
- Erol, A., Babalık, A. A., Sönmez, K., & Serin, N. (2009). Isparta-Darıderesi havzası topraklarında erozyona duyarlılığın arazi kullanım şekillerine bağlı değişimi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, ISSN: 1302-7085, Seri: A, Sayı: 2, Sayfa: 21-36.
- Fisher, F., & Binkley, D. (1999). *Ecology and Management of Forest Soil*. ISBN: 0-471- 19426-3, USA.
- Fitzpatrick, E. A. (1986). *An Introduction to Soil Science*. Second Edition, Longman Scientific and Technical, John Wiley and Sons, New York.
- Foth, H. D. (1990). *Fundamentals of Soil Science*. Eighth Edition, John Wiley and Sons.
- Giardina, C. P., Ryan, M. G., Hubbard, R. M., & Binkley, D. (2001). Tree species and soil textural controls on carbon and nitrogen mineralization rates. *Soil Science Society of America Journal*, 65 (4), 1272-1279.
- Göl, C., Ünver, İ., & Özhan, S. (2004). Çankırı-Eldivan yöresinde arazi kullanma türleri ile yüzey toprağı nemi arasındaki ilişkiler. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* ISSN: 1302-7085, Seri: A, Sayı: 2, Yıl: 2004, 17-29.
- Gülçur, F. (1974). *Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları*. 1. Baskı, İstanbul Üniversitesi, Yayın No: 1970, Orman Fakültesi Yayın No:201, İstanbul.
- Hosur, G. C., & Dasog, G. S. (1995). Effect of tree species on soil properties. *Journal-indian society of soil science*, 43 (9), 256-258.

- Irmak, A. (1968). Toprak İlimi, İstanbul Üniversitesi, Yayın No: 1268, Orman Fakültesi Yayın No: 121, Becid Basımevi, İstanbul.
- İşler, E. (2010). Kastamonu Merkez, Daday ve Safranbolu geleneksel türk evi tavanları. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- Kalra, Y. P., & Manyard, D. G. (1991). Methods manuel for forest soil and plant analysis. Forestry Canada, Northern Forestry Publications, Alberta, Canada.
- Kantarcı, D. (2000). Toprak İlimi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Orman Fakültesi, Yayın no: 462, İstanbul.
- Kaye, J. P., Binkley, D., Zou, X., & Parrotta, J. A. (2002). Non-labile Soil Nitrogen Retention beneath Three Tree Species in a Tropical Plantation. Soil Science Society of America Journal, 66 (2), 612-619.
- Kırış, K. (2009). Gümüşhane Torul Yöresi saf sarıçam meşçerelerinde kalın kök kütlesi değişiminin ve bazı toprak özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.
- Kuzka, (2013). TR82 Düzey 2 Bölgesi (Kastamonu, Çankırı ve Sinop İlleri) Bölge Planı 2014-2023.
- Lakshmanan, C. (1962). Chemical and morphological characteristics of soils as influenced by several tree species. Ohio State University, 160,1-140.
- Mergen, F., & Malcolm, R. M. (1955). Effect of hemlock and red pine on physical and chemical properties of two soil types. Ecology, 36 (3), 468-473.
- Miller, R.W., & Donahue, R.L. (1990). Soils. Sixth Edition, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Okatan, A., Reis, M., Yüksel, A., & Aydın M. (2001). Çorum-Karhın çayı yağış havzasında dere akımlarını etkileyen fizyografik etmenler ile bazı hidro-fiziksel toprak özellikleri arasındaki ilişkiler üzerine bir araştırma. Fen ve Mühendislik Dergisi, Cilt 4, Sayı 2, syf: 16-29.
- Ovington, J. D. (1956). Studies of the development of woodland conditions under different trees: IV. The ignition loss, water, carbon and nitrogen content of the mineral soil. Journal of Ecology, 44 (1), 171-179.
- Ovington, J. D. (1958). Studies of the Development of Woodland Conditions Under Different Trees: VI. Soil Sodium, Potassium and Phosphorus. Journal of Ecology, 46 (1), 127-142.
- Pritchett, W.L. & Fisher, R.F. (1987) Properties and Management of Forest Soils. John Wiley & Sons, NewYork,5,1-6. 66.
- Read, R. A., & Walker, L. C. (1950). Influence of eastern redcedar on soil in Connecticut pine plantations. Journal of Forestry, 48 (8), 337-339.

- Özhan, S., Hızal, A., Gökbülak, F., & Serengil, Y. (2008). Ormancılık ve Su Üretimi İlişkisi, Baraj Havzalarında Ormancılık I. Ulusal Sempozyumu, (29-30 Nisan 2008), 57-75, Kahramanmaraş, Turkey.
- Özyuvacı, N. (1971). Topraklarda erozyon eğiliminin tesbitinde kullanılan bazı önemli indeksler. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, B, 21 (1), 190-207, İstanbul.
- Özyuvacı, N. (1978). Kocaeli yarımadası topraklarında erozyon eğiliminin hidrolojik toprak özelliklerine bağlı olarak değişimi. İstanbul Üniversitesi, Yayın No: 2328 Orman Fakültesi Yayın No: 233, İstanbul.
- Polat, S., Polat, O., Kantarcı, D., Tüfekçi, S., & Aksay, Y. (2014). Mersin-Kadıncık Havzası'ndaki Sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) ve Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ağaçlandırmalarının boy gelişimi ile bazı yetiştirme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler. Ormancılık Araştırma Dergisi. 2014 (1), A, 1:1, 22-37.
- Rhoades, C., Oskarsson, H., Binkley, D., & Stottlemeyer, B. (2001). Alder (*Alnus crispa*) effects on soils in ecosystems of the Agashashok River valley, northwest Alaska. *Ecoscience*, 8 (1), 89-95.
- Sarıyıldız, T., Varan, S., & Duman, A. (2008). Ölü Örtü Ayrıştırma Oranları Üzerinde Kimyasal Bileşenlerin ve Yetiştirme Ortamı Özelliklerinin Etkisi: Artvin ve Ankara Yöresine Ait Örnek Bir Çalışma. KÜ Orman Fakültesi Dergisi 8(2):109-119.
- Shrestha, R. K., & Lal, R. (2008). Land use impacts on physical properties of 28 years old reclaimed mine soils in Ohio, *Plant Soil*, 306, 249-260.
- Tüfekçioğlu, A., & Küçük, M. (2004). Soil respiration in young and old oriental spruce stands and in adjacent grasslands in Artvin. *Turkish Journal Agriculture Forestry*, 28, 429-434.
- URL1, (2014). Kastamonu ili genel özellikleri, <http://www.tumkasder.com/index.php?Git=kastamonu&sayfa=cografya>
- Vialatte, F. B., & Cichocki, A. (2008). Spit test bonferonni correction for QEEG statistical maps. *Biological Cybernetics*, 98, 208-303.
- Vitousek, P. M., Walker, L. R., Whiteaker, L. D., Mueller-Dombois, D., & Matson, P. A. (1987). Biological invasion by *Myrica faya* alters ecosystem development in Hawaii. *Science*, 238 (4828), 802-804.
- Yüksek, T. (2009). Effect of visitor activities on surface soil environmental conditions and aboveground herbaceous biomass in Ayder Natural Park, *Clean Journal*, 37 (2).
- Zengin, M. (1997). Kocaeli yöresinde orman ekosistemlerinin hidrolojik ağaçlandırmalar yönünden karşılaştırılması. Orman Bakanlığı Yayın No:055, İzmit.

Zengin, N. (2010). Giresun ili Alucra Yöresi saf ve karışık sarıçam meşçerelerinde bazı toprak özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.