Ziraat, Orman ve Su Ürünleri Alanında Yeni Trendler

Editör:
Prof. Dr. Nilda Ersoy

DUVAR

Ziraat, Orman ve Su Ürünleri Alanında Yeni Trendler

Editör:

Prof. Dr. Nilda Ersoy

Ziraat, Orman ve Su Ürünleri Alanında Yeni Trendler
Editör: Prof. Dr. Nilda Ersoy

Genel Yayın Yönetmeni: Berkan Balpetek
Kapak ve Sayfa Tasarımı: Duvar Design
Baskı: ARALIK 2022
Yayıncı Sertifika No: 49837
ISBN: 978-625-8261-57-8

© Duvar Yayınları
853 Sokak No:13 P.10 Kemeraltı-Konak/İzmir
Tel: 0 232 484 88 68

www.duvaryayinlari.com
duvarkitabevi@gmail.com

Baskı ve Cilt:REPRO BİR
Repro Bir Mat Kağ. Rek. Tas. Tic. Ltd. Şti.
İvogsan 1518. Sokak 2/30 Mat-Sit iş Merkezi Ostim
Yenimahalle/Ankara

İÇİNDEKİLER

KÜÇÜK ÖLÇEKLİ BALIKÇILIK (KÖB) ÜZERİNE KISA BİR DEĞERLENDİRME **9**
Prof. Dr. Adnan TOKAÇ

TÜRKİYE'DE TARIMSAL AR-GE VE YENİLİK EKOSİSTEMİ **19**
Dr. Pınar Topçu, Prof. Dr. Ahmet Tolunay

TOPRAK İŞLEME MAKİNELERİ TASARIMINDA AYRIK ELEMANLAR METODUNUN KULLANILMASI **31**
Dr. Mustafa Üçgül, Prof. Dr. Ali Aybek

TÜRKİYE VE KARAMAN İLİNDE ÖRTÜ ALTI TARIM FAALİYETLERİNİN ALANSAL DEĞİŞİMİ **63**
Doç. Dr. Atilla Atik

ORMAN KÖYLERİNDEKİ BAZI SOSYO-EKONOMİK FAALİYETLER **71**
Ayşe Esra HAKVERDİ

İÇ ANADOLU BÖLGESİ KORUNAN ALANLARI VE KORUNAN ALAN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ **85**
Ayşe Esra HAKVERDİ

SU ÜRÜNLERİ İŞLEME TEKNOLOJİSİNDE NANOEMÜLSİYONLAR **107**
Dr. Öğr. Üyesi Bengünur ÇORAPCI 107

ALGAL BİYOTEKNOLOJİ: BESLEYİCİ VE FONKSİYONEL GIDALAR **125**
Beyhan TAŞ, Faruk Tolga ŞENGÜLLENDİ

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE BAĞLI OLARAK BUĞDAY-ARPA ÜRETİMİNDEKİ DEĞİŞİMİNİN CBS KULLANILARAK DEĞERLENDİRİLMESİ: VAN MERKEZ İLÇELERİ **151**
Araş Gör, Bulut SARĞIN, Dr. Öğr. Üyesi, Siyami KARACA
Burak ÖZDEMİR

ULAŞTIRMA PROBLEMLERİ: MOBİLYA ENDÜSTRİSİ ÖRNEĞİ **173**
Dr. Öğr. Üyesi Celal Güngör

DÜNYADA NAR YETİŞTİRİCİLİĞİNİN GÜNCEL DURUMU **183**
Dr. Öğr.Üy. Cenap YILMAZ

BAĞ BUDAMA ATIKLARININ TARIMDA KULLANILMA POTANSİYELİ **197**
Öğr.Gör. Dr. Cuma ARIK

KIRSAL KALKINMA ARACI BAĞLAMINDA TATUTA/WWOOF TÜRKİYE AĞINDAKİ EKOLOJİK ÇİFTLİKLERİN SÜRDÜRÜLEBİLİR TURİZM UYGULAMALARINDAKİ YERİ VE ÖNEMİ **217**
Dr. Öğr. Üyesi Damla YILDIZ, Doç. Dr. Ufuk COŞGUN

BOR İLE BİTKİ İNTERAKSİYONU **247**
Prof. Dr. Eray TULUKCU

NEMATOD (*Meloidogyne* spp.) BULAŞIK SERADA DOMATES YETİŞTİRİCİLİĞİNDE SOLARİZASYON ve MİKORİZA UYGULAMASININ BİTKİ BÜYÜMESİ VE VERİME ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI **259**
Garip YARŞI, Yusuf ÇELİK, Adem ÖZARSLANDAN

MERSİN'DE MAYDANOZ YETİŞTİRİCİLİĞİNİN MEVCUT DURUMUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ **269**
Garip YARŞI

BİTKİLERİN TUZ STRESİNE KARŞI GÖSTERDİKLERİ TEPKİ MEKANİZMALARINA YÖNELİK İNCELEME **281**
Dr. Öğretim Üyesi Gülay ZULKADİR

FLOW SİTOMETRİ VE TARIMSAL ARAŞTIRMALARDA KULLANIMI **297**
Gülsemin SAVAŞ TUNA, Metin TUNA

ARAZİ TOPLULAŞTIRMASININ ÖNEMİ VE SAĞLADIĞI FAYDALAR **317**
Arş. Gör. Halis SEÇME, Arş. Gör. Ali Kaan YETİK

BALIKLARDA GONAD ENDOKRİNOLOJİNE KOMPARATİF BİR YAKLAŞIM **329**
İbrahim CENGİZLER, Selçuk DUMAN

MEYVE HASAT OTOMASYONUNDA KULLANILAN MEYVE TANIMLAMA SİSTEMLERİ **339**
M. Barış EMİNOĞLU , Uğur YEGÜL

AKTİF KARBON ÜRETİMİ VE AHŞAP ESASLI LEVHA ÜRETİMİNDE KULLANIMI **351**
Öğr. Gör. Dr. Mehmet Emin ERGÜN, Araş. Gör. Dr. İsmail ÖZLÜSOYLU

YAKIT PELETİ ÜRETİMİNDE ENPLUS STANDARDI KULLANIMI **367**
Mehmet SOLAK, Kamil EKİNCİ, Ali AYBEK

TARIMDA ZİRAİ İLAÇ ATIKLARI ÇEVRE VE İNSAN SAĞLIĞI **385**
Meryem KUZUCU

ESKİŞEHİR'DEKİ PARKLARDA PEYZAJ ELEMANI OLARAK KULLANILAN BAZI BİTKİ TAKSONLARININ (SÜS BİTKİLERİ) BOTANİK ÖZELLİKLERİ-2 **403**
Gökhan OLGUN, Onur KOYUNCU

ESKİŞEHİR'DEKİ PARKLARDA PEYZAJ ELEMANI OLARAK KULLANILAN BAZI BİTKİ TAKSONLARININ (MEVSİMLİK ÇİÇEKLER) BOTANİK ÖZELLİKLERİ-1 **421**
Gökhan OLGUN, Onur KOYUNCU

YEM BİTKİLERİNİN DESTEKLENMESİ: KASTAMONU İLİ İNCELEMESİ **443**
Fatih GÜREL, Osman İNAN

MERALARIN ETKİN YÖNETİMİ: KASTAMONU İLİNDE MERA ALANLARININ BAZI TOPRAK VE VEJETASYON ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ VE ÖNERİLER **465**
Fatih GÜREL, Osman İNAN

ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE ALTERNATİF TARIM SİSTEMLERİ **485**
Prof. Dr. Osman KARKACIER

SU ÜRÜNLERİ MUHAFAZASINDA GELENEKSEL VE GÜNCEL AMBALAJLAMA TEKNİKLERİ **497**
Doç. Dr. Pınar OĞUZHAN YILDIZ, Doç. Dr. Gökhan ARSLAN

TÜRKİYE DE BİLDİRİMİ ZORUNLU OLAN SU HAYVANLARI HASTALIKLARI **515**
Selçuk DUMAN, İbrahim CENGİZLER

SİPER ALTI IŞIK YÜZDESİNİN KARIŞIK ORMANLARDA FİDANLARIN MORFOLOJİK VE ANATOMİK ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ **531**
Doç. Dr. Seray ÖZDEN KELEŞ, Doç. Dr. Ferhat KARA

DOĞAL ALANLARDA BULUNAN BAZI BİTKİ TÜRLERİNİN PEYZAJ TASARIM ELEMANLARI AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ **545**
Arş. Gör. Dr. Sertaç KAYA, Doç. Dr. Engin EROĞLU
Arş. Gör. Nermin BAŞARAN, Ahmet AYTEĞİN
Arş. Gör. Hüseyin DÖNMEZ

KARADENİZ'İN SİNOP KIYILARINDAN YAKALANAN GELİNCİK BALIĞININ *Gaidropsarus mediterraneus* (L., 1758) PARAZİT FAUNASI **557**
Türkay ÖZTÜRK, Arzu GÜVEN

TÜRKİYE'DE SOSYAL ORMANCILIĞIN UYGULAMA ŞEKİLLERİ **581**
Ahmet TOLUNAY, Türkay TÜRKOĞLU

DOĞU ÇINARI (*Platanus orientalis* L.) ODUNUNDA DOĞAL YAŞLANDIRMA PERFORMANSI **595**
Fatih TONGUÇ, Hüseyin Ali ERGÜL, Ümit AYATA

YABANİ AYÇİÇEĞİ TÜRLERİNİN AYÇİÇEĞİ ISLAHINDA KULLANIM OLANAKLARI **611**
Prof Dr Yalçın Kaya, Doç Dr Necmi Beşer

AYÇİÇEĞİNDE KURAKLIĞA DAYANIKLILIK ISLAHI **629**
Prof Dr Yalçın Kaya, Dr Veli Pekcan

YENİDOĞAN TAYLARIN BAKIMI VE DİKKAT EDİLMESİ GEREKENLER **645**
Dr. Öğretim Üyesi Yavuzkan PAKSOY

AKVARYUMLAR İÇİN KULLANILAN SUCUL BİTKİLER **669**
Dr. Hatice TEKOĞUL

BAZI ATDİŞİ MISIR (*Zea mays* L.*indentata*) GENOTİPLERİNİN GAP BÖLGESİ'NE ADAPTASYONU **695**
Doç. Dr. A. Gülgün ÖKTEM, Prof. Dr. Abdullah ÖKTEM

KUM ZAMBAĞI (*Pancratium maritimum* L.) ANATOMİK, MORFOLOJİK, EKOLOJİK VE FİTOSOSYOLOJİK ÖZELLİKLERİ **713**

KÜÇÜK ÖLÇEKLİ BALIKÇILIK (KÖB) ÜZERİNE KISA BİR DEĞERLENDİRME

Prof. Dr. Adnan TOKAÇ

Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Bornova İzmir Türkiye
ORCID: 0000-0002-2968-7315

1. GİRİŞ

Küçük ölçekli ve geleneksel balıkçılık genel itibari ile, balıkçılık öncesi ve sonrası tüm faaliyetlerin erkek veya kadın balıkçılar tarafından üstlenildiği, genellikle günü birlik yapılan ve neticesinde içsu ve denizlerden ürün hasat edilmesini kapsayan bir üretim zanaatı olarak tanımlanabilir (Şekil 1). Küçük ölçekli balıkçılık yerel ve ulusal ölçekte protein açısından zengin önemli besin ve gıda üretiminin yanısıra istihdam yaratılması ve yerel ve ulusal ekonomileri desteklemesi gibi yerel ve ulusal boyutta bölge insanlarına ve ekonomisine pek çok önemli katkılar sunmaktadır.

Şekil 1. Küçük ölçekli balıkçılık teknelerinin barındığı balıkçı limanı

Küçük ölçekli balıkçılık, avcılık yolu ile üretilen küresel balıkçılık üretiminin yaklaşık yarısının üretilmesine katkıda bulunur. Küçük ölçekli balıkçılık ile yakalanan ürünlerin insanlar tarafından doğrudan gıda olarak tüketildiği dikate alındığında, küçük ölçekli balıkçılığın payı küresel ölçekte üçte ikiye kadar çıkmaktadır (FAO, 2015). Özellikle içsu balıkçılığında bu oran çok yüksektir ve içsu balıkçılığından elde edilen ürünlerin çoğunluğu doğrudan insanlar tarafından gıda olarak tüketilmektedir.

Ayrıca, küçük ölçekli balıkçılık tam veya yarı zamanlı yada mevsimlik veya geçici istihdam kaynağı olması bakımından küresel çapta milyonlarca kişinin geçimini sağlamasında hayati önem taşımaktadır. Küçük ölçekli balıkçılık kimi zaman yan bir iş kolu olarak kimi zaman ise özellikle kıtlık, yoksulluk ve benzeri kriz dönemlerinde önemli bir iş kolu olarak karşımıza çıkmaktadır. Küçük ölçekli balıkçıların bir çoğu kendi hesabına çalışmakta ve evlerine doğrudan yiyecek sağlamanın yanı sıra ticari balıkçılık, işleme ve pazarlama gibi iş kollarında da çalışmaktadırlar. Balıkçılık ve balıkçılıkla ilgili işleme, pazarlama ve satış gibi diğer faaliyetler bulundukları bölge ekonomisine bir motor etkisinde bulunur ve diğer iş kollarının gelişmesine de katkıda bulunur.

Küçük ölçekli balıkçılık genellikle bulunduğu bölgenin geleneksel yerel ve sosyal özelliklerini bünyesinde barındırmakta ve bu özellikleri sayesinde diğer bölgelerdeki balıkçılık ile birbirlerinden ayırt edilebilmektedirler. Küçük ölçekli balıkçılık yapan nüfusun doğal olarak balıkçılık kaynaklarına erişimin daha kolay olduğu kıyısal alanlarda daha çok yoğunlaştığı görülmektedir. Bu bölgelerde balıkçılık ve diğer işleme, pazarlama, barınma ve liman hizmetleri gibi yardımcı faaliyetler için kıyı ve kıyı alanlarının kullanım haklarının yerel küçük ölçekli balıkçılık kooperatiflerine kullanım hakkı tanınması kritik öneme sahiptir.

Küçük ölçekli balıkçılığın, istihdam yaratma, güvenli ve sağlıklı gıda temini, sürdürülebilir kaynak kullanımı ve benzeri hususlarda topluma sağladığı önemli katkılar olmasına rağmen bu konudaki farkındalık henüz toplumda tam olarak gerçekleşmemiştir.

2. KÜÇÜK ÖLÇEKLİ BALIKÇILIĞIN YAPISAL DURUMU

Küçük ölçekli balıkçılk geleneksel balıkçılık karakterine sahip çoğunlukla kendi sahibi olduğu balıkçı teknesi ile kendi hesabına çalışan balıkçılık öncesi ve sonrası tüm faaliyetlerin yine kendileri tarafından üstlenildiği, genellikle günü birlik yapılan ve neticesinde içsu ve denizlerden ürün hasat edilmesini kapsayan bir üretim şeklidir. Küçük ölçekli balıkçılıkta balıkçılıkta kullanılacak balıkçılık takımlarının donamıda genelikle balıkçıların kendileri tarafından tekne, liman ve balıkçı kahvehanelerinin müsait alanlarında gerçekleştirilmektedir (Şekil 2).

Şekil 2. Küçük ölçekli balıkçılıkta en çok kullanılan uzatma ağlarının donatımı

Küçük ölçekli balıkçılıkta en çok yaygın kullanılan balıkçılık yöntemi çeşitli tip uzatma ağları ile voli ve dönek yöntemi ile yapılan balık avcılığıdır (Tokaç ve diğ., 2010; Tokaç, 2011). Ortalama bir küçük ölçekli balıkçının yaklaşık her bir birimi 100 metre olan (donatılmış ağın uzunluğu) ve 1 posta ağ alarak adlandırılan uzatma ağlarından 50-60 posta ağı bulunmaktadır. Av mevsimi ve hava koşullarına göre balıkçı bu ağlarını birbirine ekleyerek kimi zaman 5 posta kimi zaman 7-8 posta veya daha az ve fazlası olmak üzere balıkçılıkta kullanmaktadır.

Bir fikir vermesi açısından İzmir Urla İskele bölgesinde kullanılan bir birim (posta) dil fanyalı uzatma ağı için kullanılacak malzeme miktarları ve birim fiyatları (2022 yılı Ekim Ayı için) Tablo 1'de verilmektedir.

Tablo1. Bir birim (1 posta) dil uzatma ağı için gerekli olan malzeme miktarı ile bedelleri (TL.)

Malzeme Çeşiti	Miktar	Birim Fiyat (₺)	Toplam Tutar (₺)
3/36-40 Göz Balık Ağı	1 Paket	320	320
6/180-13 Göz Balık Ağı	1 Paket	162,1	162,1
Yaka No: 4	2 Adet	130	260
Bobin No:12	1 Adet	69,5	69,5
Mantar No: 2	100 Adet	0,636	63,6
Kurşun 30 Gr'lık	9 Kg	50,77	457
Toplam			1332,20
KDV Dahil G.Toplam			1490,84

Tablo 1de verilen bilgiler ışığında 1 posta fanyalı dil uzatma ağının Ekim 2022 ayı itibari ile sadece malzeme tutarı yaklaşık 1500 ₺ olmaktadır. Bu malzemelerden avcılıkta kullanılacak ağ haline getrilmesi için bir donam uygulamsınada ihtiyaç vardır. Küçük ölçekli balıkçılıkta önceden de ifade edildiği üzere genellikle bu donam işlemi balıkçıların kendileri tarafından gerçekleştirilmektedir. Ancak eğer donam işi hizmeti almak istenirse posta başına yaklaşık 250 – 400 ₺ arasında ayrıca bir ücret ödenmesi gerekmektedir. Dolayısı ile bir posta uzatma ağının kabaca balıkçıya maliyeti yaklaşık 2000 ₺ civarında olmaktadır.

Küçük ölçekli balıkçılığın diğer bir yaygın kullanımı paragat ile yapılan çok iğneli olta balıkçılığıdır (Şekil 3).

Şekil 3. İzmir ve civarında kullanılan mantarsız ve mantarlı ince paragat seleleri

Paragat balıkçılığında büyük balıkların avında daha kalın malzemelerden yapılmış kalın paragat ile daha orta ve küçük balıkların avcılığında kullanılan ve daha ince malzemelerden imal edilmiş ince paragat takımları kullanılmaktadır. Paragat balıkçılığında gerek av öncesi hazırlık iğnelerinin gözden geçirilmesi ve paragatın yemlenmesi (Şekil 4 ve 5) ve av sonrasında ise paragatın yeniden ellenmesi ve kopan, bozulan yada kaybolan iğnelerin yeniden elden geçirilmesi gerekmektedir. 1 paragat selesindeki iğne sayısı yaklaşık 200 adet kadardır, paragat selesinin büyüklüğü ve paragat çeşitine göre iğne sayılarında değişiklikler olabilmektedir.

Şekil 4. Paragat iğnelerine takılacak yemlerin hazırlanması

Şekil 5. Paragat iğnelerinin ellenmesi ve yemlenmesi

2. KÜÇÜK ÖLÇEKLİ BALIKÇILIĞIN DESTEKLENMESİ

Küçük ölçekli balıkçılığın desteklenmesine yönelik ülkemizde son yıllarda önemli desteklemeler sağlanmaktadır. 22 Ekim 2022 tarihli resmi gazetede 6246 karar sayısı ile yayınlanan *"Küçük Ölçekli Balıkçığın Desteklenmesine İlişkin Karar"* ile 2023 ve 2024 yıllarını kapsayan dönemde küçük ölçekli balıkçılığın desteklenmesine ilişkin olarak aşağıda ana başlıklar altında özetlenen hususlarda küçük ölçekli balıkçılara destek ödemesi yapılmasına karar verilmiştir.

- Geçerli bir su ürünleri ruhsat tezkeresi ile içsularda avcılık yapan tüm balıkçı gemileri ile denizlerde avcılık yapan 12 metreden küçük balıkçı gemilerine yaptıkları balıkçılk faaliyetlerine ilişkin verilerin toplanması karşılığında 0-4,99 metre arasında boy uzunluğuna sahip balıkçı gemilerine her bir gemi adedi için 3.500 TL; 5,0-7,99 metre arasında boy uzunluğuna sahip balıkçı gemilerine her bir gemi adedi için 4.250 TL; 8,0-9,99 metre arasında boy uzunluğuna sahip balıkçı gemilerine her bir gemi adedi için 5.250 TL ve 10,0-11.99 m arasında boy uzunluğuna sahip deniz balıkçı gemileri ile daha büyük boylardaki içsu balıkçı gemileri için her bir gemi adedi için 6.000 TL destekleme ödemesi yapılmasına,

- Eğer balıkçı gemisi ruhsat sahibi kadın ise gemi başına ödenecek birim destekleme tutarının %25 daha fazla ödenir.

Alınan bu ikinci karar ile kadın balıkçıların sosyal-ekonomik hayata katılımlarının daha fazla teşvik edilmesine yönelik ek bir destekleme sağlanmış olmaktadır. Küçük ölçekli balıkçığa sağlanan bu destekleme dışında yerel yönetimler (belediyeler) tarafından da zaman zaman ağ, halat gibi malzeme yardımı veya tekne bakımlarında kullanacakları boya, macun gibi ayni yardımlarında yapıldığı bilinmektedir.

3. SONUÇ

Küçük ölçekli balıkçılık özellikle kıyısal alanlarda artan nüfus ve yapılaşma sonucunda ve yine özellikle son yıllarda artan yetiştiricilik faaliyetleri için deniz alanı tahsisleri neticesinde giderek alan kaybı ve kısıtlamalar gibi birçok zorluklar ile karşı karşıya gelmektedir. Oysa ki küçük ölçekli balıkçılığın sürdürülebilirliğinin sağlanmasının yanısıra buradan elde edilen katkının daha da iyileştirlmesine gereksinim vardır. Balıkçılık sektörünün son 30 ila 40 yıldaki aşırı gelişim dünyanın pek çok bölgesinde kaynakların aşırı sömürülmesine ve habitat ve ekosisteme tehdit oluşturacak teklikeler şeklinde kendini göstermiştir. Geleneksel olarak küçük balıkçılıkta nesilden nesile geçen kaynakların adil paylaşımı ve korunması gibi davranışlar giderek etkisini kaybetmekte ve yerini daha rekabetçi ve merkeziyetçi ve tüketime dayalı bir anlayışa bırakmak zorunda kalınmaktadır. pek çok yerde küçük balıkçı ile büyük balıkçı arasında av sahası kullanımı hususunda ihtilaflar ortaya çıkmaktadır. Bunun dışında küçük ölçekli balıkçıların büyük balıkçı dışında başta turizm ve akuakültür olmak üzere enerji, madencilik, endüstri ve altyapı tesisleşmesi gibi diğer bir çok sektörler ile de özellikle av sahası kullanımında çıkar çatışması yaşamaktadır. Diğer sektörlerin genellikle ekonomik ve politik güçleri genellikle daha güçlü olduğundan bu çıkar çatışmalrının çoğunda küçük balıkçı zararlı çıkmaktadır.

Bu nedenle küçük ölçekli balıkçılığın haklarının savunulması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması için kooperatifler bazında örgütlenilmesi önem arzetmektedir.

KAYNAKÇA

1. FAO, 2015. Voluntary Guidelines for Securing Sustainable Small-Scale Fisheries in the Context of Food Security and Poverty Eradication. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, 2015 ISBN 978-92-5-108704-6
2. T.C. Resmi Gazete, 21 Ekim 2022, Sayı: 31991 (2022). Cumhurbaşkanı Kararı, Karar Sayısı: 6246. Küçük Ölçekli Balıkçılığın Desteklenmesine ilişkin Karar. Ankara
3. TOKAÇ, A. (2011). Ağ Yapım ve Donam Tekniği Balıkçılık II Ege Üniversitesi Basımevi, Basım sayısı:2, Sayfa Sayısı 321, ISBN:978-975-483-855-8
4. TOKAÇ, A., ÜNAL, V., TOSUNOĞLU, Z., AKYOL, O., ÖZBİLGİN, H., GÖKÇE, G. (2010). Ege Denizi Balıkçılığı (2010)., Şanal Matbaası, Sayfa Sayısı 371, ISBN:978-9944-60-747-6

TÜRKİYE'DE TARIMSAL AR-GE VE YENİLİK EKOSİSTEMİ

Dr. Pınar Topçu[1]
Prof. Dr. Ahmet Tolunay[2]

[1]Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ankara
ORCID: 0000-0002-4701-3007
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,
[2]Kırsal Kalkınma ve Sosyal Ormancılık Uygulama ve Araştırma Merkezi,
Isparta, ORCID: 0000-0001-9028-9343

1. Giriş

İnsanoğlu varoluşundan beri ihtiyaçlarını gidermek, çevreyi ve evreni anlamak, nesne ve olayları açıklamak, karşılaşılan sorunlara güvenilir çözümler bulmak ve doğaya hâkim olmak amacıyla çaba göstermiştir. Bu amaçla yapılan en önemli faaliyet ise bilimdir (Daşdemir, 2016:1).

Bilim, öznel-yani kişiye ait olarak; düzenli ve dizgeli bilgi anlamına gelmektedir. Nesnel olarak da gerçek ve yansız sözcüklerden oluşan sistemli bir yapıtı göstermektedir (Kalıpsız, 1987:41).

Herhangi bir bilginin bilim düzeyine yükselebilmesi için konu edindiği olay ve nesnelerin gözlenebilir ve herkese açık olması gerekir. Gözlenebilirlik ve nesnellik bilim konusunun özelliklerini yansıtır (Bal, 2001:12).

Evrende öğrenilmesi gereken varlıklar sonsuz sayıda olup, aralarındaki ilişkiler de çok karmaşık ve değişkendir. Böylece evren de her an değişmektedir. İnsanın, bu kadar çok sayıda ve değişken varlıkların hepsini ayrı ayrı tanıması ve öğrenmesi olanaksızdır (Daşdemir, 2016:3). Kişinin bilgilerini başkalarına da iletmesi için, ortak bir bilim dili ve deyimleri kullanması gerekmektedir (Kalıpsız, 1987:42).

Bilim incelediği olguları ve olgular arasındaki ilişkileri anlamak, açıklamak, genel yargılara ulaşmak ve bu sayede doğa-toplum olaylarını kontrol altına almak istemektedir (Bal, 2001:14). Bilimin amacı; "bilinenler" uzamını daha hızlı ve olduğunca genişletmektir. Bu amaçla gösterilen çabaya bilimsel uğraş, izlenen yola bilimsel yöntem ve bu yoldan sağlanan bilgiye de "bilimsel bilgi" ve kısaca bilim adları verilmektedir (Kalıpsız, 1987:42).

Bilim sistemini geliştirmek ve bilimsel bilgi üretmek amacı ile yapılan her türlü faaliyete "bilimsel araştırma" adı verilmektedir (Daşdemir, 2016:27). Araştırma sorunları çözmek için düşünsel ve deneysel yoldan gösterilen her türlü çabadır. Bilimsel araştırma; sorun bilinci oluşan konularda planlı ve dizgeli bilgi toplanması, bu bilgilerin değerlendirilmesi ve açıklanması ile sorunlara güvenilir çözüm bulunmasıdır (Kalıpsız, 1987:90).

Araştırmanın amacına ve ele alınan sorunun niteliğine göre araştırmalar; "Temel Araştırmalar", "Uygulamalı Araştırmalar" ve "Geliştirme Araştırmaları" olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Temel araştırmalar; bilim alanlarında bilimsel yasalara ve kuramlara ulaşmak, bilim sistemini tamamlamak amacıyla yapılmaktadır. Uygulamalı araştırmalar; uygulamalı bilim alanlarında sürdürülen, pratik amaca yönelik yapılan araştırmalar olmaktadır. Geliştirme araştırmaları; temel ve uygulamalı araştırma ve sorunlarının yeni bir materyal, araç, yapım, üretim, sistem veya işlem geliştirmek üzere uygulanmaya konması veya eldekilerin iyileştirilmesi için yapılmaktadır (Kalıpsız, 1987:91; Daşdemir, 2016:32).

Öte yandan, bilgi üretmeye yönelik istek ve beceriler arttıkça, ülkelerin ekonomik büyümelerinde de olumlu yansımalar yaşanmaktadır. Öyle ki, bu süreçte bilhassa Araştırma ve Geliştirme (Ar-Ge) neticesinde oluşturulan "teknolojinin" ekonomik büyümeye katkısı yadsınamayacak düzeyde stratejik olmaktadır. Benzer şekilde, üretimdeki küresel değer zincirinin önemine bağlı olarak Ar-Ge ve yenilik ekosisteminde yürütülecek faaliyetlere olan eğilimde de artış görülmektedir. Bu durum, ülkelerin Ar-Ge harcamalarının GSYH'ye oranındaki payına yansımaktadır. Örneğin, 2010 yılında Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (Organisation for Economic Co-operation and Development-OECD) ülkelerinde %2.25 olan bu oran, 2020 yılında %2.68 seviyesine yükselmiştir (OECD, 2022). Türkiye'de de 2018 yılında %0.96 olan Ar-Ge harcamalarının GSYH'ya oranının, 2023 yılı itibarıyla %1.8'e çıkarılması hedefler arasında yer almaktadır (SBB,2018).

Dünya nüfusu artarken gıda kaynakları gün geçtikçe azalmaktadır. Tarımsal üretim için tahsis edilen toprakların artırılması, küresel ölçekli ek talebin %10'luk bir kısmını karşılayabilmektedir. Bu durum da, akıllı tarım, akıllı saklama, akıllı taşıma sistemleri ve akıllı ara yüzlerle tek elden tüm sistemin yönetimini gerekli hale getirmektedir.

Diğer taraftan, Bilim, Teknoloji ve Yenilik (BTY), 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Gündemi'nin merkezinde bulunmakta olup, birçok Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA)'nda da yer almaktadır. Tarımsal gıda sistemleriyle ilgili çeşitli SKA'lar, teknolojiyi ele almaktadır (SKA-2, SKA-6 ve SKA-14). Diğer SKA'lar, enerji, kadının güçlendirilmesi, altyapı ve sanayileşme ile ilgili teknolojiye ve uygulama araçlarına ilişkin amaçları içermektedir.

Yenilik ise ekonomik üretkenlik, insana yakışır iş yaratma, endüstriyel kalkınma ve gelişmekte olan ülkelerin kapasiteleriyle ilgili olarak dâhil edilmiştir. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ise BTY'nin daha iyi üretim, daha iyi beslenme, daha iyi bir çevre ve daha iyi bir yaşam için daha verimli, kapsayıcı, dayanıklı ve sürdürülebilir tarımsal gıda sistemleri haline gelmelerinde tarımsal gıda sistemlerinin dönüşümünü hızlandırabileceğine inanmaktadır (FAO, 2022).

Tüm bu gelişmeler göz önünde bulundurularak, bu çalışma ile "Türkiye'de Tarımsal Ar-Ge ve Yenilik Ekosistemi" incelenmiştir. Bu değerlendirmenin etkin bir şekilde gerçekleştirilmesini teminen bu ekosistemde stratejik ve kilit bir rol oynayan kamu, üniversite, özel sektör ve sivil toplum kuruluşları gibi aktörlerin yürüttüğü çalışmalar ve bu alana olan muhtemel etkileri ortaya konulmuştur.

2. Tarım Sektöründe Ar-Ge ve Yenilik

Türkiye'de Araştırma ve Geliştirme (Ar-Ge) ve yenilik ekosisteminin temel çerçevesini, Kalkınma Planları belirlemektedir. Bu çerçevede, On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023)'nda *"etkin işleyen bir araştırma ve yenilik ekosistemi oluşturularak bilgi üretme ve kullanma kapasitesinin geliştirilmesi, yüksek katma değerli ürün ve hizmetleri destekleyecek nitelikte Ar-Ge ve yenilik faaliyetlerinin artırılacaktır."* temel amacına yer verilmiştir. Yine Plan'da, bakanlıklar bünyesindeki araştırma merkezi ve enstitülerinin yanı sıra üniversitelerin ekosistemdeki etkinliğini güçlendirmeye yönelik olarak muhtelif tedbirlere (Ar-Ge personeli istihdam etme, makine-teçhizat altyapısını sağlama gibi) yer verildiği görülmektedir.

Konu tarım sektörü özeline indirgendiğinde, On Birinci Kalkınma Planı'nda *"tarımsal araştırma faaliyetlerinde kamu, üniversite, özel sektör ve sanayi kesimi arasındaki koordinasyon ve işbirliği geliştirilerek tarımsal Ar-Ge çalışmalarının etkinliği ve niteliği artırılacaktır."* ile *"Araştırma enstitülerinde hayvan ve bitki ıslahı, Biyoteknoloji ve biyoçeşitliliğin korunması alanları öncelikli olmak üzere yürütülen çalışmalar kamu, üniversite ve özel sektör işbirliği çerçevesinde desteklenecektir."* hedefleri yer almaktadır.

İlaveten, hazırlık süreci hâlihazırda devam eden On İkinci Kalkınma Planı (2024-2028) kapsamında hazırlanacak olan "Ar-Ge ve Yenilik Ekosisteminin Güçlendirilmesi" ve "Tarımda Teknoloji Kullanımı" başlıklı Özel İhtisas Komisyonu raporlarının sektörün gelişimi ve politika önceliklerinin belirlenmesinde önemli bir adım olarak görülmektedir.

Bu doğrultuda, Türkiye'de tarımsal Ar-Ge ve yenilik ekosistemi ise Şekil.1'de genel hatlarıyla özetlenmeye çalışılmıştır.

Şekil 1. Türkiye'de Tarımsal Ar-Ge ve Yenilik Ekosisteminin Genel Çerçevesi

2.1. Kamunun rolü

Kamu nezdinde, tarımsal Ar-Ge ve yenilik ekosistemi içerisinde yer alan kamu kurumları arasında Tarım ve Orman Bakanlığı (Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü-TAGEM) ile Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu-TÜBİTAK) bulunmaktadır. Bu gerekçeden dolayı bu başlık altında, TAGEM ve TÜBİTAK tarafından yürütülen tarımsal Ar-Ge projeleri ve destek programlarına yer verilmiştir. Ancak, kamu yapılanması içerisinde Ar-Ge faaliyetlerine ilişkin politikaların oluşturulması ve yatırımlarının izlenmesi açısından Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı (SBB)'ndaki "Araştırma Geliştirme ve Yenilik Dairesi Başkanlığı" ve Türkiye İstatistik Kurumu altında Ar-Ge istatistiklerini derlemek, değerlendirmek ve yayınlamak için "Bilim ve Teknoloji İstatistikleri Grup Başkanlığı" gibi yapılanmalar da bu ekosistemin geliştirilmesi ve sürdürülebilirliği için hizmet vermektedir.

Tablo 1. Sosyo-Ekonomik Hedeflere Göre Merkezi Yönetim Bütçesinden Ar-Ge Faaliyetleri İçin Ayrılan Ödenek ve Harcamalar

Yıl	Tarım Sektörü (%)
2016	3.2
2017	2.6
2018	2.5
2019	2.3
2020	1.9

Kaynak: TUİK, 2021.

Erişim Adresi: https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=bilgi-teknolojileri-ve-bilgi-toplumu-102&dil=1

2.1.1. Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü

Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) tarımsal Ar-Ge ve yenilik faaliyetlerini toplam 48 adet Araştırma Enstitüsü aracılığıyla yürütmektedir. Bu Araştırma Enstitüleri'nde, tarımsal üretim miktarı ve kalitesinin artırılması amacıyla bitkisel üretim, hayvansal üretim, toprak ve su kaynakları, hayvan sağlığı, bitki sağlığı, tarım ekonomisi, gıda ve yem alanlarında bilgi, yeni çeşit, teknoloji ve yöntemler geliştirilerek üreticilere ve ilgili kesimlere sunulmaktadır.

TAGEM, bu tarımsal araştırma faaliyetlerini kamu yatırım projeleri, Ar-Ge Destek Programı, TÜBİTAK programları, dış kaynaklı projeler, özel sektör işbirliği projeleri gibi farklı mali kaynaklar vasıtasıyla gerçekleştirmektedir. TAGEM'in 48 Araştırma Enstitüsü tarafından yürütülen ve genel bütçeden aldığı kaynakla yürütülen belli başlı projeler Tablo 2.'de yer almaktadır.

Tablo 2. TAGEM'in 2022 Yılı Yatırım Programı'nda Yer Alan Tarımsal Ar-Ge Projeleri

No	Proje Adı	Sektörü	Proje Tutarı (TL)
1	Milli Botanik Bahçesi	Teknolojik Araştırma	473.509.000
2	Bitkisel Üretim Araştırma Altyapısının Geliştirilmesi	Tarım/Bitkisel Üretim	333.936.572
3	Büyükbaş ve Küçükbaş Hayvan Islahı ve Adaptasyonu	Tarım/Hayvancılık	239.118.279
4	Ulusal Su Ürünleri Gen Bankası	Tarım/Su Ürünleri	63.200.631
5	Su Ürünleri İleri Ar-Ge Merkezi	Tarım/Su Ürünleri	50.014.000
6	Türkiye Patentli Büyük Ebeveyn ve Ebeveyn Geliştirme	Tarım/Hayvancılık	48.073.963
7	Hububat Referans Materyal Merkezi	Teknolojik Araştırma	35.587.000
8	Bitkisel Üretim ve Tarımsal Ekonomi Araştırmaları	Tarım/Bitkisel Üretim	33.500.000
9	Hayvansal Üretim ve Hayvan Hastalıkları Araştırma Kapasitesinin Desteklenmesi	Tarım/Hayvancılık	12.000.000
10	Karadeniz'de Balık Stokları Yönetimi	Tarım/Su Ürünleri	10.248.453
11	Bitkisel Biyolojik Çeşitlilik ve Korunması	Sosyal-Çevre	8.700.000
12	Su Ürünleri Araştırma Kapasitesinin Desteklenmesi	Tarım/Su Ürünleri	8.500.000
13	Biyogüvenlik Ar-Ge	Sosyal-Çevre	8.000.000
14	Ülkesel Gıda ve Yem Araştırmaları Programı	İmalat/Gıda	4.200.000
Proje Toplam Tutarı			**1.328.587.898**

Kaynak: SBB, 2022.

Ar-Ge Destek Programı Projeleri

Tarım sektörünün ihtiyaç duyduğu öncelikli konuların çözümüne yönelik olarak özel sektör, üniversite, sivil toplum ve meslek kuruluşları ile TÜBİTAK tarafından hazırlanan Ar-Ge projelerinin desteklendiği ve bütçesinin Tarım ve Orman Bakanlığı'nın "Diğer Tarımsal Amaçlı Desteklemeler" tertibinden karşılandığı bir programdır. Programın başlangıç yılı olan 2007 yılından bugüne kadar toplam 2.101 adet proje başvurusu alınmış olup, desteklenen 455 projeye toplam 100,5 milyon TL destek ödemesi gerçekleştirilmiştir. Bu verilere ilişkin bilgiler Tablo 3.'te yer verilmiştir.

Tablo 3. Ar-Ge Destek Programı

YILLAR	2010	2015	2020	Toplam
Teklif edilen proje (adet)	106	281	205	2.101
Desteklenen proje (adet)	30	74	27	455
Sonuçlanan proje (adet)	30	74	-	343
Devam eden proje (adet)	-	-	27	112
Yapılan ödemeler (milyon TL)	2.8	11.8	10	100.5

Kaynak: Tarım ve Orman Bakanlığı (TAGEM), 2021.

2.1.2. Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu

Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) Araştırma Destek Programları Başkanlığı (ARDEB)'nın "Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Projelerini Destekleme Programı (1001), Hızlı Destek Programı (1002), Öncelikli Alanlar Ar-Ge Projeleri Destekleme Programı (1003), Ulusal Yeni Fikirler ve Ürünler Araştırma Destek Programı (1005), Kamu Kurumları Araştırma ve Geliştirme Projelerini Destekleme Programı (1007), Başlangıç Ar-Ge Projeleri Destekleme Programı (3001) ve Kariyer Geliştirme Programı (3501)" olmak üzere toplam 7 adet destek programı bulunmaktadır.

Ar-Ge projelerinin desteklenmesi ve arzu edilen başarıyla yürütülmesi için ARDEB kendi içerisinde "bilimsel araştırma grupları" nezdinde faaliyetlerini gerçekleştirmektedir. Bu gruplardan bir tanesi de "Tarım, Ormancılık ve Veterinerlik Araştırma Destek Grubu (TOVAG)"dır. TOVAG kadar doğrudan olmasa da tarım sektörü ile ilişkisi bulunan bir diğer bilimsel araştırma grubu da "Çevre, Atmosfer, Yer ve Deniz Bilimleri Araştırma Destek Grubu (ÇAYDAG)"dır.

Ulusal Gıda Ar-Ge ve Yenilik Stratejisi'nde TÜBİTAK destekleri arasında en fazla bütçeye sahip konu başlıkları ve odak grup değerlendirmesi sonucunda öncelikli görülen faaliyet konuları: "Biyoteknoloji", "Gıda Bilimleri", "Gıda

Teknolojisi", "Tarla Bitkileri", "Su Ürünleri Yetiştiriciliği" ve "Zootekni ve Hayvan Besleme (Yetiştirme)" belirlenmiştir.

Yine, Ufuk 2020 (Horizon 2020)'nin üç temel önceliklerinden "Toplumsal Sorunlara Çözümler (Tackling Societal Challanges)" altında bulunan "Gıda Güvenliği, Sürdürülebilir Tarım ve Ormancılık, Deniz ve İç Su Araştırmaları ve Biyoekonomi" alanına yönelik olarak gerçekleştirilen çağrıda da "sürdürülebilir gıda güvenliği", "biyoekonomi" ve "deniz ve okyanuslar" temaları yer almaktadır (European Commision, 2021). Son olarak, TÜBİTAK'ın 2022-2023 Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konuları arasında ise "yeşil ve sürdürülebilir tarım"; stratejik ve ihtiyaç odaklı Ar-Ge ve yenilik konuları arasında "ulusal biyoçeşitliliğin izlenmesi" bulunmaktadır.

2.2. Üniversitelerin rolü

2547 sayılı Yükseköğretim Kanunu'nun 3(j) maddesinde yapılan tanımlamayla bir üniversite bünyesinde farklı alanlarda eğitim-öğretim, uygulama ve araştırmaların yapılması amacıyla "Uygulama ve Araştırma Merkezi (UYGAR)" kurulabileceğine yer verilmektedir. Bu Kanun'un Ek 43. maddesiyle uygulama ve araştırma merkezlerinin birden fazla üniversitenin katılımıyla kurulabilmesine imkân tanımak amacıyla "Ortak Uygulama ve Araştırma Merkezi" tanımı hüküm altına alınmış ve aynı ad, görev ve misyonla kurulacak ortak uygulama ve araştırma merkezi sayısının ikiden fazla olamayacağı belirtilmiştir. Böylelikle, üniversitelerin işbirliği halinde kuracağı UYGAR'ların çatı kimliklerinin tanımlanması mümkün kılınmıştır. 19/06/2020 tarihli ve 31160 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan "Yükseköğretim Kurumlarında Ortak Uygulama ve Araştırma Merkezleri Yönetmeliği" de söz konusu ortaklığa ilişkin olarak hazırlanan bir düzenlemedir. Bu çerçevede, tarım sektörü özelinde kurulan işbirliklerinden bazıları;

- Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi-koordinatör (Hacettepe Üniversitesi ve Kırklareli Üniversitesi ortaklığında): Hayvancılık Sektöründe Dijital Teknolojiler Ortak Uygulama ve Araştırma Merkezi,
- Kırklareli Üniversitesi-koordinatör (Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi ve Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi ortaklığında): Gıda Arzı Güvenliği ve Dijitalleşme Ortak Uygulama ve Araştırma Merkezi,
- Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi-koordinatör (Ankara Üniversitesi ve Selçuk Üniversitesi ortaklığında): Jeotermal İleri Sera Teknolojileri ve Üretim Teknikleri Ortak Uygulama ve Araştırma Merkezidir.

2.3. Özel sektörün rolü

Tarım ve Orman Bakanlığı'na ait "Ar-Ge Destek Programı"ndan farklı olarak, "Kamu-Özel Sektör İşbirliği Projeleri" kapsamında TAGEM'e bağlı enstitüler ile özel sektör kuruluşları arasında da işbirliği yapılarak Ar-Ge projeleri yürütülmektedir. Bu program ile kamu kaynaklarının etkin kullanılması amacıyla enstitülerin makine-teçhizat, yetişmiş uzman personel ile laboratuvar altyapısı özel sektörün istifadesine sunulmaktadır. Bu kapsamda, 2003 yılından beri özel sektör-TAGEM ortaklığında toplam 363 adet proje yürütülmüş olup, özel sektör tarafından Araştırma Enstitüleri'ne toplam 28,8 milyon TL kaynak tahsis edilmiştir.

Özel sektörün, yeniliğin önemli bir türü olan "pazarlama yeniliğine" örnek verilecek olunursa; Bahçıvan Gıda'nın dilimli beyaz peyniri ve Filiz Gıda'nın TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi (MAM) ile geliştirip ürettiği Filiz Fizi'nin değişik şekilleri ve ambalajları söylenebilir (Elçi, 2006). Zorlu Enerji de biyoçeşitlilik alanında 2030 yılına kadar en az 10 milyon TL yatırım yapmayı hedeflediğini belirtmiştir (Ekonomist, 2022).

2.4. Sivil toplum kuruluşlarının rolü

Tarımsal Ar-Ge ve yenilik ekosisteminin geliştirilmesinde en önemli sivil toplum kuruluşlarından birisi "Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı (TTGV)"dır. Bu kapsamda, TTGV tarafından tarım sektörü özelinde hazırlanan birçok çalışmanın bulunmasının yanı sıra Eylül 2022'de kamuoyuyla paylaşılan "Sürdürülebilir Tarım Toprak ve Su" raporunun bu alan için önemli katma değer sağlayacak olan çalışmalardan bir tanesi olduğu düşünülmektedir (TTGV, 2022).

3. Değerlendirme ve Sonuç

Türkiye'de tarımda Ar-Ge ve yenilik ekosistemini oluşturmayı teminen dijital teknolojilerin tarımda kullanımının yaygınlaştırılması, iklim değişikliğinin tarımsal üretim sistemlerine etkilerini değerlendiren modellerin oluşturulması ve hayata geçirilmesi, yerli gübre üretim teknolojilerinin geliştirilmesi, değişen iklim koşullarına uygun yeni meyve çeşitlerinin ıslahı ve teknolojilerinin geliştirilmesi gibi hususlara daha fazla ağırlık verilmelidir.

Ayrıca, Türkiye'de gıda arz güvenliğinde akıllı uygulamaların ele alındığı, farklı disiplinden araştırmacıların birlikte çalışabileceği, sürdürülebilir çözümler üretmek için "tarladan-sofraya" yaklaşımıyla bütünsel ve çok yönlü çözümler üretilebilecek bir araştırma merkezine duyulan ihtiyaç devam etmektedir. İlaveten, etkin bir sanayi, üniversite ve kamu işbirliği oluşturularak, katma değeri yüksek ürün ve teknolojik kazanımlar elde edilmeli ve akademi ve sanayi arasında köprü güçlendirilmelidir.

Kaynaklar

1. Bal, H. (2001). *Bilimsel Araştırma Yöntem ve Teknikleri*, Isparta: SDÜ Basımevi
2. Daşdemir, İ. (2016). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri,* Ankara: Nobel Yayınevi.
3. Ekonomist, (2022). *37 Yeni OSB Geliyor.* 20 Ağustos 2022, Sayı 2022/16.
4. Elçi, Ş. (2006). *İnovasyon Kalkınmanın ve Rekabetin Anahtarı.* 5. Baskı. ISBN:9944-5106-0-2.
5. European Commision, (2021). *Societal Challenges, Horizon 2020*. Erişim Tarihi:01/11 2021. Erişim Adresi: https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/societal-challenges
6. FAO, 2022. *Science, Technology and Innovation.* Erişim Adresi: https://www.fao.org/science-technology-and-innovation/en Erişim Tarihi:11.08.2022.
7. Kalıpsız, A. (1987). *Bilim ve Araştırma*, İstanbul: Gür-Ay Matbaası.
8. OECD, 2022. *Main Science and Technology Indicators.* Erişim Adresi: https://www.oecd.org/sti/msti.htm, Erişim Tarihi:11.08.2022.
9. Resmi Gazete, (2021). *Yükseköğretim Kanunu*. Erişim Adresi: https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.2547.pdf
10. SBB, (2018). *On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023),* Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, ss.91-92, Ankara.
11. SBB, (2022). *2022 Yılı Yatırım Programı,* Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, Ocak 2022, Ankara.
12. TTGV, (2022). *Sürdürülebilir Tarım Toprak ve Su.* Stratejik Odak Çalışma Komisyonu-Tarım. Erişim Adresi: https://www.ttgv.org.tr/tur/images/publications/
13. TÜBİTAK, (2011). *Ulusal Gıda Ar-Ge ve Yenilik Stratejisi.* Erişim Adresi: https://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/ek3_ulusal_gida_arge_yenilik_stratejisi.pdf
14. TÜİK, (2021). *Merkezi Yönetim Bütçesinden AR-GE Faaliyetleri İçin Ayrılan Ödenek ve Harcamalar*, 2020. Bilim, Teknoloji ve Bilgi Toplumu. Erişim Tarihi: 02.11.2021 Erişim Adresi: https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=bilgi-teknolojileri-ve-bilgi-toplumu-102&dil=1

TOPRAK İŞLEME MAKİNELERİ TASARIMINDA AYRIK ELEMANLAR METODUNUN KULLANILMASI

Dr. Mustafa Üçgül[1]
Prof. Dr. Ali Aybek[2]

[1]*Faculty of Science and Engineering, Southern Cross University, Lismore, NSW 2480, Australia*
Orcid ID: 0000-0001-8528-7490
[2]*Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş Türkiye*
Orcid ID: 0000-0003-3036-8204

1. Önsöz

Gıda ve gıda uretimi insanlık tarihi boyunca insanoğlunun en önemli gereksinimlerinden bir tanesi olmuştur. İnsanoglu birlikte yaşamaya avcı toplumlarından bu yana başlamış olsa da, gıdanın ve gıda uretiminin önemi, insanoğlunun tarım toplumları şeklinde birarada yoğun ve kalabalık bir şekilde yaşamaya başlamasından buyana daha önemli bir hale gelmiştir. Eski çağlardan buyana tarım toplumlarındaki en onemli problemlerden bir tanesi de üretilen gıda ürününün verimli bir şekilde ekilip daha sonra da hasat edilmesi olmuştur. Zira, avcı toplumları küçük toplumlar olduğundan gıdaya olası bir erişim problemi kuçuk bir insan topluluğu için problem teşkil ederken, daha yoğun ve kalabalık bir şekilde yaşayan tarım toplumlarında gıda üretiminde yaşanacak sorunlar ya da aksaklıklar, çok fazla sayıda insanın ölümü ile neticelenerek felaketler teşkil etmekteydi. Bu nedenle eski çaglardan beri insanoğlu tarımsal üretimi artıracak ya da daha verimli hale getirecek yöntemler geliştirmiştir. Bunun en belirgin örnegini eski Mısır uygarlığından bu yana kullanılan pulluktan görebiliriz. Zaman içerisinde artan insan nufusunun gıda ihtiyacını karşılamak için tarımsal üretimi artirmakta faydali olacak tarım aletleri geliştirilmeye devam edilmiş ve bu gelişmeler günümüze kadar devam etmistir. Özellikle endustri devriminin gerçekleşmesi ve bilimsel alandaki gelişmeler, tarım alet ve makineleri tasarımında mühendislik yöntemleri ve bilgisayarın daha aktif bir sekilde kullanılmasını bu da daha verimli tarim makinelerinin üretilmesini sağlamıstır. Bu çalışmada, endüstri devriminden bu yana tarım alet ve makinelerinin tasarımında kullanılan yöntemler tanıtılmış daha sonar da, günümüz bilgisayar teknolojisinin tarım alet ve makineleri tasarımında nasıl etkin bir şekilde kullanılabileceğine dair örnekler verilmiştir.

2. Toprak, Toprak İşleme ve Toprak İşleme Makineleri

Birkeland'a (1999) göre toprak mineral bileşenlerinin değişken kalınlıktaki katmanlarından oluşan doğal bir cisimdir. Toprak, kırık kaya parçaları, mineral ve çürümüş bitki ve hayvan maddelerinden (humus) oluşur. Toprak ayrıca su ve hava içerir. Toprağın bileşimi (hava, su, kaya parçacıkları ve organik madde seviyeleri) bitki büyümesi ve üretkenliği üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Kum, silt ve kil, topraktaki parçacıkların boyutlarına göre temel sınıflandırmasıdır. Farklı kum, silt ve kil oranları kullanılarak çeşitli toprak dokuları elde edilebilir (örneğin kumlu-tınlı, killi-tınlı). Topraktaki kum miktarı havalandırma ve drenaj özelliklerini belirlerken kil partikülleri kimyasal olarak aktiftir, su ve bitki besin maddeleri ile bağlanır. Parçacık boyutları silt için 0,004 mm ila 0,0625 mm ve kum için 0,0625 mm ila 2 mm (çap olarak) arasında değişir. Silt ve kum tanecikli malzemeler olarak kabul edilebilir. Tersine, killi toprağın

partikül boyutu 1 µm ile 5 µm arasında değişir ve yapısı plaka benzeridir (TerraGIS, 2007).

Toprak işleme, ürün yetiştirilmesi için toprağı fiziksel, kimyasal veya biyolojik olarak manipüle etmek olarak tanımlanır. Toprak işleme, tohum yatağı hazırlama, toprak neminin korunması, erozyon önleme, toprak sıkışmasının giderilmesi ve yabancı ot kontrolü için gereklidir (Ohiri ve Ezumah, 1990). Toprak işleme uygulamaları, bir alet kullanılarak gerçekleştirilir. Toprak-alet etkileşimini analiz etmenin temel amacı, tohum yatağı profilini optimize etmek ve enerji ihtiyacını tahmin etmek (Karmakar, 2008) ve bu sayede enerji ve gübre tüketimini azaltmaktır (Shmulevich ve ark., 2007). Kushwaha ve Zhang (1998), toprak işleme için kullanılan enerjinin, mahsul üretiminde kullanılan toplam enerjinin neredeyse yarısı olduğuna dikkat çekmiştir. Bu nedenle, enerji verimliliği ve dolayısıyla ekonomik mahsul üretimi elde etmek için optimum alet konfigrasyonu belirlenmelidir. Toprak-alet etkileşiminin doğru bir şekilde modellenmesi, yalnızca yılın belirli zamanlarında gerçekleştirilebilecek pahalı saha testleri gerçekleştirmeden aleti optimize etmek için de önem taşımaktadır. Fakat toprak-alet etkileşiminin modellenmesi, toprak yapısının değişkenliği ve toprağın doğrusal olmayan davranışı nedeniyle oldukça karmaşık bir işlemdir.

Bir tarım aleti, tarımsal işlemlerde kullanılan bir makine veya alet olarak tanımlanabilir. Toprak işleme, ekim/dikim, gübreleme, bitki koruma, sulama ve hasat gibi farklı tarımsal uygulamalar farklı araçlar gerektirir (Sharma ve Abrol, 2012). En yaygın olarak kullanılan toprak işleme aletleri kültivatör, çisel, kulaklı ve diskli tip pulluklar, dip kazan (ripper), tırmık ve rotavatördür. Kultivatör, kulaklı ve diskli pulluklar, dip kazan (ripper) birincil toprak işleme aletleri olarak, tırmık ve rotavatör ise ikincil toprak işleme aletleri olarak adlandırılmaktadır (ASAE, 2004). Birincil toprak işleme aletleri esas olarak toprağın sıkışıklığını gidermek için kullanılırken, ikincil toprak işleme aletleri tohum yatağını hazırlamak için (nemin hızlı bir şekilde sızmasına izin vermek, toprak içinde yeterli hava değişim kapasitesi sağlamak ve kök penetrasyonunu azaltmak) kullanılırlar (Sirivastava ve ark., 2006). Enerji tüketimini azaltmak ve tarımsal üretimi artırmak için daha verimli araçların geliştirilmesi esastır. Toprak işleme aletlerinin kullanılması, (1) taşınması gereken büyük miktardaki toprak ve (2) toprağa verimli olmayan enerji transfer yöntemleri nedeniyle yüksek enerji dolayisi ile yuksek yakıt tüketimi gerektirir. Toprak işleme operasyonlarının temel amacı, toprağı işlemeye hazır hale getirmek için mekanik kuvvetler uygulamak ve toprağa tohum ve gübre koymaktır. Toprak ve çalışma koşullarına bağlı olarak çeki kuvveti ve enerji gereksinimleri, toprak işleme aletlerinin tasarımı ve üretimi için hayati faktörler olarak kabul edilir. Bu faktörlerin farklı

toprak türlerinde test edilmesi, daha iyi toprak işleme makineleri tasarlamak için çok önemlidir (Zadeh, 2006).

3. Toprak İşleme Aletlerinin Modellenmesi

Toprak-alet etkileşimini modellemek için farklı modelleme yöntemleri uygulanmıştır. Toprak davranışını ve toprak-alet etkileşimini analiz etmek için kullanılan yaygın yöntemlerden bazıları deneysel, analitik ve numerik yöntemlerdir. İki tür numerik yöntem; sonlu elemanlar ve ayrık elemanlar yöntemleri, toprak-alet etkileşimini simüle etmek için kullanılmıştır. Aşağidaki bölümlerde deneysel, analitik ve numerik yöntemler incelenmiştir.

3.1. Deneysel Yöntemler

Deneysel yaklaşım, tasarımcıların ve araştırmacıların toprak-araç etkileşimini modellemek için kullandıkları en eski yöntemdir. Deneysel yöntemlerde, değişkenler arasındaki ilişki, gözlenen verilere en iyi uyan uygun bir eğri ile ifade edilir ve bu eğriye uygun bir model geliştirilir (Karmakar ve Kushwaha, 2006). Toprak-alet etkileşimini modellemek için çok sayıda deneysel model geliştirilmiştir (Hendrick ve William, 1973; Hanna ve ark., 1993; Sharifat ve Kushwaha, 1998; Zhang ve Kushwaha, 1999; Zhang ve Kushwaha, 1999; Pytka ve Konstankiewicz, 2001). Deneysel yöntemler zaman açısından etkilidir ve pratik bilgiler verir. Bununla birlikte, deneysel yöntemlerin, (1) deneysel prosedürlerin yüksek maliyetli olması, (2) karmaşık süreçleri açıklamaya uygun olmaması ve (3) sonuçların tüm saha koşullarına uyarlanmasının çok belirsiz olması gibi dezavantajlari bulunmaktadır (Raji, 1999).

3.2. Analitik Yöntemler

Toprak ve bir toprak işleme aleti arasındaki etkileşimi modellemek için analitik modeller geliştirilmiştir. Toprak-alet etkileşimlerinin modellenmesi için kullanılan analitik modellerin temel prensipleri, Terzaghi (1943) tarafından geliştirilmiş bir zemin tabakası üzerindeki sığ temellerin taşıma kapasitesine dayanmaktadır. Toprak işleme sürecinin analitik modellenmesinde toprak, alet ve operasyonel parametreler göz önünde bulundurulur (Zadeh, 2006). Analitik yöntemler son 50 yılda birçok araştırmacı tarafından büyük ilgi görmüştür (Payne, 1956; Payne ve Tanner, 1959; O'Callaghan ve Farrelly, 1964; Reece, 1965; Hettiaratchi ve Reece, 1967; Godwin ve Spoor, 1977; Grisso ve Perumral, 1985; McKyes ve Ali, 1977; Grisso, 1980; McKyes, 1985; Swick ve Perumral, 1988; Zeng ve Yao, 1992; ve Godwin ve ark, 2007). Analitik modelleme yaklaşımı halen bir dereceye kadar geçerli olup ve bu modelde kullanılan matematiksel eşitlikler deneysel ve numerik yöntemlerde halen kullanılmaktadır.

Ancak, gerçek sistemin karmaşıklığı nedeniyle, analitik modeller gerçek bir sistemi tam olarak modelleyemezler. Analitik yöntemleri kullanmanın dezavantajları, (1) toprağın yapısının homojen olmaması, bu nedenle tüm toprak işleme süreci boyunca toprak işleme ile ilgili kuvvetleri hesaplamak için yalnızca bir denkleminin geliştirilmesinin gerçekçi olmaması, (2) önerilen modellerin varsayımlara dayanması, (3) analitik modelin her bir parameteresini etkileyen her bir faktörün toprak işleme kuvvetleri üzerindeki etkisinin ayrı ayrı belirlenmesidir (Zadeh, 2006). Ayrıca, sözde statik veya dinamik koşul varsayımları nedeniyle, analitik modeller toprak hareketi modelleyemezler.

3.3. Numerik Yöntemler

Deneysel ve analitik yöntemlerin eksikliklerini gidermek ve toprak-alet etkileşimini modellemek için numerik modelleme yaklaşımları kullanilmaktadir. Numerik modellerin kullanımları bilgisayar teknolojisinin gelişmesi ile hızlanmıştır. Toprak-alet etkileşimini simüle etmek için sonlu eleman metodu, hesaplamalı akışkanlar dinamiği ve ayrık elemanlar metodu kullanılmıştır.

3.3.1. Toprak-Alet İletişiminin Sonlu Elemanlar ve Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği Metodları ile Modellenmesi

Sonlu elemanlar metodu kısmi diferansiyel ve integral denklemlerin yaklaşık çözümlerini bulmak için kullanılır. Parçacıklar arasında sürekli bir bağ bulunan parçacıklı malzemeler, sürekli olarak kabul edilebilir ve ayrık elemanlar metodu kullanılarak başarılı bir şekilde analiz edilebilir. Farklı katmanların karmaşık sınır koşulları ve farklı toprak rijitlikleri de sonlu elemanlar metodu kullanılarak modellenebilir (Raji, 1999). Literatürde toprak-alet etkileşiminin sonlu elemanlar metodu modellemesi ile ilgili birçok çalışma bulunabilir (Kushwaha ve Shen., 1995; Rosa ve Wulfsohn, 1999; Chi ve Kushwaha, 1991; Mouazen ve Nemenyi, 1999; Fielke, 1999; Plouffe ve ark., 1999a; Plouffe ve ark, 1999b; Davoudi ve ark., 2008). Fakat sonlu elemanlar metodunun kullanımı; sınır koşullarının belirlenmesindeki zorluklar, hesaplama süresinin uzun olması ve simülasyonun doğruluğunun varsayımlara bağlı olması gibi nedenlerden dolayı kullanımı oldukça zordur. Karmaşık geometriye sahip tarım aletlerinin yüksek hızlarda modellenmesinde sonlu elemanlar metodu doğru sonuçlar vermez (Zadeh, 2006). Buna ek olarak sonlu elemanlar metodunda kopan bağlar yeniden hesaplamadan çıkarılırlar bu nedenle sonlu elemanlar metodu toprak hareketlerini incelemede uygun bir metod değildir. Öte yandan, hesaplamalı akışkanlar dinamiği yöntemiyle, akışkanlar dinamiğinin temel eşitlikleri, genellikle ağ olarak bilinen, küçük hacimlere bölünmüş bir geometrik alanda kısmi diferansiyel denklemler kullanılarak çözülür. Bird ve ark. (1983), kayma gerilmesi akma gerilmesinden

daha büyük olduğunda zeminin bir akışkan gibi davrandığını ve zemin akışının mekanik davranışının Newtonyen olmayan akış olarak kabul edilebileceğini ileri sürmüşlerdir. Toprak işleme alanında, sabit bir toprak işleme aleti etrafında hareket eden toprağı modellemek için hesaplamalı akışkanlar dinamiği uygulanır (Karmakar ve Kushawa, 2005; Karmakar ve ark., 2007; Karmakar ve ark., 2009; Barker, 2008). Yüksek hızlı toprak işleme ve toprak deformasyon özelliklerinin dinamik analizi de hesaplamalı akışkanlar dinamiği yöntemi kullanılarak modellenebilir. Tüm hesaplamalı akışkanlar dinamiği simülasyonları, toprağın sürekli bir fazda sıkıştırılamaz ortam olduğu varsayımı ile yapılmıştır; dolayısıyla toprak yapısındaki değişim kesin olarak tahmin edilemez. Ayrıca, farklı toprak fiziksel koşulları ve toprak tipleri için toprağın reolojik özellikleri ölçülmemiştir. Genel olarak, sonlu elemanlar ve hesaplamalı akışkanlar dinamiği yöntemlerinin bazı avantajları olmasına rağmen, süreklilik varsayımının her zaman geçerli olmadığı söylenebilir. Bu nedenle, toprak yapısındaki değişim ve zemin translokasyonu (alet ile toprak arasındaki) kullanılarak doğru bir şekilde modellenemz (Asaf ve ark., 2007).

3.3.2. Toprak-Alet İletişiminin Ayrık Elemanlar Metodu ile Modellenmesi

Limitleri nedeniyle; deneysel, analitik ve sonlu elemanlar yöntemleri toprak-alet etkileşimini, özellikle toprak hareketini tam ve doğru bir şekilde modelleyemezler (Asaf ve ark., 2007). Bu eksikliği gidermek için süreksiz bir sayısal yöntem olan ayrık elemanlar metodu kullanılabilir. Cundall ve Strack (1971) tarafından kaya mekaniği alanında geliştirilen ayrık elemanlar metodu, iki parçacık arasındaki temasa dayanmaktadır. Parçacıklar arasındaki etkileşimler, fiziksel yasalar tarafından yönetilen matematiksel eşitlikler kullanılarak hesaplanır. Bir parçacık üzerine etki eden tüm kuvvetleri hesapladıktan sonra, Newton'un ikinci hareket yasasının integrali alınarak parçacığın konumu ve yönü hesaplanır. Ayrık elemanlar metodun'da, bir parçacık üzerindeki temas kuvvetlerinin, seçilen zaman adımı sırasında yalnızca yakın komşularına yayılabileceği varsayılır. Bu nedenle, parçacık etkileşimlerinin ardışık hesaplamaları arasında çok kısa kesin zaman adımları gereklidir (EDEM, 2010), bu sırada zaman hızı ve ivmenin de sabit olduğu varsayılır. Hesaplama döngüsü, sistem dengeye veya belirli bir toplam simülasyon süresine ulaşana kadar tekrarlanır. Bir ayrık elemanlar metodu algoritmasında parçacıklar, rastgele bir sayı üreteci algoritması kullanılarak veya düzgün şekilde düzenlenmiş parçacıklardan oluşan bir matris belirtilerek üretilir. Benzer şekilde, parçacık boyutları da aynı şekilde veya farklı boyutların bir kombinasyonu (dağılım) olarak oluşturulabilir. Ek olarak, daha gerçekçi bir granüler ortam oluşturmak için

farklı parçacık şekilleri ve parçacık boyutları da oluşturulabilir. Parçacık oluşturma işlemi, parçacığın merkez koordinatlarını ve yarıçapını belirlemeyi içerir. Parçacıkları tanımlamak için birkaç parçacık şekli kullanılabilse de, ayrık elemanlar metodu, simülasyonlarında kullanılan en yaygın parçacık şekilleri, hesaplama basitlikleri nedeniyle 2 boyutlu simülasyonlar için dairesel ve 3 boyutlu simülasyonlar için küreseldir (Ting ve ark., 1995; Raji, 1999). Bazı sistemlerde parçacıklar, küresel şekillerin (kümeler) bir kombinasyonu ile tanımlanabilen düzensiz şekillere sahip olabilir (Asaf ve ark., 2007). Öte yandan, karmaşık şekillerin kullanılması, temas sayısında ve dolayısıyla hesaplama süresinde bir artışa neden olur.

Doğru simülasyon sonuçları elde etmek için uygun ayrık elemanlar metodu parametrelerinin belirlenmesi önemlidir. Gerçek parçacıkların boyut, şekil, malzeme ve etkileşim özellikleri kullanılırsa simülasyonlarda gerçek test parametreleri elde edilebilir. Ancak, daha büyük boyutlu parçacıklarla yapılan ayrık elemanlar metodu simülasyonlarında gerçek malzeme özelliklerinin kullanılması doğru sonuçlar vermemektedir (Ting ve ark., 1989; Tanaka ve ark., 2000b). Bununla birlikte, gerçek parçacık boyutu ve şeklinin kullanımı her zaman uygun değildir. 2 boyutlu ayrık elemanlar metodu simülasyonlarında gerçek parçacık boyutları kullanılabilir ve bu nedenle simülasyon sonuçlarının doğruluğu yüksek olabilir ancak 2 boyutlu simulasyon sonuçlarının, bir değerlendirme yapmak icin her zaman yeterli olmadğı unutulmamalıdır. 3 boyutlu ayrık elemanlar metodu simülasyonlarında bir simülasyon yapmak için gereken parçacıkların sayısı 2 boyutlu simülasyonlardan çok daha fazladır. Mevcut bilgisayar teknolojisi ile, 3 boyutlu ayrık elemanlar metodu simülasyonlarında gerçek parçacık boyutlarını kullanmak, uzun hesaplama süreleri nedeniyle (güçlü bilgisayarlarda bile) pratik değildir. Tüm sistemi tanımlamak için 3 boyutlu ayrık elemanlar metodu modellerinde kullanılan parçacık boyutu, gerçek parçacık boyutundan daha büyük olmalıdır. Bu nedenle, gerçek yığın davranışı modellemek ve uygun mekanik özellikler tanımlamak için yeni parçacık boyutunun etkileşim özellikleri kalibre edilmelidir. Ayrık elemanlar metodu parametreleri, deneysel ve simüle edilmiş sonuçlar arasında bir eşleşme sağlamak için deneme yanılma ya da istatistiksel yollarla (deney tasarımı metodu) kalibre edilebilir. Bugüne kadar, bu kalibre edilmiş mekanik özellikleri belirlemek için herkesin uzerinde fikir birliği sağladığı bir yöntem bulunmamaktadir.

Toprağın doğrusal olmayan davranışı, hesaplama kapasitesi dışında herhangi bir sınırlama olmaksızın ayrık elemanlar metodu aracılığıyla simüle edilebilir. Toprak, taneli yapısı gereği, yalnızca temas noktalarında etkileşen ve bağımsız olarak yer değiştiren farklı parçacıklardan oluşur. Ayrıca bu parçacıklar arasında

fiziksel bir bağlantı yoktur. Nesneler arasındaki etkileşim, temasların oluşması ve kopması ile geçicidir, bu da toprağin akışı ve yer değiştirmesi ile sonuçlanır (Raji, 1999). Bu nedenle, toprak-alet etkileşimi ayrık elemanlar metodu kullanılarak modellenebilir. Uygun bilgisayar teknolojisinin olmaması nedeniyle geçmişte ayrık elemanlar metodu etkin bir yöntem olarak kullanılamamaktaydı. Ancak mikroçip ve işlemci teknolojisinin hızla gelişmesiyle birlikte; süper bilgisayarlar bu metodun kullanılmasına olanak sağlamışlardır. Toprak-alet etkileşimi 2 veya 3 boyutlu olarak modellenebilir. 2 boyutlu ayrık elemanlar metodu simülasyonları daha az sayıda parçacık gerektirir, bu nedenle toprak parçacıklarının gerçek parçacık boyutları kullanılabilir fakat butun sistem modellenemediginden uygulamaları sınırlıdır. Bununla birlikte, çoğu toprak işleme makineleri karmaşık 3 boyutlu şekillere sahiptir ve daha gerçekçi sonuçlar elde etmek için 3 boyutlu olarak simüle edilmeleri gerekir. Fakat, 3 boyutlu simülasyonlarda kullanılan parçacık boyutları gerçek boyuttan daha büyük belirlenmesi gerekeceğinden ve bu büyük parçacıkların yığın davranışı gerçek toprak davranışı şeklinde modellemek için kalibrasyon yoluyla uygun mekanik özellikler tanımlanmalıdır.

4. Ayrık Elemanlar Metodununun Hesaplama Prosedürü

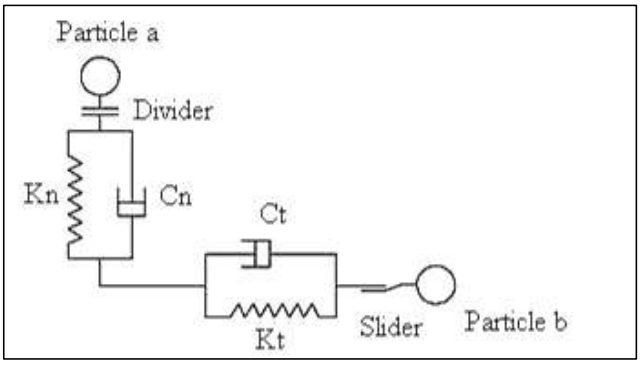
Bir ayrık elemanlar metodu algoritmasında hesaplamalara başlamak için öncelikle parçacıklar arasındaki temasların tespit edilmesi gerekir. İki küresel parçacığın (3 boyutlu simulasyonlara için) merkezleri arasındaki uzaklık, yarıçaplarının toplamından küçükse, iki kürenin temas halinde oldugu duşünülür (Raji ve Favier, 2004).

Genel olarak, ayrık elemanlar metodu algoritmalarında üç tip temas algılama yöntemi kullanılmaktadır. Birinci yöntemde, her parçacık diğer tüm parçacıklara karşı kontrol edilir. Algoritma oldukça kolay olmasına rağmen, özellikle büyük sistemler için büyük bir hesaplama süresi gerektirir. Hocking (1989) tarafından bulunan ikinci yöntemde, hesaplama döngüsüne başlamadan önce her parçacığın (temas halindeki parçacıklar) komşulukları tespit edilir. Üçüncü yöntemde, sistem sanal kübik hücreler kullanılarak küçük parçalara bölünür ve her hücredeki parçacıklar potansiyel temas eden komşular olarak kabul edilir. Hücrenin boyutu, herhangi bir zamanda yalnızca bir parçacığın hücreyi işgal edebilmesi için çok küçük belirtilirse, bu sistem büyük ayrık sistemleri modellemek için etkin bir şekilde kullanılabilir (Raji, 1999). Ayrık elemanlar metodu için geliştirilen yazilimlar genel olarak üçüncü yöntemi kullanmaktadırlar

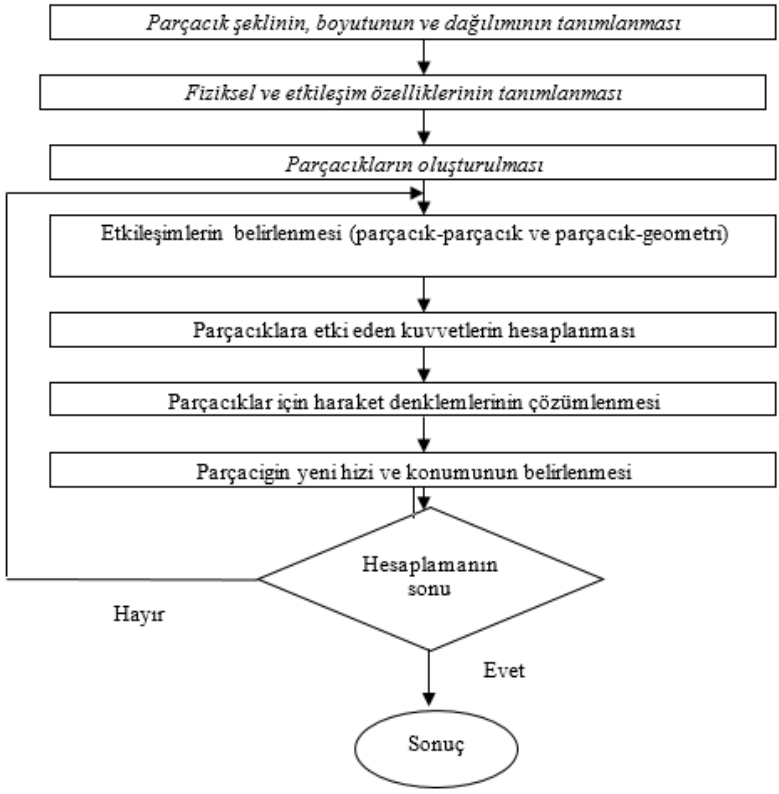
Temaslar tespit edildikten sonra, bağıl yer değiştirmeyi (örtüşmeyi) hesaplamak için, ilk olarak, belirli bir zaman artışı (dT) cinsinden parçacıklar arası temaslardaki bağıl hız hesaplanır (Cundall ve Strack, 1971). Bağil hızlar

hesaplandıktan sonra, iki küresel parçacık arasındaki örtüşme, küresel parçacıklar arasındaki bağıl yer değiştirme hesaplanarak bulunabilir. Bunu yapmak için, bağıl hız denklemlerinin zamana göre entegre edilmesi gerekir. Sistemi hesaplama açısından kararlı hale getirmek için uygun bir entegrasyon zaman değeri seçilmelidir. Entegrasyon zaman değerinin çok büyük seçilmesi, parçacıkların çok fazla enerji kazanmasina ve temas sırasında aşırı sanal örtüşmesine neden olabilir.

Bagıl örtüşme belirlendikten sonra, uygun bir matematiksel model kullanılarak parçacıklar arasındaki temas kuvvetleri hesaplanır. Enerji emilimi, viskoz malzemelerin deformasyonunda ve geri kazanılmasında gecikmeye neden olur. Bu viskoz davranışı göstermek için, temas kuvveti denklemine bir sönüm kuvveti de dahil edilir. Temas kuvvetleri, ayrık elemanlar metodunda amortisörler (viskoz kuvvetleri tanımlamak için) ve elastik yaylar (temas kuvvetlerini tanımlamak için) kullanılarak şematik olarak temsil edilir. Kelvin-Voigt şematik modeli adı verilen bu model, ayrık elemanlar metodunda parçacık-parçacık ve parçacık-geometri etkileşimlerini temsil etmek için yaygın olarak kullanılır. Kohezyonsuz dikkate alinmadığı Kelvin-Voigt şematik modeli, Şekil 1'deki gibi gösterilebilir.



Sekil 1. Kelvin-Voigt modelinin şekilsel gösterimi (Nakashima ve Oida, 2004)



Şekil 2. Ayrık elemanlar metodu hesaplama sürecinin akış şeması (Shmulevich, 2010)

Temas sönümlemesi yerine simülasyondaki tüm parçacıklara eşit olarak uygulanan global sönüm de bazı ayrık elemanlar metodu algoritmalarında kullanılmaktadır. Küresel hıza zıt yönde hareket eden küresel sönümleme, her parçacığı zemine bağlayan bir amortisör kullanılarak temsil edilir (Cundall ve Strack, 1979). Küresel sönümleme yaklaşımının kullanılması hesaplama süresini azaltsa da, tüm simülasyon boyunca sabit bir sönüm katsayısının kullanılması gerçekçi bir yaklaşım değildir. Temas kuvveti (yay kuvveti), rijitlik ve bağıl yer değiştirme fonksiyonları ile tanımlanabilirken, sönümleme kuvveti, sönüm katsayısı ve bağıl hız fonksiyonları olarak yazılabilir. Her bir parçacığa etki eden kuvvet aynı zamanda o parçacık üzerinde bir moment etkisine neden olur (yarıçapı, kuvvet kolu alarak). Dolayısı ile parçacıklara etki eden kuvvetlerden sonra parçacıklara etki eden momentler de hesaplanır. Parçacığın yeni konumunu güncellemek için öncelikle Newton'un ikinci hareket yasası kullanılarak parçacığın çizgisel ve açisal ivmeleri hesaplanır. Daha sonra hesaplanan çizgisel ve açisal ivmelerin integrali alınarak parçacığın yeni hızı bulunur. Hızın

hesaplanmasından sonra, parçacığın yeni konumu, hızın zaman aralığı boyunca integrali alınarak hesaplanır. Tipik bir ayrık elemanlar metodu probleminin hesaplama süreci algoritması Şekil 2'de gösterilmiştir.

5. Ayrık Elemanlar Metodununda Toprak-Alet Etkileşimini Modellemek İçin Kullanılan Matematiksel Modeller

Kürelerin parçacık-parçacık ve parçacık-geometri etkileşimlerinin temas teorisi üzerine birçok seçkin araştırma (Johnson, 1992; Goldsmith, 1960) yapılmıştır. Fakat Üçgül ve ark., (2014) ve Üçgül ve ark., (2015) parçacıkların deformasyon davranışını göz önünde bulunduran histerik yay modelinin toprak modelleme amacı ile kullanılabileceğini, parçacıklar arasındaki kohezyonun da lineer kohezyon modeli kullanılarak modellenebileceğini ispatlamışlardır. Sistemde ilk önce parçacıkların birbirine teması sonucu ortaya çıkan normal (F_n^s (N)) ve teğetsel (F_t^s (N)) etkileşim kuvvetleri hesaplanır. Enerji emilimi, viskoz maddelerin üzerlerine etki eden kuvvet ortadan kalktığında oluşan toparlanmada bir gecikme meydana getirir. Bu davranışı göstermek için normal (F_n^d (N)) ve teğetsel (F_t^d (N)) doğrultuda iki sönümleme kuvveti sisteme eklenmiştir (Üçgül ve ark., 2018).

Histerik yay modelinde normal doğrultudaki etkileşim kuvveti (F_n^s (N)) Eşitlik 1'deki gibi hesaplanır (EDEM, 2011).

$$F_n^s = \begin{cases} K_1 \cdot U_{abn} & yüklemede \\ - K_2 \cdot (U_{abn} - U_0) & boşaltmada/\ yüklemede \\ 0 & boşaltmada \end{cases} \quad (1)$$

K_1 ve K_2 sırası ile yüklemede ve boşaltmadaki rijitlik katsayıları, U_{abn} (m) ve U_0 (m) ise sırası ile bağıl yer değiştirmenin normal bileşeni ve artık örtüşümdür. K_1 (N m^{-1}), Eşitlik 2 yardımı ile hesaplanırken (Walton, 2006), K_2 (N m^{-1}), Eşitlik 3 yardımı ile hesaplanır (Walton ve Braun, 1986).

$$K_1 = 5 \cdot r_{eq} \cdot min(\phi_a, \phi_b) \quad (2)$$

$$K_2 = K_1 / e^2 \quad (3)$$

ϕ (MPa) parçacıkların akma dayanımı, e ise geri getirme katsayısıdır. r_{eq} eşdeğer yarıçap katsayısı olup Eşitlik 4 yardımı ile hesaplanırken, artık örtüşüm (U_0 (m)) ise Eşitlik 5 kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$1/r_{eq} = 1/r_a + 1/r_b \quad (4)$$

$$U_0 = \begin{cases} U_{abn} \cdot (1-(K_1/K_2)) & yüklemede \\ U_0 & boşaltmada/\ yüklemede \\ U_{abn} & yüklemede \end{cases} \quad (5)$$

Eşitlik 4'deki r (m) yarıçap olup, a ve b parçacık indeksleridir. Teğetsel doğrultudaki etkileşim kuvveti (F_t^s (N)) ise Eşitlik 6 ile hesaplanır (EDEM, 2011).

$$F_t^s = -n_k \cdot K_1 \cdot U_{abt} \quad (6)$$

Yukarıdaki ifadedeki n_k rijitlik faktörü olup tavsiye edilen değeri 0.95'dir. U_{abt} ise bağıl yer değiştirmenin teğetsel bileşenidir. Normal (F_n^d (N)) ve teğetsel (F_t^d (N)) doğrultuda sönümleme kuvvetleri ise Eşitlikler 7 ve 8 yardımı ile hesaplanır.

$$F_n^d = -n_c \cdot ((4 \cdot m_{eq} \cdot K_1)/(1+(\pi/\ln e)^2))^{-1/2} \cdot \mathring{U}_{abn} \quad (7)$$

$$F_t^d = -((4 \cdot m_{eq} \cdot n_k \cdot K_1)/(1+(\pi/\ln e)^2))^{-1/2} \cdot \mathring{U}_{abt} \quad (8)$$

Yukarıdaki eşitliklerde n_c sönümleme faktörü olup tavsiye edilen değeri 0.05'dir. $\mathring{U}_{abn}$ (m s^{-1}) ve $\mathring{U}_{abt}$ (m s^{-1}) ise sırasıyla bağıl hızın normal ve teğetsel bileşenleridir. m_{eq} eşdeğer kütle olup katsayısı Eşitlik 9 yardımı ile hesaplanır.

$$1/m_{eq} = 1/m_a + 1/m_b \quad (9)$$

Eşitlik 9'deki m (kg) kütle olup, a ve b parçacık indeksleridir. Toplam normal (F_n (N)) ve teğetsel (F_t (N)) kuvvetler ise Eşitlik 10 ve 11'de gösterildiği gibi hesaplanırlar.

$$F_n = F_n^s + F_n^d \quad (10)$$

$$F_t = -min(F_t^s + F_t^d, \mu \cdot F_n^s) \quad (11)$$

Eşitlik 11'deki μ static sürtünme katsayısıdır. Parçacıkların arası sürtünmenin teğetsel hareketi sınırladığı varsayılarak, kohezyon, kohezyon kuvvetinin toplam normal kuvvete eklenmesi ile hesaplanır. Kohezyon kuvveti (F_c (N)) Eşitlik 12'deki gibi hesaplanır;

$$F_c = \xi \cdot A_c \quad (12)$$

Eşitlik 12'deki ξ (J m^{-3}) kohezyon enerji yoğunluğu olup bir parçacığın kendine en yakın olan diğer parçacıktan ayrılması için gerekli olan enerjinin, ayrılan parçacığın toplam hacmine bölünmesi ile hesaplanır. A_c (m^2) etkileşim alanıdır (EDEM, 2011). Kohezyon kuvvetinin hesaplanmasından sonra Eşitlik 10, Eşitlik 13'de gösterildiği gibi yeniden düzenlenir.

$$F_n = F_n^s + F_n^d + F_c \quad (13)$$

Teğetsel kuvvetten (M (Nm)) ve yuvarlanma direncinden (M_r (Nm)) dolayı oluşan momentlerin büyüklükleri Eşitlik 14 ve 15'de görüldüğü gibi hesaplanır (Raji, 1999).

$$M = r_{con} \cdot F_t \quad (14)$$

$$M_r = -\mu_r \cdot F_n^s \cdot r_{con} \cdot \lambda_\theta \quad (15)$$

Yukarıdaki eşitliklerde r_{con} (m) parçacıklar arasındaki kontak noktasından, parçacıkların ağırlık merkezlerine olan mesafedir. μ_r yuvarlanma direni katsayısı ve λ_θ açısal hızın birim vektörüdür. Toplam kuvvetler ve momentler hesaplandıktan sonra parçacıkların yeni pozisyon ve oryantasyonları Eşitlik 16 ve 17'yi integre etmek suretiyle aşağıdaki gibi hesaplanırlar.

$$\ddot{U} = (F_n + F_t + F_c)/m \quad (16)$$

$\ddot{\Theta} = (M+M_r)/I$ (17)

Eşitlik 16 ve 17'deki Ü (m s^{-2}) hareket ivmesi, Ö (rad s^{-2}) açısal ivme,

I (kg m^2) atalet momentidir.

Yukarıda detaylandırılan matematiksel modelin yanısıra paralel bağ modeli (Potyondy ve Cundall, 2004), Johnson-Kendall-Roberts modeli (Johnson ve ark., 1971) ve Hertz Mindlin modeli de (Hertz, 1882; Mindlin ve Deresiewich, 1953) yaygın olarak kullanılan diğer matematiksel modeller arasındadır.

6. Ayrık Elemanlar Metodununda Kalibrasyon

Bir ayrık elemanlar metodu simulasyonunda, gerçeğe mümkün olduğunca yakın toprak davranışını simüle etmeyi sağlayan parametrelerin belirlenmesi gereklidir. Hassas ve doğru simülasyon sonuçları ancak doğru parametreler ile elde edilebilir (Mak ve ark., 2012), Üçgül ve ark., 2016). Ayrık elemanlar metodu parametrelerini kalibre etmek için çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Bu yöntemler temel olarak labaratuvar testleri ve birebir gerçek boyutta yapılan testler olarak sınfilandırılabilir.

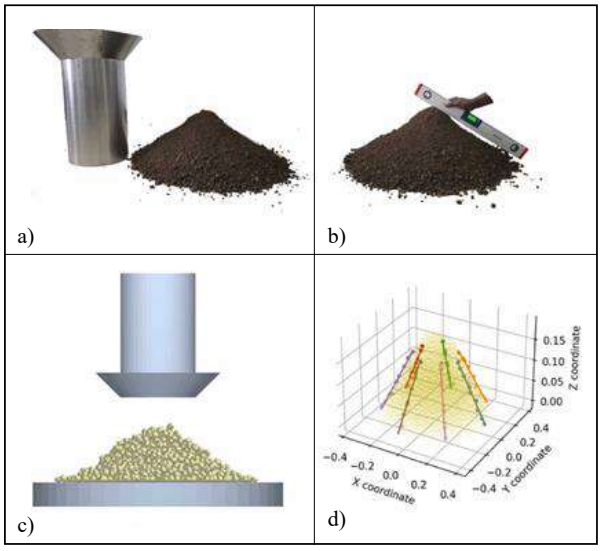
Toprak parametrelerinin kalibre edilmesi için kullanılan en popüler laboratuvar testleri yığılma açısı deneyi, doğrudan makaslama deneyi, ve penetresyon direnci deneyleridir. Ayrık elemanlar metodu parametrelerinin kalibrasyonunda, deneyler hassas olarak tatbik edildikten sonra, ayrık elemanlar metodu parametreleri deneme yanılma ya da istatistiksel yöntemler (deney tasarımı metodu) kullanılarak değiştirilip, deney sonuçlarına yakın sonuçlar elde etmek amaçlanır.

Yığılma açısı deneyi, bir yığın maddedin akışkanlığını ve parçacıklar arası sürtünmesini değerlendirmek için kullanılır (Al-Hashemi ve Al-Amoudi, 2018). Bu test, toprak işleme aleti simülasyonlarında toprak hareketinin numerik olarak değerlendirilmesine ihtiyaç duyulduğunda uygulanır (Li ve ark., 2020). Çeşitli araştırmacılar (Roessler ve Katterfeld, 2018; Awuah ve ark., 2022; UÜçgül ve ark., 2017) yığılma açısını kullanarak ayrık elemanlar metodu için gerekli parametreleri kalibre etmişlerdir.

Yığılma açısı deneyi genellikle iki şekilde uygulanır. Birinci yöntemde toprak, yerçekimi etkisi ile, bir koni yığını oluşturacak şekilde düz bir yüzey üzerine akıtılır. Daha sonra toprak dengeye ulaştığında oluşan açı ölçülür (Şekil 3). İkinci yöntemde ise, ilk olarak, modellenen toprak ya da yığın material bir kutunun duvarları içinde sınırlandırılır. Daha sonra yan duvarlardan biri kaldırılarak oluşan yığılma açısı ölçülür (Şekil 4). Ölçümler elektronik bir gönye ile ya da yığının çekilen fotoğrafının bilgisayar ortamında işlenmesi ile (görüntü işleme yöntemi kullanılarak) ölçülebilir. Buradaki onemli nokta deney ve simülasyon şartlarının aynı olması ve yığılma açısının mümkün olduğu ölçüde hassas bir

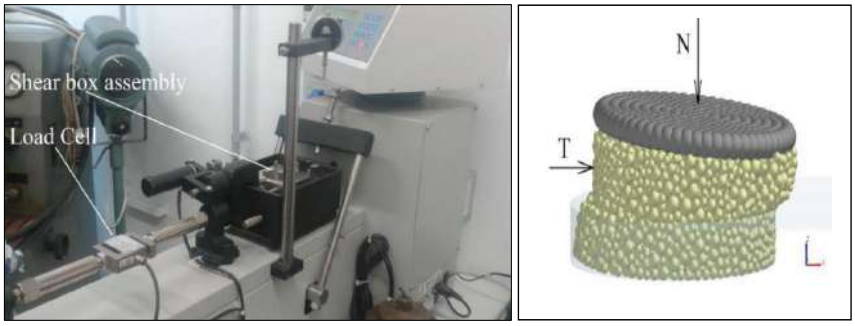
şekilde ölçülmesidir. Deney sırasında yapılacak bir hata kalibrasyon işleminin hatalı bir şekilde yapılmasına neden olur.

Doğrudan makaslama deneyinde (Şekil 5), bir malzeme kesitine etki eden kohezyon ve sürtünme katsayısı gibi parametreler, normal ve kesme gerilmeleri kullanılarak hesaplanır. Deney, biri diğerinin üzerine yerleştirilmiş iki kesme kutusundan oluşmaktadır. Bir yarısı sabit diğer yarısı yatay olarak tek yönde hareket ettirilebilen bu kutulardan, hareket ettirilebilene belirli bir yer değiştirme meydana gelene kadar artan bir yatay ve normal kuvvet uygulanır. Yatay kuvvet maksimum değere ulaşırca, sabit kalır ve daha sonra hafifçe artar veya azalır. Deney, farklı normal kuvvet değerleriyle birkaç kez tekrarlanır. Normal ve kesme gerilmeleri grafik halinde gösterildikten sonra kohezyon ve sürtünme katsayısı hesaplanır. Bulunan bu değerlerin ayrık elemanlar metodu ile yapılan simülasyonda elde edilmesini sağlayan parametreler deneme yanılma ya da istatiksel metodlarla (deney tasarımı metodu) hesaplanır.



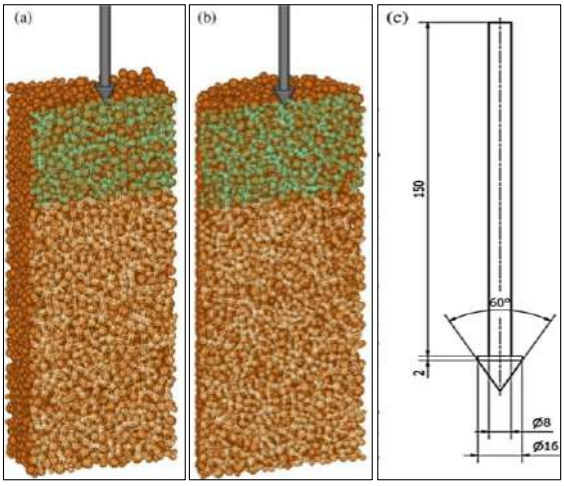
Şekil 3. Yığılma açısının ölçülmesi (Awuah ve ark., 2022)

Sekil 4. Yığılma açısının ölçülmesi (Roessler ve Katterfeld, 2018)



Şekil 5. Doğrudan makaslama deneyi ve simülasyonu
(Kotrocz ve Kerenyi, 2017)

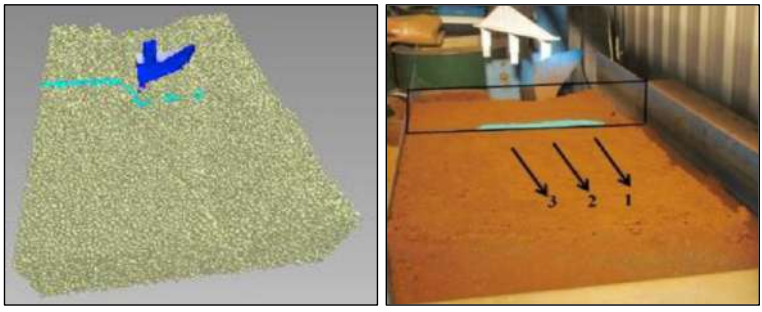
Penetresyon direnci deneyleri, penetrometre kullanılarak yapılır. Penetrometre toprağa doğru belirli bir hızda saplanır (Şekil 6). Bu sırada toprak direnci değeri penetrometre uzerindeki göstergeden ya da bilgisayar kontrollü ekrandan okunarak belirlenir. Daha sonra simülasyonlarda benzer direnç değerleri, ayrık elemanlar metodu parametereleri olarak belirlenir.



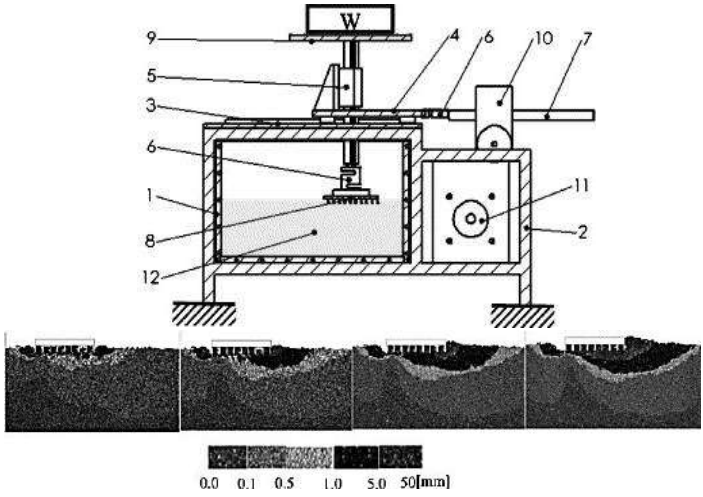
Şekil 6. Doğrudan makaslama deneyi ve simülasyonu (Kotrocz ve ark, 2016)

Birebir gerçek boyutta yapılan testlerde ise, toprak işleme aleti gerçek şartlarda test edilir (Şekil 7 ve 8). Test sırasında toprak işleme aletine etki eden çeki kuvveti, yanal kuvvetler ve dikey kuvvetler oölçülür. Eğer deney olanakları yeterli ise toprak hareketi ve buna bağlı değerler de belirlenir. Daha sonra toprak ile alet arasındaki iletişim ayrık elemanlar modeli kullanılarak simüle edilir. Bu sırada ayrık elemanlar metodu parametreleri deneme yanılma metodu ya da

istatistiksel metodlar (deney tasarımı metodu) kullanılarak belirlenir. Ayrık elemanlar metodu parametelerinin saha testleri ile belirlenmesi daha kolay gözükse de büyük ölçekli simülasyonlarda, bu parametrelerin belirlenmesi oldukça zaman alıcı olabilir. Dolayısı ile simülasyon boyunun büyük olduğu durumlarda bu metod tercih edilmez.



Şekil 7. Birebir gerçek boyutta yapılan testlerin simülasyonu (Üçgül ve ark., 2017)



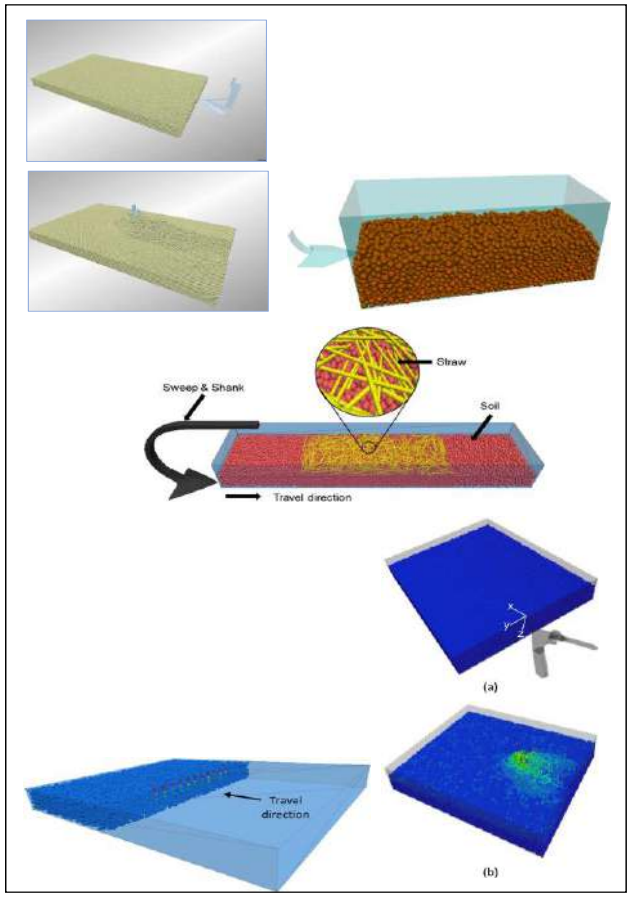
Şekil 8. Birebir gerçek boyutta yapılan testlerin simülasyonu (Üçgül ve ark., 2017)

7. Ayrık Elemanlar Metodunun Toprak İşleme Aletleri Tasarım ve Analizinde Kullanılmasına Dair Örnekler

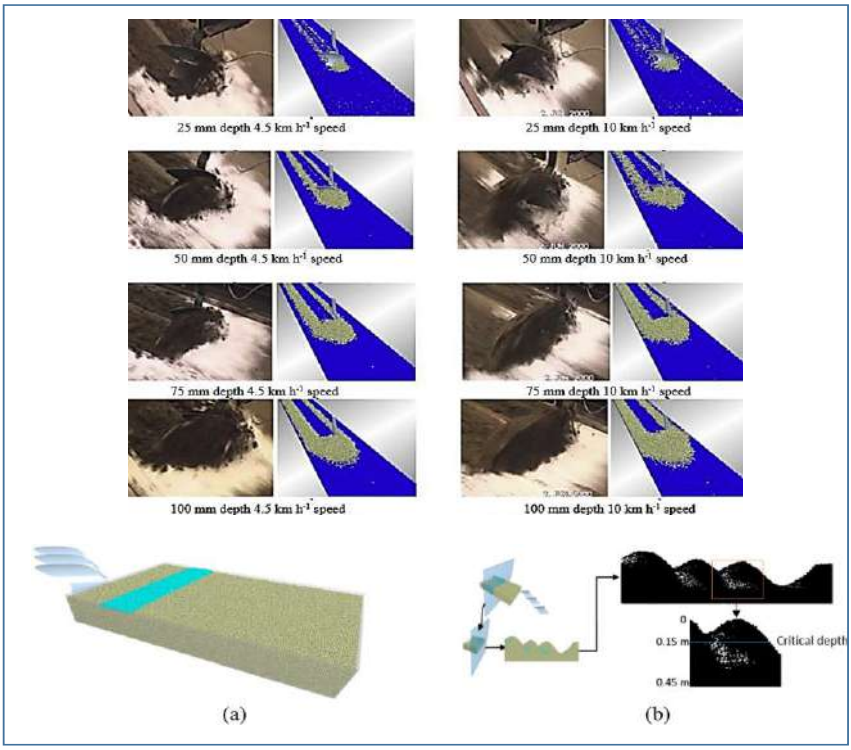
Kültivatörün toprak içerinsindeki hareketi ayrık elemanlar metodu kullanılarak çesitli araştırmacılar tarafından modellenmiştir. Chen ve ark. (2013), Üçgül ve ark. (2014), Gürsoy ve ark. (2017), ve Zeng ve Chen (2019), kültivatör üzerine etki eden çeki kuvvetlerini, işlem sırasında topragın nasıl hareket ettiğini

ve kültivatör kullanımı sırasındaki anız hareketini, ayrık elemanlar metodunu kullanarak başarı olarak modellemişlerdir (Şekil 9). Genel olarak bütün araştırmacılar kültivatörün bilgisayar ortamında modellenmesinde ayrık elemanlar metodunun başarılşı bir şekilde kullanılabileceği sonucuna varmışlardır.

Kulaklı pulluğun toprak içindeki hareketi ayrık elemanlar metodu simülasyonu kullanılarak çeşitli araştırmacılar tarafindan başarılı olarak modellenmiştir (Şekil 10). Yapılan simülasyonlar sonucu, toprak profilinin ve pulluğa etkiyen kuvvetlerin hassas bir şekilde modellenebileceği belirlenmiştir. Ayrıca pulluğa ek olarak ilave edilen yardımcı parçaların da bu modelleme ile performanslarının arttırılabileceği saptanmıştır (Azimi ve ark., 2022; Makange, 2020; Saunders ve ark., 2021). Diskli tip pullukların topraktan gelen kuvvetler dolayısı ile pasif olarak donmesi gerekeceğinden, diskli pulluk modellenmesinde ikinci bir simülasyon programı kullanılması gerekmektedir. Bu nedenle diskli pulluklar ile yapılan modeller diske sabit bir donme hızı verilmek sureti ile yapılmıştır. Bu durumdan dolayı diskli pulluk ile yapılan simülasyonlarda sonuçlar çok hassas değildir (Üçgül ve ark., 2019a).



Şekil 9. Ayrık elemanlar metodu kullanılarak kültivator-toprak etkileşiminin modellenmesi (Chen ve ark., 2013); Üçgül ve ark., 2014); Gürsoy ve ark., 2017; Zeng ve Chen, 2019)



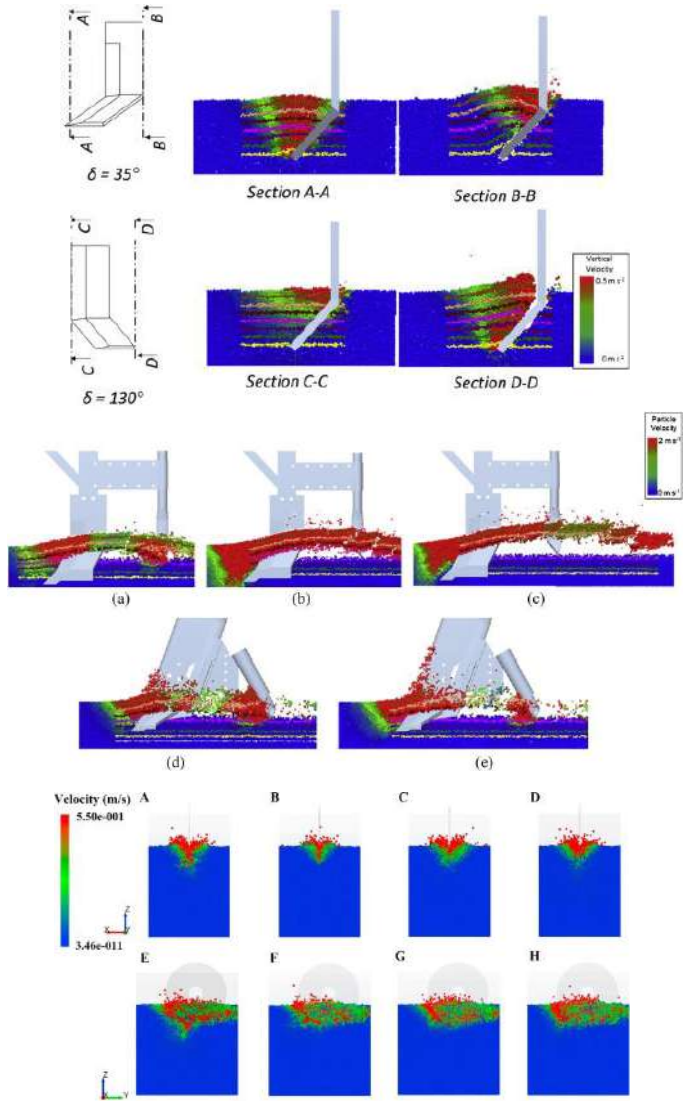
Şekil 10. Ayrık elemanlar metodu kullanılarak kulaklı pulluk-toprak etkileşiminin modellenmesi (Azimi ve ark., 2022; Saunders ve ark., 2021)

Ayrık elemanlar metodu, ekim makinelerinde özellikle bıçaklı ve diskli tip çizi açıcıların modellenmesi ve optimizasyonunda yaygın olarak kullanilmaktadır (Şekil 11). Yapılan çalışmalar genel olarak tohumum toprağa yerleştirilip üzerinin örtülme işleminin yüksek hızlarda nasıl verimli bir şekilde yapılabileceği üzerine yoğunlaşılmıştı (Barr ve ark., 2019; Wang ve ark., 2019; Barr ve ark., 2020; Aikins ve ark., 2021a; Aikins ve ark., 2021b). Ayrıca farklı toprak türleri için (örneğin killi ve kumlu toprak gibi) farklı çizi açıcı tasarımları da bu modelleme yöntemi ile yapılmaktadır.

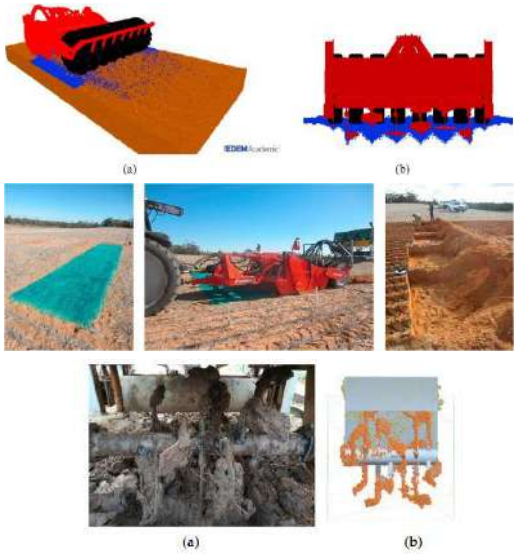
Rotovatör ve döner kariıştırıcı gibi kuyruk milinden güç alan tarım makinelerinin toprak ile iletişimi de bazı arastırmacaılar tarafından ayrık elemanlar metodu kullanılarak modellenmiştir (Üçgül ve ark., 2018; Cheng ve ark., 2021). Bu modellemelerde genel olarak rotovatör ve döner karıştırıcının topragı karıştırma yetenekleri çalışılmıştır (Şekil 12).

Ayrıca dip kazan ve ripper gibi toprak sertliğini gidermek için kullanılan toprak işleme aletlerinin modellenmesi de ayrık elemanlar metodu ile çalışılmıştır (Zeng ve ark., 2017; Sun ve ark., 2018; Wang ve ark., 2020). Çalışmalar genel olarak toprak sertlik profili ve bunun için gerekli çeki kuvvetinin azaltılması

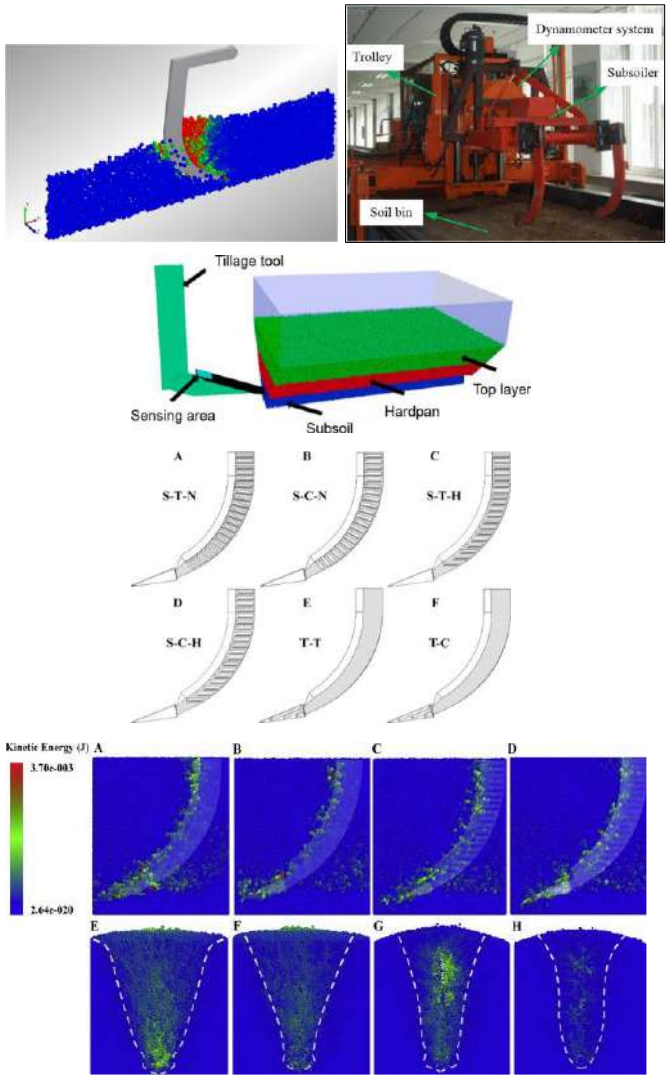
uzerine yoğunlaşmış olsa da, bazı çalışmalarda bu aletlere ek bazı parçalar eklenerek kullanım alanlarının genişletilmesine çalışılmıştır (Şekil 13, 14).



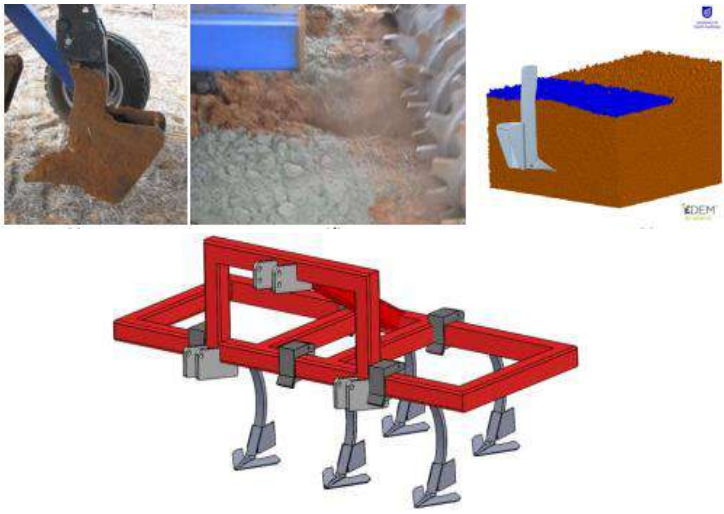
Şekil 11. Ayrık elemanlar metodu kullanılk çizi açıcı-toprak etkileşiminin modellenmesi (Barr ve ark., 2019; Wang ve ark., 2019; Barr ve ark., 2020)



Şekil 12. Ayrık elemanlar metodu kullanılarak rotovatör/döner karıştırıcı-toprak etkileşiminin modellenmesi (Üçgül ve ark., 2018; Cheng ve ark., 2021)



Şekil 13. Ayrık elemanlar metodu kullanılarak rotovatör/döer karıştırıcı-toprak etkileşiminin modellenmesi (Zeng ve ark., 2017; Sun ve ark., 2018; Wang ve ark., 2020)



Şekil 14. Ayrık elemanlar metodu kullanılarak rippere ek bazı parçalar eklenerek kullanım alanlarının genişletilmesi (Üçgül, 2019).

8. Sonuç

Bu çalışmada toprak işleme alet/makinelerinin modellenmesinde kullanılan yöntemler tanıtılarak, toprak hareketi ve toprak aletine etki eden kuvvetlerin modellemede etkin bir şekilde kullanılabilme özelliği olan ayrık elemanlar metodu detaylandırılmıştır. Bu güne kadar yapılan çalışmalar, ayrık elemanlar metodu, ilgili parametreler hassas bir şekilde kalibre edildiğinde, toprak işleme alet/makinelerinin tasarım ve değerlendirilmesinde etkin olarak kullanılabilir olduğunu göstermektedir. Ayrıca, ayrık elemanlar metodu özellikle toprak hareketini bilgisayar ortamında etkin bir şekilde yapabilmesi özelliği sayesinde hem diğer klasik metodlara göre daha etkili, hem de toprak işleme alet/makinenin arazi şartlarında test edilme ihtiyacını azaltmasından dolayı daha karlı bir yöntemdir. Bu yöntemin universiteler ve sanayide kullanılmasının yaygınlaştırılmasının sağlanması hem daha verimli toprak işleme alet/makinelerinin tasarlanması hem de bu işle uğraşan firmaların daha kaliteli ürünler geliştirmesine olanak sağlayabilecektir.

Kaynakça

1. Aikins, K. A., Barr, J. B., Antille, D. L., Ucgul, M., Jensen, T. A., & Desbiolles, J. M. (2021). Analysis of effect of bentleg opener geometry on performance in cohesive soil using the discrete element method. *Biosystems Engineering*, *209*: 106-124.
2. Aikins, K. A., Antille, D. L., Ucgul, M., Barr, J. B., Jensen, T. A., & Desbiolles, J. M. (2021). Analysis of effects of operating speed and depth on bentleg opener performance in cohesive soil using the discrete element method. *Computers and Electronics in Agriculture*, *187*, 106236.
3. Al-Hashemi, H.M.B., Al-Amoudi, O.S.B. (2018). A review on the angle of repose of granular materials. *Powder Technol.*, *330*: 397-417. https://doi.org/10.1016/j.powtec.2018.02.003.
4. Awuah, E., Zhou, J., Liang, Z., Aikins, K. A., Gbenontin, B. V., Mecha, P., & Makange, N. R. (2022). Parametric analysis and numerical optimisation of Jerusalem artichoke vibrating digging shovel using discrete element method. *Soil and Tillage Research*, *219*: 105344.
5. ASAE (American Society of Agricultural Engineers), (2004). Terminology and definitions for agricultural tillage implements. ASAE S414.1 FEB04. USA, ASAE.
6. Asaf, Z., D. Rubinstein and I. Shmulevich, (2007). Determination of discrete element model parameters required for soil tillage. Soil and Tillage Research, 92(1-2): 227-242.
7. Azimi-Nejadian, H., Karparvarfard, S. H., & Naderi-Boldaji, M. (2022). Weed seed burial as affected by mouldboard design parameters, ploughing depth and speed: DEM simulations and experimental validation. *Biosystems Engineering*, *216*: 79-92.
8. Barr, J. B., Desbiolles, J. M., Fielke, J. M., & Ucgul, M. (2019). Development and field evaluation of a high-speed no–till seeding system. *Soil and Tillage Research*, *194*, 104337.
9. Barr, J., Desbiolles, J., Ucgul, M., & Fielke, J. M. (2020). Bentleg furrow opener performance analysis using the discrete element method. *Biosystems Engineering*, *189*: 99-115.
10. Barker, M. E. (2008). Predicting loads on ground engaging tillage tools using computational fluid dynamics. PhD, Iowas State University.
11. Bird, R., G. Dai and B. Yarusso, (1983). The rheology and flow of visco-plastic materials. Rev Chem Eng., 1: 1-70.
12. Birkeland, P. W. (1999). Soils and Geomorphology. New York Oxford University Press.Chi, L. and R. L. Kushwaha, 1991. Three-dimensional,

finite element interaction between soil and simple tillage tool. Transactions of the ASAE, 34(2): 361-366.
13. Cheng, J., Zheng, K., Xia, J., Liu, G., Jiang, L., & Li, D. (2021). Analysis of adhesion between wet clay soil and rotary tillage part in paddy field based on discrete element method. *Processes*, *9*(5): 845.
14. Chen, Y., Munkholm, L. J., & Nyord, T. (2013). A discrete element model for soil–sweep interaction in three different soils. *Soil and Tillage Research*, *126*: 34-41.
15. Cundall, P. A. (1971). A computer model for simulating progressive large-scale movement in blocky rock system. Proceedings of International Symposium on Rock Fracture, Nancy.
16. Davoudi, S., R. Alimardani, A. Keyhani and R. Atarnejad, (2008). A two dimensional finite element analysis of a plane tillage tool in soil using a non-linear elosto-plastic model. American-Eurasian J. Agric.&Environ. Sci., 3(3): 498-505.
17. EDEM, (2010). EDEM user guide. Edinburgh, UK, DEM Solutions.
18. EDEM, (2011). EDEM Theory Reference Guide. Edinburgh, UK, DEM Solutions.
19. Fielke, J. M. (1999). Finite element modelling of the interaction of the cutting edge of tillage Implements with soil. Journal of Agricultural Engineering Research, 74(1): 91-101.
20. Godwin, R. J. and G. Spoor, (1977). Soil failure with narrow tines. Journal of Agricultural Engineering Research, 22(4): 213-228.
21. Godwin, R. J., M. J. O'Dogherty, C. Saunders and A. T. Balafoutis, (2007). A force prediction model for mouldboard ploughs incorporating the effects of soil characteristic properties, plough geometric factors and ploughing speed. Biosystems Engineering, 97(1): 117-129.
22. Goldsmith, W. (1960). Impact: The theory and physical behaviour of colliding solids.
23. Grisso, R. D., J.V. Perumpral and C.S. Desai, (1980). A soil-tool interaction model for narrow tillage tools. ASAE Paper 80-1518. ASAE,St. Joseph, MI 49085.
24. Grisso, R. D., J.V. Perumpral and C.S. Desai, (1980). A soil-tool interaction model for narrow tillage tools. ASAE Paper 80-1518. ASAE,St. Joseph, MI 49085.
25. Gürsoy, S., Chen, Y., & Li, B. (2017). Measurement and modelling of soil displacement from sweeps with different cutting widths. *Biosystems engineering*, *161*: 1-13.

26. Hanna, H. M., S. J. Marley, D. C. Erbach and S. W. Melvin, (1993). Change in soil microtopography by tillage with a sweep. Transaction of the ASAE, 36(2): 301-307.
27. Hendrick, J. G. and R. G. William, (1973). Soil reaction to high speed cutting. Transaction of the ASAE, 16(3): 401-403.
28. Hertz, (1882). Ueber die berhunsfester elatischer korper. J. renie Angew Math 92: 156-171.
29. Hettiaratchi, D. R. P. and A. R. Reece, (1967). Symmetrical three-dimensional soil failure. Journal of Terramechanics, 4(3): 45-67.
30. Hocking, G., 1989. The DEM for analysis of fragmentation and discontinua. Proceedings of 1st US Conference on DEM, Golden, Colorado.
31. Johnson, K. L., Kendall, K., & Roberts, A. (1971). Surface energy and the contact of elastic solids. *Proceedings of the royal society of London. A. mathematical and physical sciences*, 324(1558): 301-313.
32. Johnson, K. L. (1992). Contact Mechanics Cambridge, Cambridge University Press.
33. Karmakar, S. and R. L. Kushawa, (2005). Simulation of soil deformation around a tillage tool using computational fluid dynamics. Trans ASAE, 48(3): 23-32.
34. Karmakar, S. and R. L. Kushwaha, (2006). Dynamic modeling of soil–tool interaction: An overview from a fluid flow perspective. Journal of Terramechanics, 43: 411-425.
35. Karmakar, S. (2008). Modelling of Soil-Tool Interaction in Tillage. Kerela, Transworld Research Network Press.
36. Karmakar, S., S. R. Ashrafizadeh and R. L. Kushwaha, (2009). Experimental validation of computational fluid dynamics modeling for narrow tillage tool draft. Journal of Terramechanics, 46(6): 277-283.
37. Karmakar, S., R. L. Kushawa and C. Lague, (2007). Numerical modelling of soil stress and pressure distribution ona flat tillage tool using computational fluid dynamics. Biosystems Engineering, 97(407): 14.
38. Kotrocz, K., & Kerényi, G. (2017). Numerical Discrete Element Simulation of Soil Direct Shear Test. In *ECMS* (pp. 510-515).
39. Kotrocz, K., Mouazen, A. M., & Kerényi, G. (2016). Numerical simulation of soil–cone penetrometer interaction using discrete element method. *Computers and electronics in agriculture*, *125*, 63-73.
40. Kushwaha, R. L. and J. Shen., (1995). Finite element analysis of the dynamic interaction between soil and tillage tool. Transactions of the ASAE, 37(5): 1315-1319.

41. Kushwaha, R. L. and Z. X. Zhang, 1998. Evaluation of factors and current approaches related to computerized design of tillage tools: a review. Journal of Terramechanics, 35(2): 69-86.
42. Li, P., Ucgul, M., Lee, S. H., & Saunders, C. (2020). A new approach for the automatic measurement of the angle of repose of granular materials with maximal least square using digital image processing. *Computers and electronics in agriculture*, *172*: 105356.
43. Mak, J., Chen, Y., Sadek, M.A. (2012). Determining parameters of a discrete element model for soil–tool interaction. *Soil Tillage Res.*, *118*: 117–122.
44. Makange, N. R., Ji, C., & Torotwa, I. (2020). Prediction of cutting forces and soil behavior with discrete element simulation. *Computers and Electronics in Agriculture*, *179*, 105848.
45. McKyes, E. (1985). Soil Cutting and Tillage. Amsterdam, The Netherlands.
46. McKyes, E. and O. S. Ali, (1977). The cutting of soil by narrow blades. J.Terramech, 14(2): 43-58.
47. Mindlin, R. D. (1949). Compliance of elastic bodies in contact. Journal of Applied Mechancis, 16(3): 259-266.
48. Mindlin, R. D. and H. Deresiewich, (1953). Elastic spheres in contact under varying oblique forces. Journal of Applied Mechancis, 20: 327-344.
49. Mouazen, A. M. and M. Nemenyi, (1999). Finite element analysis of subsoiler cutting in nonhomogeneous sandy loam soil. Soil & Tillage Research, 51: 1-15.
50. Nakashima, H. and A. Oida, (2004). Algorithm and implementation of soil-tire contact analysis code based on dynamic FE-DE method. Journal of Terramechanics, 41(2-3): 127-137.
51. O'Callaghan, J. R. and K. M. Farrelly, 1964. Cleavage of soil by tined implements. Journal of Agricultural Engineering Research, 9(3): 259-270.
52. Ohiri, A. C. and H. C. Ezumah, (1990). Tillage effects on cassava (Manihot esculenta) production and some soil properties. Soil and Tillage Research, 17: 221-229.
53. Payne, P. C. J. (1956). The relationship between the mechanical properties of soil and the performance of simple cultivation implements. Journal of Agricultural Engineering Research, 1(1): 23-50.
54. Payne, P. C. J. and D. W. Tanner, (1959). The relationship between rake angle and the performance of simple cultivation implements. Journal of Agricultural Engineering Research, 4(4): 312-325.

55. Plouffe, C., C. Lague, S. Tessier, M. J. Richard and N. B. McLaughlin, (1999a). Moldboard plow performance in a clay soil: simulation and experiment. Transactions of the ASAE, 42(6): 1531-1539.
56. Plouffe, C., M. J. Richard, S. Tessier and C. Lague, (1999b). Validation of moldboard plow simulations with FEM on a clay soil. Transactions of the ASAE, 42(6): 1523-1529.
57. Potyondy, D. O. and P. A. Cundall, (2004). A bonded-particle model for rock. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, 41(8): 1329-1364.
58. Pytka, J. and K. Konstankiewicz, (2001). A new optical method for soil stress and strain investigation. Soil & Tillage Research, 65: 243-251.
59. Roessler, T., & Katterfeld, A. (2018). Scaling of the angle of repose test and its influence on the calibration of DEM parameters using upscaled particles. *Powder technology*, *330*: 58-66.
60. Raji, A. O., (1999). Discrete element modeliing of the deformation of bulk agricultural particles. PhD, University of Newcastle upon Tyne.
61. Raji, A. O. and J. F. Favier, (2004). Model for the deformation in agricultural and food particulate materials under bulk compressive loading using discrete element method. I: Theory, model development and validation. Journal of Food Engineering, 64(3): 359-371.
62. Reece, A. R. (1965). The fundamental equation of earthmoving machines. Symposium of Earthmoving Machines, Institute of Mechanical Engineering, 179(3F).
63. Rosa, U. A. and D. Wulfsohn, (1999). Constitutive model for high speed tillage using narrow tools. Journal of Terramechanics, 36: 221-234.
64. Saunders, C., Ucgul, M., & Godwin, R. J. (2021). Discrete element method (DEM) simulation to improve performance of a mouldboard skimmer. *Soil and Tillage Research*, *205*, 104764.
65. Sharifat, K. and R. L. Kushwaha, 1998. Modelling soil movement by tillage tools. ASAE Paper No. 981072-1-20. St. Joseph, MI: ASAE.
66. Sharma, P. and V. Abrol, (2012). Crop Production Technologies, InTech.
67. Shmulevich, I., Z. Asaf and D. Rubinstein, 2007. Interaction between soil and a wide cutting blade using the discrete element method. Soil and Tillage Research, 97(1): 37-50.
68. Shmulevich, I. (2010). State of the art modeling of soil-tillage interaction using discrete element method. Soil and Tillage Research, 111(1): 41-53.
69. Sirivastava, A. K., C. E. Goering, P. R. Rohrbach and D. R. Buckmaster, (2006). Engineering Principles of Agricultural Machines. Soil Tillage. St

Joseph, Michigan, American Society of Agricultural and Biological Engineers (ASABE), 169-230.
70. Sun, J., Wang, Y., Ma, Y., Tong, J., & Zhang, Z. (2018). DEM simulation of bionic subsoilers (tillage depth> 40 cm) with drag reduction and lower soil disturbance characteristics. *Advances in Engineering Software*, *119*: 30-37.
71. Swick, W. C. and Perumpral, 1988. A model for predicting soil-tool interaction Journal of Terramechanics, 25 (1): 43-56.
72. Tanaka, H., M. Momozo, A. Oida and M. Yamazaki, (2000b). Simulation of soil deformation and resistance at bar penetration by distinct element method. Journal of Terramechanics, 37: 41-56.
73. Ting, M. J., T. B. Corkum, C. R. Kauffmann and C. Greco, (1989). Discrete numerical model for soil mechanics. Journal of Geotech. Eng., 115(3): 379-398.
74. Ting, M. J., L. Meachhum and J. D. Rowell, (1995). Effect of particle shape on the strength and deformation mechanics of ellipse-shaped granular assemblages. Eng. Computations, 12: 99-108.
75. Terzaghi, K. (1943). Theoretical Soil Mechanics. New York, NY, John Wiley & Sons.
76. TerroGIS, (2007). Particle size fractions. Retrieved 23th January 2012, from http://www.terragis.bees.unsw.edu.au/terraGIS_soil/sp_particle_size_fractions.html
77. Ucgul, M., Fielke, J.M., Saunders, C. (2014). 3D DEM Tillage Simulation: Validation for a Sweep Tool for a Cohesionless Soil. Soil and Tillage Research, 144: 220-227
78. Ucgul, M., Fielke, J.M., Saunders, C. (2015). Three-Dimensional Discrete Element Modelling (DEM) of Tillage: Accounting for Soil Cohesion and Adhesion. Biosystems Engineering, 129: 298-306.
79. Ucgul, M., Saunders, C., Fielke, J. (2016). The effect of discrete element particle parameters on angle of repose and soil-tool force simulation results. 2016 American Society of Agricultural and Biological Engineers Annual International Meeting, ASABE 2016 7004, 1–11.
80. Ucgul, M., Saunders, C., & Fielke, J. M. (2017). Particle and geometry scaling of the hysteretic spring/linear cohesion contact model for discrete element modelling of soil-tool simulation. In *2017 ASABE Annual International Meeting* (p. 1). American Society of Agricultural and Biological Engineers.

81. Ucgul, M., Saunders, C., & Fielke, J. M. (2017). Discrete element modelling of tillage forces and soil movement of a one-third scale mouldboard plough. *Biosystems Engineering*, *155*: 44-54.
82. Ücgul, M., Ssaunders, C., & Aybek, A. (2018). Ayrık Elemanlar Metodunun Tarım Makineleri Tasarımında Kullanımı Üzerine Bir Araştırma. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 21(3): 304-311.
83. Ucgul, M., Saunders, C., Li, P., Lee, S. H., & Desbiolles, J. M. (2018). Analyzing the mixing performance of a rotary spader using digital image processing and discrete element modelling (DEM). *Computers and Electronics in Agriculture*, *151*: 1-10.
84. Ucgul, M., Saunders, C., Desbiolles, J. M. A., Davies, S. L., & Parker, W. (2019a). Improving the effectiveness of overcoming constraints by optimising soil amelioration practices. 2019 GRDC Grains Research Updates. 25-26 February 2019, Perth, Western Australia.(Grains Research and Development Corporation). *Grains Research and Development Corporation)*.
85. Ucgul, M., Saunders, C., & Desbiolles, J. (2019b). The use of computer simulation as a decision making tool to improve machinery set-up, usage and performance. In *Proceedings of the 2019 Agronomy Australia Conference* (pp. 25-29).
86. Ucgul, M. (2019). Kültivatörün Toprak Yüzeyindeki Maddeleri Toprağa Karıştırma Yeteneğinin Bilgisayar Simülasyonu Kullanılarak Geliştirilmesine Yönelik Bir Çalışma. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, *22*(1): 97-105.
87. Walton, O.R., Braun, R.L. (1986). Stress Calculations for Assemblies of Inelastic Spheres in Uniform shear. Acta Mechanica, 63: 73-86.
88. Walton, O. (2006). Elastic-Plastic Contact Model. Company Report, DEM Solutions.
89. Wang, Y., Xue, W., Ma, Y., Tong, J., Liu, X., & Sun, J. (2019). DEM and soil bin study on a biomimetic disc furrow opener. *Computers and Electronics in Agriculture*, *156*: 209-216.
90. Wang, Y., Zhang, D., Yang, L., Cui, T., Jing, H., & Zhong, X. (2020). Modeling the interaction of soil and a vibrating subsoiler using the discrete element method. *Computers and Electronics in Agriculture*, *174*, 105518.
91. Zadeh, S. R. A. (2006). Modelling of energy requirements by a narrow tillage tool. PhD, University of Saskatchewan.
92. Zeng, D. and Y. Yao, (1992). A dynamic model for soil cutting by blade and tine. Journal of Terramechanics, 29(3): 317-327.

93. Zeng, Z., Chen, Y., & Zhang, X. (2017). Modelling the interaction of a deep tillage tool with heterogeneous soil. *Computers and Electronics in Agriculture*, *143*: 130-138.
94. Zeng, Z., & Chen, Y. (2019). Simulation of straw movement by discrete element modelling of straw-sweep-soil interaction. *Biosystems Engineering*, *180*: 25-35.
95. Zhang, Z. X. and R. L. Kushwaha, (1999). Operating speed effect on the advancing soil failure zone in tillage operation. Canadian Agricultural Engineering, 41(2): 87-92.

TÜRKİYE VE KARAMAN İLİNDE ÖRTÜ ALTI TARIM FAALİYETLERİNİN ALANSAL DEĞİŞİMİ

Doç. Dr. Atilla Atik

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi,
Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Seracılık Programı
ORCID:0000-0001-8485-713X

Dünyada ve Türkiye'de nüfus artışına paralel olarak doğal kaynaklara ve özellikle tarımsal kaynaklara olan gereksinim ve bu gereksinimin getirdiği baskı da katlanarak artmaktadır. Artan nüfusun gıda ihtiyacının karşılanabilmesinin bugün için bilinen tek yolu da tarımsal üretimde verimliliğin artırılması ile mümkündür. (Şahin ve Kendirli, 2012).

TÜİK tarafından yayınlanan Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemine göre Türkiye'nin 2021 yılı nüfusu 84.680.273 olarak tespit edilmiştir. 2007 yılında 70.586.256 kişi olan nüfus 2007-2021 dönemini kapsayan 15 yıllık süreçte 14.094.017 kişi artmış durumdadır. Nüfus yoğunluğu (kilometrekareye düşen kişi sayısı) da 2007 yılında 92 kişi iken 2021 yılında 110'a ulaşmıştır. Nüfustaki artış gıdaya olan talebi artırmakta bu da tarımsal üretimde baskı yaratmaktadır. Karaman ili nüfusu incelendiğinde 2007 yılında 226.049 olan nüfusun 2021 yılında 258.838 olduğu görülmektedir. Buna göre de Karaman ili nüfusu 15 yıllık süreçte 32.789 kişi artmıştır.

Nüfus artışına bağlı olarak tarımsal üretimde birim alandan elde edilen ürün miktar ve karlılığını artıran uygulamaların önemi her geçen gün daha da artmaktadır. Bu manada iklim koşullarının kontrol altına alınabildiği ve dolayısıyla da yıl boyunca üretimin gerçekleştirilebildiği örtü altı tarım teknikleri, karlılığı arttıran en önemli uygulamalardan biridir. Bu konuda yapılacak çalışmaların artırılması ve desteklenmesi ülke ekonomisine sağlayacağı katkının yanı sıra, artan nüfusun gıda ihtiyacının karşılanabilmesi anlamında da en önemli seçenek olarak karşımıza çıkmaktadır (Taşlıgil 2010).

Türkiye'de ve dünyadaki nüfus artışının yanı sıra tarımsal üretimde karşımıza çıkan bir diğer sorun ise bölünen tarım arazileri nedeniyle her geçen gün küçük tarım alanlarından maksimum seviyede yararlanma zorunluluğudur. Bu manada örtü altı tarımı geleneksel açık alan tarımına göre birim alandan daha yüksek verim alınmasını sağlayan metotların başında gelmektedir. Buna ek olarak insan sağlığı ve beslenmesi üzerinde son derece etkin olan sebzelerin her dönemde üretilebilmesi de ancak örtü altı tarım ile mümkün kılınabilmektedir (Yüksel, 2004; Örük ve Engindeniz, 2019).

Tarımsal faaliyetlerde örtü altı üretim şekli, gerek yüksek tesis ve işletme giderleri, gerekse de daha kapsamlı teknik bilgi ve beceri istemesi açısından tarımın diğer kolları arasında farklı bir statüye sahiptir. Bununla birlikte açık alandaki zirai üretimle karşılaştırıldığında ürün verimi daha yüksek olmaktadır. Verim artışıyla birlikte örtü altım tarım uygulamalarında elde edilen gelir de daha yüksek olmaktadır. Nitekim; Ermetin (2012) tarafından "Konya İlinde Örtü Altı Sebzeciliğin (Seracılık) Genel Durumu ve Uygulamalar" başlıklı çalışmada ele alınan tarımsal işletmelerde girişimcilerin örtü altı üretime başlama sebepleri

olarak birim alandan daha fazla verim elde edilmesinin ilk sırada yer aldığı belirtilmiştir (Ermetin, 2012).

Örtü altı tarımda yetiştiricilik, bitkilerin açık alandaki yetişme periyotları dışında da yetiştirilmesine olanak sağlayan bir üretim şeklidir (Tüzel vd., 2020).

Birim alandan yüksek verim alınmasını sağlayan bir üretim sistemi olan örtü altı tarımı, ülkemizde cam sera, plastik sera, alçak tüneller ve yüksek tünellerde üretim şeklinde 4 kategoriye ayrılmaktadır.

Alçak plastik tünellerde üretimdeki amaç bitkilerin mevsimleri dışında da yetiştirilmesi ve üretimde erkenciliğin sağlanmasıdır. Yüksek tüneller ile cam ve plastik seralarda ise üretim tüm mevsimlerde yapılabilmektedir. (Tüzel vd., 2020).

Ülkemizde örtü altı tarımının gelişimi incelendiğinde, özellikle plastiğin tarımda kullanımının başlamasıyla birlikte ticari anlamda değer kazandığı görülmektedir. Türkiye'deki örtü altı tarımsal faaliyetler 1970'li yıllardan itibaren başlayarak 1980'li yıllarda ekolojik koşulların uygun olduğu bölgelerde yayılmaya başlamıştır. Daha sonraki 10 yıllık dönemde sera yatırımlarına ve serada üretime sağlanan kaynak kullanımı ve destekleme fonu teşvikleriyle de bu tipteki üretim şeklinde özellikle alansal anlamda önemli ölçüde artış sağlanmıştır. 1990'lı yıllardan itibaren nispeten yüksek teknolojinin kullanıldığı modern seralar kurulması ile topraksız tarım da ilk kez faaliyet alanı bulmuştur. Sürdürülebilir üretim tekniklerinin kullanıldığı sertifikalı üretimin yaygınlaşması ise içinde bulunduğumuz yüzyılın başlarında yaygınlaşmaya başlamıştır (Tüzel vd. 2015a,b, Tüzel vd. 2020).

Örtü altı tarımında üretim faaliyeti mevsim şartlarından bağımsız olarak yıl boyu sürdürülebildiği için tarımsal faaliyetlere düzenli bir işgücü kullanımı sağlaması bakımından da büyük önem arz etmektedir. Anılan faaliyet kapsamında birim alanda yüksek verim elde edilebilmesi sayesinde de nispeten küçük ve bölünmüş alanlardan marjinal tarımsal fayda sağlanabilmektedir. (Sevgican, 1990).

Cam sera, plastik sera, alçak ve yüksek tünellerde yapılan üretim şekillerinden tümü diğer tarımsal üretim şekillerine göre birim alandan daha fazla gelir sağlamaktadır. Teknolojik ilerlemeye de bağlı olarak giderek daha fazla üreticinin katılımıyla örtü altı tarımı kendi başına bir sektör haline gelmiştir. Örtü altı üretim özellikle ekolojik koşulların olanak tanıdığı Akdeniz, Ege, Marmara ve Karadeniz bölgelerinden sonra sıcak su kaynakları gibi doğal enerji kaynaklarından faydalanılabilen İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgesi gibi bölgelerde de artış göstermeye başlamıştır. (Sevgican, 1990).

Türkiye'de örtü altı tarımsal üretimde Akdeniz Bölgesi ilk sırayı almakta olup gerek sebze ve meyve, gerekse de kesme çiçek ile iç mekan süs bitkilerinin üretiminde Antalya ilk sırada yer almaktadır. (Kendirli and Çakmak, 2007).

Türkiye'de örtü altı meyve yetiştiriciliğinin tarihsel başlangıcını incelediğimizde ilk resmi veriler 1999 yılında yayınlanmıştır. Bu yayında örtü altı yetiştiricilik faaliyetine sadece muz ve çilek dahil edilmiş olup yetiştirilen diğer tropikal meyveler henüz çok büyük miktarlara ulaşmadığından ve lokal olduğundan istatistiklere dahil edilmemiştir. Tropikal meyveler dışında son yıllarda örtü altı bağcılık, örtü altı kayısı ve bodur meyve yetiştiriciliği de adından söz ettirmeye başlamıştır (Şahin, 2011).

Ancak 2011 yılına kadar her ne kadar resmi istatistikleri henüz tutulmasa da ülkemizde başta avokado olmak üzere örtü altı üzüm, pepino ve bazı sert çekirdekli meyve türleri (kayısı, erik, yenidünya gibi) yetiştiriciliğinde de önemli artışlar görülmektedir (Küden ve ark. 2007; Şahin, 2011).

Türkiye'de 1940'lı yıllarda Antalya'da kurulan seralarda başlayan örtü altı sebze tarımı, tarımın entansif bir koludur. Plastiğin örtü malzemesi olarak kullanılmaya başlaması, teknolojinin gelişmesi ve bu alandaki teknik bilgi düzeyinin artması ile hızlı bir gelişme göstermiştir. 1998 yılı itibariyle Türkiye'de toplam örtü altı tarım alanı 427.275,5 dekar olup bunun 47.056,9 dekarı cam sera, 121.069,2 dekarı plastik sera 41.778,9 dekarı yüksek plastik tünel ve 217.370,7 dekarı ise alçak plastik tüneldir (Anonim, 2000; Oğuz ve Arısoy, 2002).

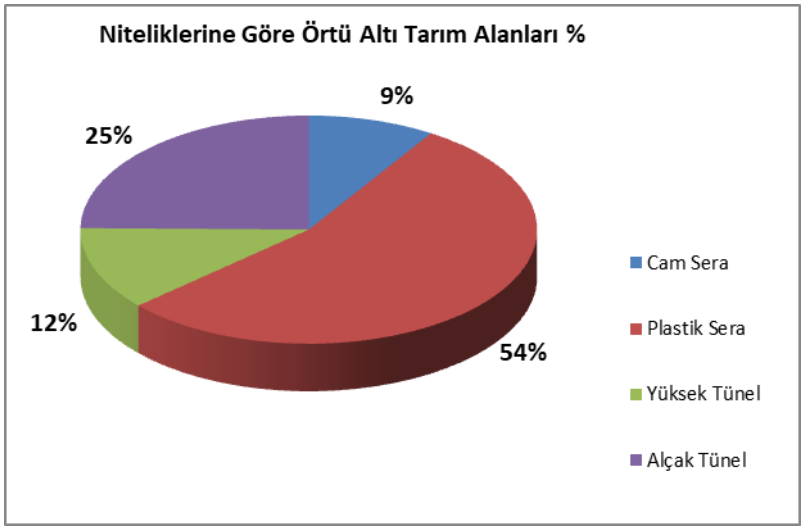
TÜİK verilerine göre nitelikleri bazında 2017-2021 yıllarını kapsayan 5 yıllık döneme ait cam sera, plastik sera, yüksek tünel, alçak tünel ve toplam örtü altı tarım alanları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Niteliklerine göre Türkiye'deki örtü altı tarım alanları (dekar) (TÜİK, 2022).

Yıl	Cam sera (dekar)	Plastik sera (dekar)	Yüksek tünel (dekar)	Alçak tünel (dekar)	Toplam (dekar)
2017	85749	355121	119899	191399	752168
2018	78110	368527	114232	211222	772091
2019	75495	378670	111038	224400	789603
2020	80780	401796	104258	218326	805159
2021	76213	464973	100756	212657	854600

Tablo 1'e göre, 2021 yılı itibari ile Türkiye'de örtü altı tarım alanı toplamı 854.600 dekar olup, bunun 76.213 dekarı cam sera, 464.973 dekarı plastik sera, 100.765 dekarı yüksek tünel, 212.657 dekarı ise alçak tünellerden oluşmaktadır. Buna göre toplam örtü altı tarım alanlarının %54,4'ü plastik seralardan, %24,8'i

alçak tünellerden, %11,8'i yüksek tünellerden ve geriye kalan %9'u ise cam seralardan oluşmaktadır. Alansal olarak örtü altı tarımda plastik seralar toplam örtü alan tarımı yapılan alanların yarısından fazlasını kaplarken bunu sırasıyla alçak tünel, tüksek tünel ve cam sera alanları izlemektedir.



Şekil 1. Niteliklerine göre Türkiye'deki örtü altı tarım alanlarının oransal dağılımı (TÜİK, 2022).

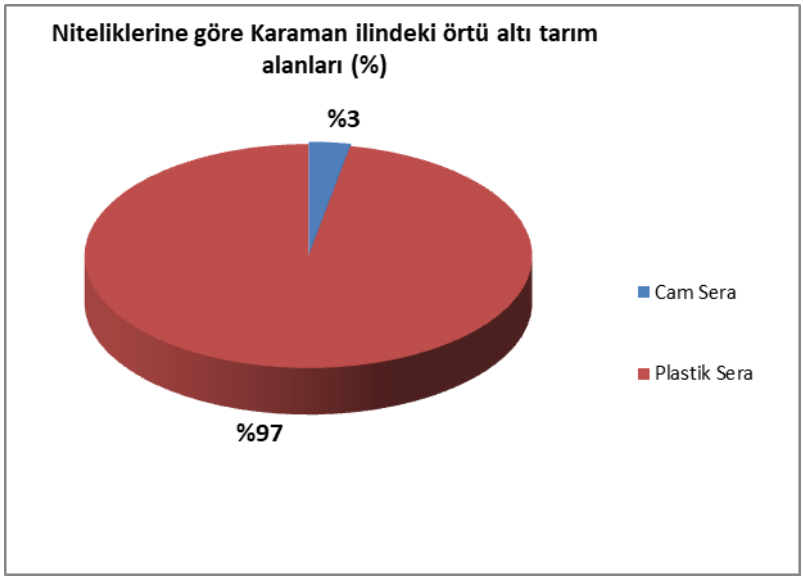
Türkiye'de niteliklerine göre örtü altı tarım alanlarının 2017-2021 yıllarını kapsayan 5 yıllık dönemdeki değişimlerini incelediğimizde ise cam sera ve yüksek tünel alanlarındaki azalma yaşanmış, plastik sera ve alçak tünel alanlarında ise bir artış kaydedildiği görülmektedir.

Tablo 2'ye göre, 2021 yılı itibari ile Karaman ilindeki örtü altı tarım alanı toplamı 191 dekar olup, bunun 6 dekarı cam sera ve 185 dekarı da plastik seralardan oluşmaktadır. Buna göre de Karaman'da 2021 yılı itibariyle yüksek tünel ve alçak tünel şeklinde bir örtü altı tarımsal faaliyet yapılmadığı anlaşılmaktadır.

Karaman'da niteliklerine göre örtü altı tarım alanlarının 2017-2021 yıllarını kapsayan 5 yıllık dönemdeki değişimlerini incelediğimizde ise cam sera ve plastik sera alanlarında artış yaşandığı, yüksek tünel şeklindeki örtü altı tarımsal faaliyetin 2021 yılında tamamen terk edildiği, 5 yıllık periyotta alçak tünel şeklindeki örtü altı tarım uygulamalarına hiç rastlanmadığı görülmektedir.

Tablo 2. Niteliklerine göre Karaman ilindeki örtü altı tarım alanları (dekar) (TÜİK, 2022).

Yıl	Cam sera (dekar)	Plastik sera (dekar)	Yüksek tünel (dekar)	Alçak tünel (dekar)	Toplam (dekar)
2017	3	4	15	-	22
2018	3	4	15	-	22
2019	3	4	22	-	29
2020	3	13	22	-	38
2021	6	185	-	-	191



Şekil 2. Niteliklerine göre Karaman ilindeki örtü altı tarım alanlarının oransal dağılımı (TÜİK, 2022).

Karaman ili Türkiye geneli ile karşılaştırıldığında 191 dekarlık alan ile toplam örtü altı tarım alanlarının yalnızca %0,022 şeklinde oldukça düşük bir paya sahiptir. İlde örtü altı tarım alanlarının artırılmasına yönelik çalışmalar oldukça önem arz etmektedir. Bu anlamda öncelikle il genelinde örtü altı tarıma uygun, nispeten ısıtma ve soğutma giderlerinin daha az olacağı yumuşak bir mikroklimaya sahip bölgelerin belirlenmesi gerekmektedir. Bu ve buna benzer yapıya sahip bölgelerde örtü altı tarım teknik ve ekonomik olarak desteklenmelidir.

KAYNAKLAR

1. Alime Ülkü Ermetin, 2012. Ziraat Mühendisliği Dergisi Temmuz-Aralık 2012, Sayı: 359, 58-62.
2. Yüksel Tüzel, Ayşe Gül Gölgen, Bahar Öztekin, Sait Engindeniz, Filiz Boyacı, Hale Duyar, Esra Cebeci, Tunc Durdu, 2020. Türkiye'de Örtüaltı Yetiştiriciliği ve Yeni Gelişmeler, Türkiye Ziraat Mühendisliği IX.Teknik Kongresi, 725-750.
3. Tüzel, Y., Gül, A., Öztekin, G.B., Daşgan, Y., Engindeniz, S., Boyacı, H.F. 2015a. Örtüaltı Yetiştiriciliğinde Değişimler ve Yeni Arayışlar. TMMOB Ziraat Mühendisliği Odası Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı, 685-709.
4. Tüzel, Y., Gül, A., Öztekin, Tan, E. 2015b. Use of Different Growing Media and Nutrition on Organic Seedling Production. ACTA Hort. 1107:165-175.
5. Sevgican, A., Tüzel, Y., Gül, A., Eltez, R.Z. 2000. "Türkiye'de Örtüaltı Yetiştiriciliği" V. Türkiye Ziraat Mühendisleri Teknik Kongresi 17-21 Ocak, Bildiriler Kitabı (II): 679-707.
6. Şahin, G. ve Kendirli, B. 2012. Türkiye'de Örtüaltı Meyve Yetiştiriciliği. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 25(1): 9-15.
7. Taşlıgil, N 2010. Türkiye Ziraatının Problemleri, Çantay Kitabevi, İstanbul.
8. (5) Örük, G. ve Engindeniz, S. 2019. Muğla İlinde Örtüaltı Domates Üretiminin Ekonomik Analizi Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.,2019, 56 (3):345-358.
9. Yüksel, A.N. 2004. Sera Yapım Tekniği. Hasad Yayıncılık, 287 s.
10. Kendirli, B. and Çakmak, B. 2007. Economics of cut flower production in greenhouses: Case study from Turkey. Agricultural Journal 2: 499– 502.
11. Şahin, G. 2011. Türkiye'de örtüaltı yetiştiriciliği. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
12. Küden, A., Bayazit, S., Irmak, B., Çömlekçioğlu, S., Tümer, MA. 2007. Örtü altında sert çekirdekli meyve yetiştiriciliğinin erkencilik üzerine etkileri. Türkiye V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Erzurum, s. 702 – 706.
13. Anonim, 2000. Tarımsal Yapı ve Üretim. Devlet İstatistik Enstitüsü. Ankara.
14. Oğuz, C. ve Arısoy, H. 2002. Konya Bölgesinde Örtüaltı Sebze Yetiştiriciliğinin Geliştirilebilme Olanakları. Türkiye V. Tarım Ekonomisi Kongresi 18-20 Eylül 2002, Erzurum.
15. URL 1. TÜİK, 2022. https://biruni.tuik.gov.tr

ORMAN KÖYLERİNDEKİ BAZI SOSYO-EKONOMİK FAALİYETLER

Ayşe Esra HAKVERDİ

Öğretim Görevlisi, Yozgat Bozok Üniversitesi,
Boğazlıyan Meslek Yüksekokulu, Yozgat, Türkiye.
ORCID: 0000-0002-1783-6475

Giriş

Ormanlarımız; insan ve diğer canlı varlıkların, beslenme ve barınma başta olmak üzere birçok ihtiyacının karşılandığı kaynaklardır. Dünyada günümüze kadar var olan toplumlar, ormanlık alanları çeşitli amaçları için kullanmıştır (Akyol ve Tolunay, 2014). Yakacak odun toplamak, geçimlerini sağlamak, hayvan yetiştirmek ve pazarda satacağı malların kaynağı olarak kullanılmaktadır (Akhter vd., 2009). Ormanlarımız, işlev yönünden sadece odun üretimi, erozyon önleme, biyoçeşitlilik, yaban hayatı koruma, rekreasyonel ve karbon emisyonu azaltma gibi hizmetleri yoktur. Aynı zamanda kırsal kalkınma, ülke kalkınması ve de sosyo-ekonomik bakımdan da gelir artırıcı yönüyle önem kazanmaktadır (Eker ve Nazik, 2017).

Orman içinde ya da orman bitişiğinde bulunan köylerde yaşamlarını devam ettiren orman köylüsü, ormanlara etki eden en önemli aktör olarak kabul edilmektedir. Ekonomik ve sosyal anlamda ormana muhtaç olan orman köylüleri; beslenme ihtiyaçlarını karşılamak için ormana tarla açarak tarım yaparak, barınma ihtiyacı için orman ürünlerinden faydalanarak, hayvanlarının yiyecek ihtiyaçları için ormanda otlatma yaparak bir çok ihtiyacını karşılamışlardır (Durkaya vd., 2017).

Ülkemizde toplam 20.721 orman köyü bulunmakta olup bunların 7.344 adedi orman içi ve 13.377 adedi ise orman kenarı köyleridir. Bu köy nüfuslarına kayıtlı olup sürekli bu köylerde ikamet edenler de orman köylüsüdür. Hukuksal tanımda baktığımızda ise orman köyü veya orman köylüsü için belirleyici özellik bulundukları yer ile ilgilidir ve özel olarak da orman sayılan arazilere uzaklıklarıyla alakalıdır (Günşen, 2006). Bu yerleşim yerlerini kullanan orman köylüsüyle ormanlar organik olarak bağlıdır. Bundan dolayı orman kaynaklarının planlaması ve işletilmesi yapılırken dikkate alınması gerekir. Ülkemizdeki orman köylerinin çoğu kentlerden uzak, dağlık ya da ormanlık alanlara kurulmuşlardır (Solmaz, 2007).

Dünyada yaklaşık 1.6 milyar insan, ormana bağlı olarak yaşamını sürdürmektedir. Ayrıca ormanlar yeryüzünde bulunan hayvan, böcek ve bitki topluluklarının %80'den fazlasına ev sahipliği yapmaktadır (UN, 2017). Orman varlıklarımız ekonomik değerinin yanında insan sağlığı açısından da önemli olmaktadır ve vazgeçilmez doğal kaynaklarımızdır (Noberg, 2009). Bu varlıklarımız yöre insanına geçimleri için gelir ve istihdam sağlayan, diğer yerlerden farklı bir karakteristik olarak görüntü oluşturan, tarihi ve kültürel değerleri bakımından eşsiz, havanın, toprağın ve suyun korunması açısından önemli ve yerel kesimlerin çekiciliğinin geliştirilmesi bakımından ise güçlü bir kaynaktır (Elands vd., 2004; Vedeld vd., 2007).

Toplumların nüfus yoğunluğu hızla artarken beraberinde refah düzeylerini de artırma isteğindedirler. Bu durum ise ormanlar üzerindeki toplumsal baskıyı da artırmaktadır. Dolayısıyla hem orman varlığı azalmakta hem de ormana yönelik toplumsal talepler artmaktadır (Ok, 2000). Günümüzde kaynakların yetersiz olması ve talebin sürekli artmasından dolayı kaynakları korumak için sürdürülebilir kullanım önemlidir (Fisunoğlu, 1989; Daşdemir, 2001).

Yapılan bu çalışmada, Türkiye'de orman köylerinde yöre halkının geçim kaynağı olan bazı faaliyetler derlenmeye çalışılmıştır.

Sosyo-Ekonomik Faaliyetler

Ormancılık

Ormancılık; orman hizmetlerine ve ürünlerine ihtiyacı olan toplumun ihtiyaçlarını devamlı bir şekilde karşılayabilmek için ekonomik, sosyal, kültürel, biyolojik ve teknik çalışmaların bütününü kapsayan çok yönlü bir etkinliktir. Sürdürülebilir kalınma, ekonomik ve sosyal açıdan ormancılığın geliştirilmesi önem taşımaktadır (Dölarslan, 2003).

Ülkemiz ormanlarının %99,9'unun mülkiyeti devlete aittir ve bu durum ormancılık sektörünün kamu sektörü niteliğinde faaliyet göstermesine neden olmaktadır. Bu sektörün ana iskeletini ise Orman Genel Müdürlüğü (OGM) oluşturmaktadır. Orman ürünlerinin üretimi, koruması ve geliştirilmesinin yanında odun kökenli orman ürünlerinin iş ve işlemlerini yapmak ve yaptırmak görevlerinin arasındadır (Ardıç vd., 2012). Ülkemizde bu tür çalışmaların gerçekleşebilmesi için Tarım ve Orman Bakanlığı'na bağlı olan OGM bünyesinde taşra birimleri olan Orman Bölge Müdürlükleri (OBM) ve bu müdürlüklere bağlı olan Orman İşletme Müdürlükleri kurulmuştur (OGM, 2022a). İşletmeler, doğrudan ya da dolaylı olarak insan ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla işleyen birimlerdir (Daşdemir, 2001).

Ekonomik anlamda orman kaynaklarına bağımlı olan orman köylülerinin asıl gelir kaynağı odun üretimi olmaktadır. Dolayısıyla gelirlerindeki artış ya da azalışlar sonucunda orman kaynaklarına olan bakışları da şekillenmektedir (Mol, 2000; Alkan vd., 2005). OGM, idaresinde bulunan ormanlık alanlarda genellikle köylüleri vahidi fiyat usulü işlendirmektedir (Tunay ve Emir, 2015). Orman köylüsünün yaptığı işler genellikle kesme, sürütme, taşıma, yükleme, boşaltma, istifleme, yol ve sanat yapılarının yapımı veya tamiri, ağaçlandırma, gençleştirme, meşçere bakımları olmaktadır (Erdaş ve Acar, 1994).

Ülkemizde orman köylülerini hem kalkındırmak hem de sürdürülebilirliğe katkı sağlamak amacıyla Orman ve Köy İşleri Genel Müdürlüğü (ORKÖY) kurulmuştur. Kuruluş amaçlarının arasında ise, orman köylülerinin sosyal, ekonomik ve kültürel gelişimlerine katkı sağlamak bulunmaktadır. Orman

kaynaklarını en iyi şekilde kullanmak için ise kooperatifler kurulmasına olanak sağlamaktadır (Acun1983; Çağlar 1986; Daşdemir, 2002). Orman köylülerini kalkındırmak amacıyla kurulan kooperatifler ise orman köylüsünün yaşam koşullarını iyileştirerek sosyo-ekonomik yaşam sorunlarını çözmeye çalışır ve bununla birlikte de orman köylerinin kalkındırılmasına olanak sağlar. Ayrıca orman kaynaklarına olan baskıyı da azaltmaktadır (Daşdemir, 2002).

Hayvancılık

Ormancılık, ulusal ekonominin önemli bir parçasıdır ve hayvancılık gibi ekonominin diğer sektörüyle de etkileşim halindedir (Akesen ve Ekizoğlu, 2010). Sosyo-ekonomik olarak yaşamlarını ormandan karşılayan orman köylüsü aynı zamanda hayvan yetiştirerek de kendilerine ekonomik kaynak oluşturmaktadır (Akhter vd., 2009). Ülkemiz ormanları çeşitli hizmetlerinin yanında hayvan yemi hizmeti de sağlamakta ve orman kaynaklarından faydalanmanın en somut örneklerinden biri de ot ve yaprak faydalanması olmaktadır (Geray, 1986). Türkiye'de orman köylerinde yaşayan vatandaşların temel geçim kaynaklarından biri olan hayvancılık, yaklaşık 7,2 milyon orman köylüsünün yaşamını doğrudan etkileyen önemli unsurlardan birisidir (Coşgun, 2014).

Orman köylülerinin kalkındırılmasına yönelik ORKÖY, çeşitli projeler hazırlamakta ve uygulayarak yerine getirmektedir. Bu projeler iç kaynaklı ve dış kaynaklı projeler olarak sınıflandırılmakta olup kullandırılan krediler ise ekonomik ve sosyal nitelikli krediler olarak gruplandırılmaktadır. Ekonomik olarak verilen destekte köylüler; süt sığırcılığı, süt koyunculuğu, besi sığırcılığı, besi koyunculuğu, arıcılık konularında kredi alabilmektedir (ORKÖY, 2010).

Hayvansal gıdalar bakıldığında tüketim açısından önemli bir yere sahiptir. Ülkemizde artan nüfus ve sosyo-ekonomik refah düzeyi, bu tür ürünlere olan talebi arttırmaktadır ve hayvansal ürün tüketiminin insanların sağlıklı beslenmelerinde önemli bir yeri vardır (Koyubenbe vd., 2016; Akın vd., 2018). Hayvanlar; et, süt ve diğer ürünlere dönüştürülür (Kaymakçı, 2006). Ülkemiz arıcılık bakımından da gelişmiş bir ülkedir ve bal üretimi konusunda Aralık 2021 verilerine göre toplamda 96.344 ton bal üretimi gerçekleşmiştir (TEPGE, 2021; TÜİK, 2022)

Ülkemizde 2021 yılı itibariyle OGM ekonomik nitelikli kredi olarak; 5751 aileye 200 695 904 TL hayvancılık desteği ve 240 aileye 4 987 147 TL fenni arıcılık desteği vermiştir (OGM, 2022b). Bu tür kredi uygulamalarındaki amaç var olan ormanların korunması, işletilmesi, genişletilmesi ve geliştirilmesi hedeflerine ulaşmasını sağlamaktır. Ayrıca orman içi veya orman bitişiğindeki köylerde yaşayan halkın ekonomik kalkınmasına katkı sağlamaktır (Solmaz, 2007).

Tarım

Ülkemizde genellikle orman köyleri yüksek eğimli araziler ve üst rakımlarda bulunmaktadır. Dolayısıyla tarımsal faaliyetleri gerçekleştirebilecekleri alan miktarları az olmaktadır. Orman köylerinde hane başına tarımsal arazi miktarı yaklaşık olarak 2,4 ha'dır (Anonim, 2004; Toksoy ve Bayramoğlu, 2017). Orman köylerindeki tarımsal işletmeler genellikle küçük ölçekli aile işletmeleridir (Akpınar ve Yalçın, 2001).

Orman köylerinin temel gelir kaynaklarından birisi de aile tipi tarım işletmesidir. Genellikle tarımsal üretim kendi kaynakları üzerinde ve aile içerisinde gerçekleşmektedir. Arazinin yeterince büyük, toprağın iyi kalitede olması elde edilecek ürünün miktar ve kalitesini artıracaktır (Çağlar, 2009). Orman köylerindeki tarımsal faaliyetler genellikle geçimlik üretime dayalıdır ve daha çok kadınlar tarafından yapılmaktadır. Hanelerinin etrafındaki küçük tarlalarda en fazla ürünü almak için çaba sarf ederler. Yetiştirilen ürünlerin tarlanın hangi kısmına ve ne kadarına ekileceğine kadınlar karar verir (Alkan ve Toksoy, 2009).

Orman köylerindeki hem arazi yapısı hem de demografik özellikler tarımda kullanılan alanlarda parçalanmaya sebep olmuştur. Bu parçalanmayla birlikte ailelerin refah ve gelir düzeylerinde olumsuz ölçüde değişmeler yaşanmış ve bu durumla birlikte tarım kesiminde sağlanan gelir yetersiz kalmıştır (DPT, 2001).

Hem ormanların korunması ve geliştirilmesi hem de orman içinde veya bitişiğinde yaşayan köy halkının ekonomik, kültürel ve sosyal yönden gelişmesine katkı sağlamak amacıyla kurulan ORKÖY, orman köylerinde bulunan kooperatiflere kredi kullandırmaktadır (ORKÖY, 2016). Orman köylerinde Tarımsal Kalkınma Kooperatifleri kurulmuş ve küçük ölçekli sanayi işletmelerini kırsala taşımaya yardımcı olmuştur. Orman köylerinde en yoğun biçimde uygulama alanı bulan kooperatifler, köy halkının ekonomik ve sosyal yönden kalkındırılmasını yardımcı olmakta ve köylerde bireylerin ürettikleri ter türlü ürünün toplu olarak pazarlanmasına imkân sağlamaktadır. Yani iş gücünün ve üretilen ürünün değerlendirilmesinde düzenleyici bir rol oynamaktadır (Yetiş, 2016).

Odun Dışı Orman Ürünleri

Ormanlardan faydalanma sadece odun hammaddesi elde etmek değildir. Odun dışı orman ürünleri (ODOÜ) orman içlerinde veya açıklıklarında yetişen, ticari amaçlarla ya da kullanım amacıyla toplanan her türlü bitki ve bunların parçalarıdır. ODOÜ biyolojik ve ekolojik açıdan önemli olduğu kadar ekonomik açıdan da önem arz etmektedir (Leakey vd, 1996). Nüfus artışı ve tarım arazilerinin daralması sonucu ODOÜ'ne olan talep artmaya başlamıştır. Gıda,

sağlık, kozmetik, ilaç vb. alanlarda kullanılabilmektedir. Orman içi veya orman bitişiği köylerinde yaşayan orman köylülerini, hem beslenme hem de gelir sağlamak amacıyla bu ürünlerden önemli ölçüde yararlanmaktadır (Daşdemir ve Söğüt, 2017). Ülkemizde bitkisel kökenli ODOÜ'nin yanında hayvan ve mineral kökenli ürünler de bulunmakta ve bu ürünler kapsam dışı düşünülmemelidir. Bu bağlamda ormancılık etkinliklerinin topluma sunmuş olduğu hizmetler ve faydalar açısından önemli bir yere sahip olduğu anlaşılmaktadır (Janse ve Ottitsch, 2005; Ok vd., 2014).

Ülkemizde ODOÜ'nin üretim ve pazarlanması konusunda Orman Kanunu'nun 30., 37. ve 40. maddeleri ile OGM'nin 302 sayılı tebliğdeki hükümleri esas alınır. Hükümlere göre yıllık üretim programına alınan bu ürünler orman idaresi tarafından birim fiyat veya taahhüt yolu ile üretilip açık artırmayla satılabilir. Ya da işçiliği alıcıya ait olmak koşuluyla orman idaresi yine bu ürünleri açık artırmayla da satabilir. Bunun yanında yıllık üretim programında olmayan ürünler öncelikle orman köylerinde bulunan kalkınma kooperatiflerine veya ilan yoluyla civardaki orman köylülerine duyurulmaktadır. İstekli olan vatandaşların tarife bedeli ödemesi karşılığında bu ürünleri toplamasına izin verilmektedir (OK, 2015).

Ülkemizde ekonomik olarak en alt gelir düzeyinde görülen orman köylüleri, ODOÜ üretiminde en önemli kesimi oluşturmaktadır. Bununla birlikte yasal açıdan orman köylülerinin kalkındırılmasında ormancılık örgütleri önemli bir görevi üstlenmektedir ve uygulamada tek sorumlu olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu tür ürünlerin toplanması başlarda orman köylüleri için bir ek gelir olarak görülmekteyken günümüzde ana gelir olarak gelişmektedir (Yıldırım, 2018).

Ekoturizm

Doğa temeline dayanan ve turizm içerisinde hızla büyüyen ekoturizm, sürdürülebilir turizmin bir parçası olduğuna inanılır. Bu turizm çeşidi özellikle çevreyi koruyan ve yöre halkının refahını sürdüren bir etkinliktir (Leung vd., 2001; Blamey, 2001). Turist harcamaları yerel ekonomiye katkı sağlamakta ve hizmet arz edenlerin gelirini oluşturmaktadır. Ülkemizdeki orman köylerinde bulunan doğal ve kültürel değerler ekoturizm alanında değerlendirilebilecek değeri olan alanlardır (Kahveci vd., 2003).

Orman kaynakları üzerinde gelişen turizm etkinliklerinin yöre halkına sağlamış olduğu etkileri hemen görülmektedir. Etkinlikten elde edilen gelir artışına paralel olarak, iş imkânlarının çeşitlendiği ve yeni istihdam olanakların oluştuğu ortaya çıkmaktadır. Aynı zamanda ormancılık ve tarıma bağımlı olarak yaşayan halkın bağımlılığını azaltmaktadır (Korkmaz ve Tolunay, 2002).

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de beklentilerin değişmesiyle birlikte ekoturizm önemli bir turizm türü ve gelir kaynağı olmuştur (Ankaya vd., 2018). Ekoturizm için planlanan aktiviteler hem yerel halkın hayat kalitesini arttırmakta hem de iş fırsatları oluşturmaktadır. Bu bağlamda ekoturizm kırsal kalkınmaya destek olmaktadır (Demir ve Çevirgen, 2006; Özkök ve Çoban, 2009). Bölge civarında yapılacak olan tesis ve işletmelerde yöre halkının çalışması (İlter, 2021), yöreye has kültürü yansıtacak el emeği hediyelik eşyaların yapımı (Demir ve Çevirgen, 2006), yöredeki seyahat hizmetlerinde bulunma (Yılmaz, 2008), yetiştirdikleri organik ürün satışı (Öztekin, 2021) ve yöreye özgü kültürel yiyeceklerin yapımı (Demir ve Çevirgen, 2006; Kaytanlıoğlu vd., 2021) halkın kalkınmasında önemli olmaktadır.

Ekoturizm aktivitelerine katılan turistlerin beklentileri incelendiğinde; tarihi, doğal ve kültürel çevrenin korunmuş olması, geleneklerin yaşatıldığı folklorik ve gastronomik değerlerin kaybolmadığı alanlar ön plana çıkmaktadır (Kiper vd, 2016). Bu sayede hem alanın bitki çeşitliliği, bölgenin özellikleri ve kültürel değerleri korunurken hem de bölge halkına sürdürülebilir bir şekilde sosyo-ekonomik katkı sağlayacaktır (Türker ve Aydın, 2010).

Tartışma ve Sonuç

Ormanlar, var olan doğal kaynakların faydalarını insanların yararlanmasına sunmaktadır. Bu kaynaklar faydalanıldığı sürece insanlar açısından bir öneme sahip olmaktadır (Türker vd., 2002). Bu bağlamda ormanlardan doğrudan veya dolaylı olarak faydalanma her zaman söz konusu olmaktadır (Öztürk ve Türker, 2005). Günümüz toplumunun ormandan beklentileri çeşitlenerek artmaktadır. Bu beklentiler sonucunda elde edilecek mal ve hizmetlerin üretim aşamasında insan gücüne ihtiyaç duyulmaktadır. Bu aşamada iş gücü olarak orman köylüsü ön planda olmakla birlikte önemli roller de düşmektedir (Özensel, 2015).

Ülkemiz ormanları, odun hammaddesi başta olmak üzere birçok odun dışı orman ürünü için de kaynak niteliğindedir. Ayrıca ormanlar; toprak korunması, akarsu rejiminin düzenlenmesi, estetik ve turistik değerlerin varlığı, iklimsel olaylarda ve sağlık açısından olumlu etkisinin bulunması ve iş olanaklarının oluşturulması ile önemli hizmetler vermektedir (Gülen ve Özdönmez, 1987). Günümüze bakıldığında kaynakların kıt olması ve talebin sürekli artmasıyla birlikte sürdürülebilir kullanım önemli olmakta ve bu doğrultuda sürdürülebilir bir kalkınma modelli oluşturmak gereklidir. Sürdürülebilir kalkınma ifadesine bakılacak olursa; insanların hem bugünkü ihtiyaçlarını karşılamak hem de gelecek nesillerin kaynaklarını tehlikeye atmamaktır (Fisunoğlu, 1989; Daşdemir, 2001). Bu bağlamda sürdürülebilir kalkınmanın temelini kırsal

kalkınma oluşturmakta ve orman köylüsü toplumun kalkınmasında önemli bir aktör olmaktadır (Bayraktaroğlu, 1968; Çağlar, 1986).

Ülkemiz ormanlarından birinci derecede faydalanan ve dikkate alınması gereken en önemli halk kitlesini oluşturan orman köylüsü (Yetiş, 2016), ulusal ekonominin önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Ormancılık, hayvancılık, tarım, sanayi, turizm, ticaret, ulaştırma, madencilik ve enerji gibi ekonomik sektörler birbiriyle etkileşim halindedir. Bu etkileşimle birlikte sektörlerin gelişmesi, özellikle ormancılık sektörünün diğer sektörleri geliştirme etkisi daha büyüktür (Geray, 1998; Akesen ve Ekizoğlu, 2010). Odun dışı orman ürünleri üretiminde, doğa turizmi faaliyetlerinde ve kırsal alanlarda yapılacak etkinliklerde orman köylüsünün var olması önemli olmaktadır. Bu süreçler içerisinde bulunan orman köylüsü hem toplumsal gereksinimleri karşılayacak hem de ekonomik anlamda kalkınmış olacaktır (Özensel, 2015).

Açıklama

Yazar Öğr. Gör. Ayşe Esra HAKVERDİ, Sürdürülebilir Ormancılık tematik alanında YÖK 100/2000 Doktora öğrencisidir.

Kaynaklar

1. Acun, E. (1983). Aydın İli Köylerinin ve Özellikle Orman Köylerinin Kalkındırılmaları Üzerine Araştırmalar. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 338, İstanbul.
2. Akesen, A., Ekizoğlu, A. (2010). "Ormancılık", Akesen, A. ve Ekizoğlu, A. (Ed.), Ormancılık Politikası, Türkiye Ormancılar Derneği Yayını, Ankara, s. 19-36.
3. Akhter, S., Sohel, S.I., Rana,,P., Alamgir, M. (2009). Impact of forests and non-forests villagers on Ukhia and Inanı forest range under Cox's Bazar (South) Forest Division, Bangladesh, Proc. Pakistan Acad. Sci. 46(1):13-22.
4. Akın, A.C., Arıkan, M.S., Çevrimli, M.B. (2018). Türkiye'de 2010-2017 Yılları Arasında İthalat Kararlarının Kırmızı Et Sektörüne Etkisi, 1st Health Science and Life Congress, Full Text Book, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, 2-5 Mayıs 2018, Burdur.
5. Akpınar, G., Yalçın, F. (2001). ''Kahramanmaraş İli Merkez İlçesi Dağ ve Orman Köyleri Tarım İşletmelerinin Ekonomik Analizi''. Fen ve Mühendislik Dergisi, Cilt 4, Sayı 1, s:118-128., Kahramanmaraş.
6. Akyol, A., Tolunay, A. (2014). Sürdürülebilir orman yönetimi ölçüt ve göstergelerinin Türkiye için modellenmesi. SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, 15: 21-32.
7. Alkan, H., Korkmaz, M., Tolunay, A. (2005). Burdur İli'nde Ormancılık Etkinliklerinin Orman-Halk İlişkileri Kapsamında Değerlendirilmesi, Burdur Sempozyumu, 16-19 Kasım 2005.
8. Alkan, S., Toksoy, D. (2009). Orman köylerinde kadın ve kırsal kalkınma (Trabzon ili örneği). II. *Ormancılıkta sosyoekonomik sorunlar kongresi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta*, 19-21.
9. Ankaya, F.Ü., Yazıcı, K., Balık, G., Aslan, B.G. (2018). Dünyada ve Türkiye'de ekoturizm, sosyal-kültürel ve ekonomik katkıları. Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi, 1(2), 69-72.
10. Anonim, 2004. Türkiye Ulusal Ormancılık Programı, Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara.
11. Ardıç, M., Öndeş, T., Öztürk, A. (2012). Maliyet Yönetimi Yaklaşımları ve Devlet Orman İşletmelerinde Uygulanabilirliklerinin Araştırılması. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (54), 1-26.
12. Bayraktaroğlu, H. (1968) Toplum Kalkınmasında Orman İçi Köyleri, İstanbul üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt:18, Sayı:2, İstanbul, s. 1–14.
13. Blamey, R.K. (2001). Principles of Ecotourism, Encyclopedia of Ecotourism.
14. Coşgun, U. (2014). Ormanların Yönetiminde Otlatma Planlarının Yeri ve Önemi. II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu "Akdeniz

ormanlarının geleceği: Sürdürülebilir toplum ve çevre", 22-24 Ekim 2014 – Isparta.
15. Çağlar, M. (2009). Türkiye'de Orman Köylerinin Sosyo Ekonomik Sorunları Kooperatifleşmenin Bu Sorunların Çözümüne ve Kalkınmalarına Olan Katkıları.
16. Çağlar, Y. (1986). Türkiye'de Orman Köyleri ve Kalkındırılmasına Yönelik Etkinlikler, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları: 340, Ankara, 216 s.
17. Daşdemir, İ. (2001). Ormancılık İşletme Ekonomisi Ders Notu, ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Yayınları, Üniversite Yayın No: 17, Fakülte Yayın No: 6, Bartın, 36 s.
18. Daşdemir, İ., Söğüt, T. (2017). Bartın'da Odun Dışı Orman Ürünleri ve Değerlendirilme Olanakları. *IV. Ulusal Ormancılık Kongresi*, 13.
19. Daşdemir, İ. (2002). Sarıkamış ve Oltu yöresindeki ormancılık kooperatiflerinin kırsal kalkınma ve bölge ormancılığı açısından değerlendirilmesi. I. Ulusal Ormancılık Koop.
20. Demir, C., Çevirgen, A. (2006). Ekoturizm Yönetimi. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım, (1. Basım), s.70-71.
21. Dölarslan, E.Ş. (2003). "Avrupa Birliği'nde İzlenen Ormancılık Stratejisi Ve Türkiye İçin Öneriler", Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
22. Durkaya, A., Kaptan, S., Durkaya, B., Önal, G., Erdoğmuş, S. (2017). Orman köylüsü ve yaylacıların sosyo ekonomik ve sosyo kültürel yapısı ile çatışmaların incelenmesi (Giresun ve Manisa Yöresi Örneği). *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, *19*(1), 252-267.
23. Eker, Ö., Nazik, S. (2017). Orman kaynaklarının yoksulluk yönetimi ve kırsal kalkınma üzerine sosyo-ekonomik etkileri: Kastamonu Pınarbaşı ilçesi örneği, Turkish Journal of Forest Science 1(1):44-58.
24. Elands, B.H.M., O'Leary, T.N., Boerwinkel, W.J., Wersum, K.F. (2004). Forests as a mirror of rural conditions; local views on the role of forests across Europe, Forest Policy and Economics, (6), s.469– 482.
25. Erdaş, O., Acar, H.H. (1994). Doğu Karadeniz Bölgesinde Bölgesel Kalkınma Açısından Ormancılık İş Kolu ve Orman İşçiliği, Bölgesel Kalkınma Sempozyumu'94, K.T.Ü. 13-15 Ekim , s. 334-352, Trabzon.
26. Fisunoğlu, H.M. (1989) Sürdürülebilir Kalkınma ve Ekonomi, Sürdürülebilir Kalkınma Konferansı, Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayınları, Ankara, 39 s.
27. Geray, A.U. (1986). Planlama (Basılmamış Ders Notları). 122 s., İstanbul.
28. Geray, A.U. (1998). Orman Kaynaklarının Yönetimi, Devlet Planlama Teşkilatı Yayını, Ankara.
29. Gülen, İ., Özdönmez, M. (1987). Ormancılık Yönetim Bilgisi. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 3442, Orman Fakültesi Yayın No: 385, 255s., İstanbul.

30. Günşen, H.B. (2006). Batı Karadeniz Bölgesindeki Ormancılık Kooperatiflerinin Sorunları ve Çözüm Önerileri. Yüksek Lisans Tezi, ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 107 s.
31. İlter, M.S. (2021). Kırsal Kalkınmada Yeni Bir Yaklaşım Olarak Ekoturizm "Dalyan Örneği". Meriç Uluslararası Sosyal ve Stratejik Araştırmalar Dergisi, 5(13), 53-74.
32. Janse, G., Ottitsch, A. (2005). Factors influencing the role of Non-Wood Forest Products and Services. Forest Policy and Economics 7: 309– 319.
33. Kahveci, G., Ok, K., Yılmaz, E. (2003). Ecotourism and Sustainable Development of Forest Villagers in Turkey, XII. World Forestry Cong. Canada, http://www.fao.org/DOCREP/ARTICLE/WFC/XII/0708-A1. HTM.
34. Kaymakçı, M. (2006). Keçi Yetiştiriciliği. Meta Basım Matbaacılık, Bornova, İzmir
35. Kaytanlıoğlu, E.H.T., Fakir, H., Aydemir, A.N. (2021). Onikişubat (Kahramanmaraş) Yöresinde Gıda Olarak Tüketilen Bazı Doğal Bitki Taksonlarına Ait Yöresel Tarifler. Turkish Journal of Forestry, 22(2), 83-90.
36. Kiper, T., Uzun, O., Özdemir, G., Topal, T.Ü. (2016). Orman köylerinde ekoturizm planlama sürecinde turistlerin rolü: Kıyıköy örneği. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, *12*(2), 94-107.
37. Korkmaz M., Tolunay A. (2002). Kırsal Kalkınma Aracı Olarak Ekoturizm (Ecotourism as a Tool of Rural Development), First Tourism Congress of Mediterrenean Countries, Akdeniz University School of Tourism &Hotel Management, 17-21 April 2002, s. 429-443, Antalya.
38. Koyubenbe, N., Yaylak, E., Konca, Y. (2016). İzmir İlinde Sığır Eti Pazarlama Kanalları. SDÜ Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi, XII. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 25-27 Mayıs 2016, Isparta.
39. Leakey, R.B., Temu, A.B., Melynk, M., Vantomme, P. (1996). Domestication and Commercialization of Non-Timber Forest Products. Non-Wood Forest Products Series 9, Rome. 92-5-103935-6.
40. Leung, Y., Marion, J.L., Farrell, T.A. (2001). The Role of Recreation Ecology in Sustainable Tourism and Ecotourism. McCool, S. ve R. N. Moisey. Tourism, Recreation, and Sustainability: Linking Culture and the Environment. New York: CAB International.
41. Mol, T. (2000). Av ve Yaban Hayatı Yönetiminde İlkeler. Av ve Yaban Hayatı Yönetiminde Yeni Politikalar Toplantısı (Tebliğler), 06–07 Temmuz 2000, Uludağ, Bursa.
42. Norberg, A.L. (2009). "Green gold – and how the Swedish forest became a new wild West". http://www.bwint.org/pdfs/Swedish%20report%20-%20310910_Det_Grona_Guldet_3.pdf, (Erişim Tarihi: 06.12.2014).

43. OGM, (2015). Türkiye Orman Varlığı-2015. Orman Genel Müdürlüğü Yayını, Ankara, 32 s.
44. OGM, (2022a). 2021 Yılı İdare Faaliyet Raporu. https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane-sitesi/FaaliyetRaporu/Orman%20Genel%20M%C3%BCd%C3%BCrl%C3%BC%C4%9F%C3%BC%202021%20Y%C4%B1l%C4%B1%20Faaliyet%20Raporu.pdf, Erişim Tarihi: 21.10.2022.
45. OGM, (2022b). Orman Genel Müdürlüğü. https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/resmi-istatistikler, Erişim Tarihi: 15.10.2022.
46. OK, (2015). 6831 Sayılı Orman Kanunu (2015 yılında değişik). Yayımlandığı Resmi Gazete Tarih: 8.9.1956, Sayı: 9402, Yayımlandığı Düstur Tertip: 3, Cilt: 37, Sayfa: 2457.
47. Ok, K., Alagöz Özalp, G., Atıcı, E., Çoban, S., Şenyurt, M. (2014). Süsleme Amaçlı Kullanılan Odun Dışı Orman Ürünlerinin Sürdürülebilir Yönetimi. TUBİTAK Projesi No: 1090264.
48. OK, K. (2000). Orman kaynakları planlaması ve aşamalı yaklaşım. *İ.Ü Orman Fakültesi Dergisi,*Seri B, Cilt 49, Sayı: 1-2-3-4 İstanbul.
49. ORKÖY, (2010). ORKÖY Genel Müdürlüğü etüt ve planlama çalışmaları. http://www.orkoy.gov. tr/ORKOY, (Ziyaret tarihi: 16/08/2010).
50. ORKÖY, (2016). ORKÖY Genel Müdürlüğü ekonomik ve sosyal krediler. http://www.orkoy.gov.tr/ORKOY, (Ziyaret tarihi: 21/05/2016).
51. Özensel, E. (2015). Türkiye'de Kırsal Yapıların Dönüşümü – Kır Sosyolojisi. Çizgi Kitabevi, Konya.
52. Özkök, F. G., Çoban, Ö. (2009). Ekoturizm mi ekoterörizm mi?, 10. ulusal turizm kongresi bildiriler kitabı içinde, 591-602. Mersin: Detay Yayıncılık.
53. Öztekin, E. (2021). Zonguldak İlinin Ekoturizm Potansiyeli ve Swot Analizi. Doğu Coğrafya Dergisi, 26(45), 171-182.
54. Öztürk, A., Türker, M.F. (2005). Farklı İlgi Gruplarının Orman Kaynaklarına ve Orman Kaynaklarının Sürdürülebilir Yönetimine İlişkin Görüşlerinin Belirlenmesi: Maçka Devlet Orman İşletmesi Örneği, Artvin Orman Fakültesi Dergisi.
55. Solmaz, E. (2007). Orman Köylülerinin Kalkınmasına Yönelik Uygulanan Politikaların Yoksulluk Düzeyi ve Orman Kaynaklarının Kullanımına Etkisi Muğla Örneği. Doktora Tezi, Muğla Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, Muğla, 257 s.
56. TEPGE, (2022). Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Müdürlüğü Ürün Raporu Arıcılık 2022. https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20%C3%9Cr%C3%BCn%20Raporlar%C4%B1/2022%20%C3%9Cr%C3%BCn%20Raporlar%C

4%B1/Ar%C4%B1c%C4%B1l%C4%B1k%20%C3%9Cr%C3%BCn%20Raporu%202022-351%20TEPGE.pdf, Erişim Tarihi: 12.11.2022.
57. Toksoy, D., Bayramoğlu, M.M. (2017). Kırsal Kalkınma ve Orman Köyleri, Karadeniz Teknik Üniversitesi Yayınları, Trabzon.
58. Tunay, M., Emir, T. (2015). Ormancılık üretim işlerinde iş sağlığı ve güvenliğinin yasal çerçevede değerlendirilmesi. Turkish Journal of Forestry, 16(2): 195-202.
59. TÜİK, (2022). Türkiye İstatistik Kurumu. https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Tarim-111, Erişim Tarihi: 12.11.2022.
60. Türker, M.F., Aydın, İ.Z. (2010). Ekoturizmin Türkiye orman köyleri kalkınmaları üzerindeki sosyo-ekonomik etkilerinin ölçümü (Camili biyosfer rezerv alanı örneği).
61. Türker, M.F., Öztürk, A., Pak, M., Durusoy, İ, 2002. Orman Kaynağından Geleneksel ve Çağdaş Yararlanma Şekilleri: Dünya ve Ülkemizdeki Durum, Kırsal Çevre Yıllığı 2002, Kırsal Çevre ve Ormancılık Sorunları Araştırma Derneği.
62. UN, (2017). "Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development. Sustainable development goal 15". https://sustainabledevelopment.un.org/topics/forests, Erişim Tarihi: 01.11.2017.
63. Vedeld, P., Angelsen, A., Bojö, J., Sjaastad, E., Berg, G.K. (2007). Forest environmental incomes and the rural poor, Forest Policy and Economics, (9), s.869–879.
64. Yetiş, Ş. (2016). *Sosyal devlet ilkesi ışığında Türkiye'de orman köylüsünün durumu* (Doctoral dissertation, Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
65. Yıldırım, H.T. (2018). Orman Toplum İlişkileri Açısından Odun Dışı Orman Ürünleri Üretiminin Sosyo-Ekonomik Etkilerinin İrdelenmesi. *ISNOS-MED 2018*.
66. Yılmaz, H. (2008). Turizm Çeşitlendirilmesi Kapsamında Ekoturizmin Ürünü Olarak Tatil Çiftlikleri: Türkiye'deki Tatil Çiftliklerine Yönelik Swot Analizi. Doktora Tezi. Afyon: Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

İÇ ANADOLU BÖLGESİ KORUNAN ALANLARI VE KORUNAN ALAN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ

Ayşe Esra HAKVERDİ

Öğretim Görevlisi, Yozgat Bozok Üniversitesi,
Boğazlıyan Meslek Yüksekokulu, Yozgat, Türkiye.
ORCID: 0000-0002-1783-6475

Giriş

Doğal kaynakların insanlar tarafından aşırı ve yanlış kullanımı sonucu azalmaya başlaması doğal dengenin bozulmasına sebep olmuş ve insan yaşamını tehdit etmeye başlamıştır. İnsanoğlu, teknolojinin gelişmesiyle birlikte çağa ayak uydurmuş ve sürekli bir tüketim zincirine girmiştir. Bununla birlikte doğayı, doğada var olan canlı çeşitliliğini ve doğal ve kültürel değerleri tüketmiştir. Bu tüketim sonucunda maddi kayıpların yanı sıra manevi kayıplara da sebep olmuş ve koruma kavramı ortaya çıkmıştır (Yücel ve Babuş, 2005). Söz konusu olumsuzluklar doğal kaynaklar üzerinde arttıkça, sorunu çözmek adına ülkeler bir araya gelme ihtiyacı duymuş ve bununla birlikte bu sorunlar yerel düzeyden bölgesel düzeye hatta küresel bir düzeye ulaşmıştır. Bu tür yanlış uygulamaların önüne geçmek ve aktif bir koruma gerçekleştirmek amacıyla ulusal ve uluslararası çabalarla bazı ülkeler önemli doğal kaynaklarını korunan alan statüsüne geçirmek için girişimlerine başlamıştır (Kuvan, 1991).

Topluma ekosistem hizmetleri sağlayan en önemli doğal ve kültürel alanların başında korunan alanlar gelmektedir. Bu alanlar, biyoçeşitliliğin oluşmasına önemli derecede katkı sağlayan ve iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltan alanlardır. Korunan alanlar doğa koruma politikalarının temel taşı olarak kabul edilmektedir (Arnberger vd., 2012).

Doğa koruma çabaları, uzun yıllara dayalı ulusal ve uluslararası seviyede deneyimler sonucu ortaya çıkmış ve bilinçli bir şekilde gerçekleştirilmeye ve uygulanmaya çalışılmaktadır. Bu düşünce var olan değerlerin ekolojik, sosyo-ekonomik, bilimsel ve etik yapısını insan etkilerine karşı koruma zorunluluğu olarak ortaya çıkmıştır. Bu alanların insan müdahaleleriyle maruz kalmadan devam etmesini sağlamak, doğal kaynakları korumak ve kaynaklardan sürdürülebilir bir şekilde yararlanmak için yasal araçlarla yönetilen belirli kurallarla sınırlandırılan yer akla gelmektedir (Kuvan, 2005). Özellikle biyolojik çeşitliliğin zengin olduğu gelişmekte olan ülkeler, yasal koruma statüsünde olan alanların sayısı ve büyüklükleri her geçen gün artmaktadır (Noughton-Treves vd., 2005).

Her ne kadar orman kaynağından elde edilen asli ürün odun hammaddesi olsa da bunun yanında ormanların odun dışı orman ürünleri olarak tanımlanan hizmet ve fonksiyonları kapsayan faydaları da bulunmaktadır. Bu fonksiyonlar özellikle; rekreasyon, erozyon kontrolü, korbondioksit tutma, oksijen üretme, gen kaynağı sağlama, bilimsel amaçlı yararlanma olarak faydaları bulunmaktadır (Türker, 2002; Deniz, 2012). Eğitim faaliyetlerinin gerçekleştirildiği, bilimsel araştırmaların yapıldığı, genetik çeşitliliğin saklandığı, geleneksel ve kültürel kaynakların zararlı etkilere karşı korunduğu, turizm ve rekreasyonel kullanım imkânının sağlandığı özel öneme sahip doğal bölgeler korunan alan statüsündedir

(Gül, 2005; Akten ve Gül, 2014). Bunlara ek olarak ülkemizde bulunan bazı alanlar, "Dünya Kültürel ve Doğal Mirasının Korunmasına Dair Sözleşme", "Avrupa'nın Yaban Hayatı ve Yaşama Ortamlarını Koruma Sözleşmesi", "Ramsar Sözleşmesi" gibi uluslararası sözleşmeler uyarınca koruma statüsüne geçebilmektedir (Alkan ve Korkmaz, 2009) . Ulusal ve uluslararası öneme sahip olan korunan alanlar, hem iç yasal düzenlemeleri yapmakta hem de uluslararası anlaşmalar yaparak kaynak çeşitliliğini ve bütünlüğünü koruyarak sürdürülebilirliğini amaçlarına göre sağlamaktadır (İlter ve Ok, 2012).

Fakat yasal olarak koruma altına alınan korunan doğal alanlar, bölgeye yakın konumda yaşayan yöre halkının bazı çıkar kayıplarına maruz kalabilmekte ve sahip olduğu kaynak değerlerine yönelik olumsuz tavırlar gelişebilmektedir (Alkan, 2009; Alkan vd., 2009). Özellikle korunan alanların ilanı aşamasında yöre halkının görüşlerinin alınmaması, bu alanların yönetimine yerel halkın dâhil edilmemesi, yönetici ve yerel halk arasında çatışmalara yol açmaktadır (Yenilmez Arpa, 2011). Bu alanların yönetim planları hazırlanırken yerel halkın ihmal edilmemesi önemli bir noktadır (Gülez, 2003). Yönetim planlarına halkın dâhil edilmesiyle birlikte, halkın alanı sahiplenme duygusu artacak ve alanın korunmasındaki başarı düzeyinde artış sağlanacaktır (Thomas ve Middleton, 2003).

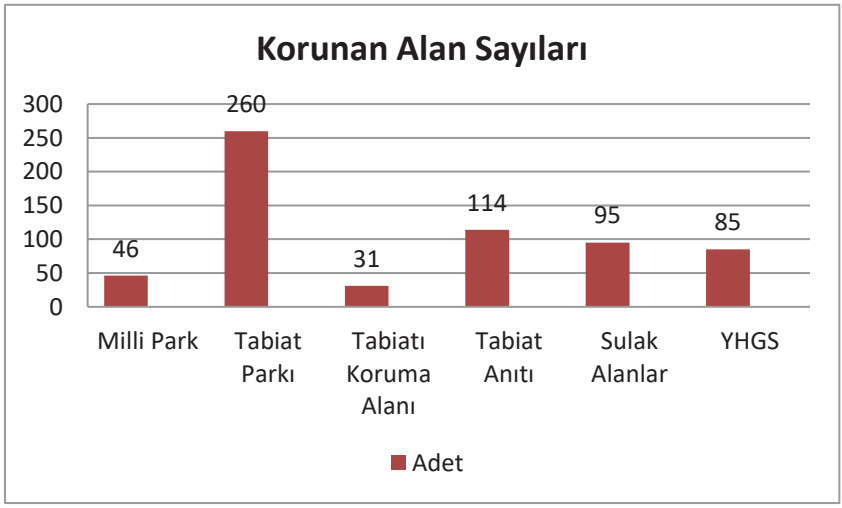
Ülkemizde farklı bakanlıklarca yönetilen korunan alanlardan Tarım ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü bünyesinde yönetilen alanların hangi alanlar olduğu ve İç Anadolu Bölgesi'nde bulunan korunan alanlar açıklanmaya çalışılmıştır. Ayrıca korunan alanlara yönelik sürdürülebilirliğin sağlanması açısından değerlendirmeler yapılmaya çalışılmıştır.

Türkiye'nin Korunan Alanları

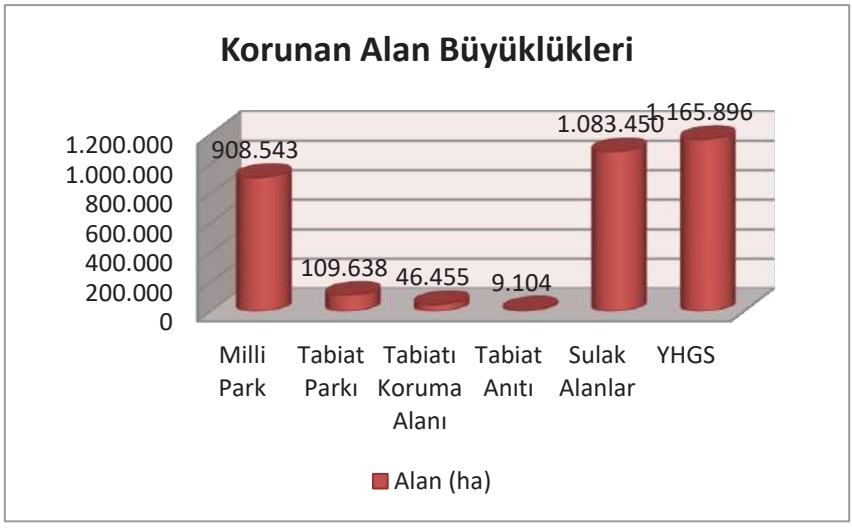
Ülkemizde bulunan biyolojik çeşitlilik değerleri ve koruma alanı statüleri farklı olan alanlar farklı kanunlarla koruma altındadır. Bu alanların koruma statüleri, ulusal mevzuat veya uluslararası sözleşmelere dayanarak oluşturulmuştur (Akyol ve Akbulut, 2017). Ülkemizdeki korunan alanların IUCN (Internetional Conservation of Nature and Natural Resources) sınıflandırmasına göre yönetim yapısı bakanlık düzeyindedir. Milli park, tabiat parkı, tabiatı koruma alanı ve tabiat anıtı statüsünde olan korunan alanlar 2873 sayılı Milli Parklar Kanunu, sulak alanlar statüsünde olan korunan alanlar 1380 sayılı Su Ürünleri Kanunu ve yaban hayatı geliştirme sahaları ise 4915 sayılı Kara Avcılığı

Kanunu ile yönetilmektedir. Bu alanların yönetimleri ile ilgili yetkili kurum Tarım ve Orman Bakanlığı'dır (DKMP, 2022).

Türkiye'de 46 adet milli park, 260 adet tabiat parkı, 31 adet tabiatı koruma alanı, 114 adet tabiat anıtı, 95 adet sulak alan ve 85 adet ise yaban hayatı geliştirme sahası bulunmaktadır (Şekil 1). Bu alanların ülkemizdeki alan büyüklükleri (Şekil 2) ise; 908.543 ha alanı milli parklar, 109.638 ha alanı tabiat parkları, 46.455 ha alanı tabiatı koruma alanları, 9.104 ha alanı tabiat anıtları, 1.083.450 ha alanı sulak alanlar ve 1.165.896 ha alanı ise yaban hayatı geliştirme sahalarından oluşmaktadır (DKMP, 2022).



Şekil 1. Türkiye'de bulunan korunan alan sayısı



Şekil 2. Türkiye'deki korunan alan büyüklükleri

Ülkemizde korunan alanlar 1994 yılında IUCN'in belirlediği altı adet korunan alan belirleme ve sınıflandırma kriterlerine göre geçerlilik kazanmıştır. Bu kriterler;

I: Mutlak Doğa Koruma Rezervi/Yabanıl Alanlar
I.a: Mutlak Doğa Koruma Rezervi (Tabiat Rezervi)
I.b: Yabanıl Alanlar (Yaban Hayatı Alanı)
II: Ekosistem Muhafaza ve Koruma Alanları (Milli Parklar)
III: Doğal Anıtlar (Tabiat Anıtı)
IV: Habitat ve Tür Yönetim Alanı (Yaşam/Tür Koruma Alanı)
V: Peyzaj (Korunan Kara/Deniz) Koruma Alanı
VI: Yönetilen Doğal Kaynak Koruma Alanı (Albayrak, 2010).

Belirlenen sınıflandırmaya göre ülkemizde; Milli Park: II, Tabiat Parkı: V, Tabiatı Koruma Alanı: Ia, Tabiat Anıtı: III, Sulak Alanlar: Ia ve Yaban Hayatı Geliştirme Sahaları ise IV kriterine göre karşılık bulmaktadır (Albayrak, 2010).

İç Anadolu Bölgesi Korunan Alanları

Topoğrafik yönden İç Anadolu Bölgesi, ülkemizin orta kısmında çanak şeklinde bir bölgedir (Şekil 3). Toros'ların kuzey eteklerinden ve Kuzey Anadolu Dağları'nın güney kısmından sınırını oluşturmaktadır. Doğusu ve batısı ise plato ve alçak rakım seviyesindeki dağlarla çevrilidir. Bölge 151.000 km^2 yüzölçümüyle ülkemizin %19'luk kısmını kaplar ve Türkiye'nin ikinci büyük bölgesidir. İç Anadolu Bölgesi'nde toplamda 13 adet il bulunmaktadır ve bölge illeri ise; Aksaray, Ankara, Çankırı, Eskişehir, Karaman, Kayseri, Kırıkkale, Kırşehir, Konya, Nevşehir, Niğde, Sivas ve Yozgat'tır (Atalay ve Mortan, 2011).

Şekil 3. İç Anadolu Bölgesi İlleri Haritası (Turan, 2017)

Milli parklar; bir veya birden fazla ekosistemin insan etkileriyle değişmediği, fauna ve flora türlerinin yaşam alanlarının rekreasyonel, bilimsel ve eğitsel açıdan üstün özelliklere sahip olduğu, duyusal özelliklerinin korunma ve dış etkenlerden kurtarılmaya ve korunmaya ihtiyacı olan ve ziyaretçilerin belirli kurallar dâhilinde gezebildiği alanlardır (Moseley vd., 1976). Bu alanların amacı, insanlara doğayı tanıtmak ve insanların doğa koruma bilincinin oluşmasını sağlamaktır (Şahbaz ve Altınay, 2015). Milli parklar, sağlıklı boş zaman aktiviteleri sunan, insanların doğa ile kontak kurmasını sağlayan, aile birliğinin kurulması fırsatı veren ve doğal çevrenin değerlendirilmesine olanak sağlayan alanlar açısından oldukça önemlidir (Manning ve Anderson, 2012). Ülkemizde ilan edilen 48 adet milli park bulunmaktadır ve 1958 yılında ilan edilen ilk milli park Yozgat Çamlığı Milli Parkı olmuştur (DKMP, 2022). İç Anadolu Bölgesi'nde bulunan milli parklar ise Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. İç Anadolu Bölgesi Milli Parkları (DKMP, 2022)

İl	Alan adı	İlan tarihi	Alan (ha)	Rekreasyon değeri
Ankara	Sarıçalı	28.10.2021	1024	Doğa yürüyüşü, Kamp, Fotoğraf
	Soğuksu	19.02.1959	1186	Çadırlı Kamp ve Günübirlik Alan
	Sakarya Meydan Muharebesi Tarihi	08.02.2015	13850	-
Kayseri	Sultan Sazlığı	17.03.2016	24358	Ekoturizm, Fotoğrafçılık
Konya	Beyşehir Gölü	11.01.1993	82157	Tekne Turları - Ziyaretçiler
	Derebucak Çamlık Mağaraları	07.06.2022	1142	-
Niğde	Aladağlar	21.04.1995	55064	Doğa Turları
Yozgat	Yozgat Çamlığı	05.02.1958	267	Günübirlik Alan

Çizelge 1 incelendiğinde; İç Anadolu Bölgesi'nde bulunan Ankara (3 adet), Kayseri (1 adet), Konya (2 adet), Niğde (1 adet) ve Yozgat (1 adet) illerinde milli park bulunmaktadır. 05.02.1958 tarihinde Yozgat ilinde bulunan Yozgat Çamlığı Milli Parkı bölgede ilan edilen ilk milli parktır ve alan büyüklüğü ise 267 ha'dır. İç Anadolu bölgesi milli parklarının kapladığı toplam alan büyüklüğü 179048 ha'dır. Bu alanların rekreasyon değerleri ise genellikle doğa yürüyüşü, kamp, çadırlı kamp, fotoğrafçılık, ekoturizm, doğa turları, günübirlik alan ve ziyaret amaçlı yapılan geziler şeklindedir.

Tabiat parkları, 2873 sayılı Milli Parklar Kanunu'nun 2. maddesine göre; 'bitki örtüsü ve yaban hayatı özelliğine sahip, manzara bütünlüğü içinde halkın dinlenme ve eğlenmesine uygun tabiat parçalarını ifade eder' şeklinde tanımlanmıştır (MPK, 2022). Günümüz çağında dünya üzerinde teknolojik, ekonomik ve kültürel açıdan çok sayıda değişim meydana gelmiştir. Bu değişimlerle birlikte insanların boş zamanlarının artması sağlanmıştır ve bu zamanlarını değerlendirmek isteyen insanlar farklı etkinliklere yönelmiştir (Yılmaz, 2007). Tabiat parkları, insanlara farklı etkinlikleri sunan alan olarak cazip bir yer haline gelmiştir. Bu alanlara yerli ve yabancı turist gelmesi ülke ekonomisi açısından oldukça önemlidir. Tabiat parklarının planlaması yapılırken özellikle koruma ve kullanma dengesinin gözetilmesi gerekmektedir. Bu alanların gelecek nesillere miras bırakılması gereken alanlar olduğu gerçeği ön planda tutulmalıdır (Yener, 2021). Ülkemizde 260 adet tabiat parkı bulunmaktadır (DKGM, 2022). İç Anadolu Bölgesi'nde bulunan tabiat parkları ise Çizelge 2'de gösterilmiştir.

Çizelge 2. İç Anadolu Bölgesi Tabiat Parkları (DKMP, 2022)

İl	Alan Adı	İlan Tarihi	Alan (ha)	Rekreasyon Değeri
Ankara	Çamkoru	09.04.2008	220,66	Günübirlik kullanım
	Şahinler	17.07.2009	33,58	Günübirlik kullanım
	Aluçdağı	11.07.2011	96,52	Günübirlik kullanım, doğa yürüyüşü, fotosafari
	Çubuk Karagöl	11.07.2011	114,38	Günübirlik kullanım, doğa yürüyüşü
	Eğriova	11.07.2011	30,11	Günübirlik kullanım, doğa yürüyüşü, fotosafari
	Kartaltepe	11.07.2011	93,04	Günübirlik kullanım, doğa yürüyüşü, fotosafari
	Sorgun Göleti	11.07.2011	53,96	Günübirlik kullanım, doğa yürüyüşü, fotosafari, çadırlı kamp
	Tekkedağı	11.07.2011	100,01	Günübirlik kullanım, doğa yürüyüşü, fotosafari,
	Kelebekler Vadisi	01.04.2016	176,68	Günübirlik kullanım, doğa yürüyüşü, fotosafari
	Durasan Şah	01.05.2018	145,88	Günübirlik kullanım, doğa yürüyüşü, fotosafari
Çankırı	Hazım Dağlı	03.08.2009	126,36	Günübirlik kullanım
	Kenbağ	11.07.2011	36,00	Günübirlik kullanım
	Kadınçayırı	05.09.2012	422,05	Günübirlik kullanım, doğa yürüyüşü
Eskişehir	Musaözü	11.07.2011	128,97	Günübirlik kullanım

	Yunus Emre	31.07.2017	61,38	Günübirlik kullanım, doğa yürüyüşü
Kayseri	Derebağ Şelalesi	11.07.2011	17,37	Günübirlik kullanım
Kırıkkale	Sulakyurt	10.06.2022	8.14	Günübirlik kullanım
	Karaahmetli	29.06.2009	107,53	Günübirlik kullanım
Kırşehir	Aşıkpaşa	08.01.2010	127,59	Günübirlik kullanım
Konya	Mavi Boğaz	22.12.2021	530,00	Günübirlik kullanım, doğa yürüyüşü, fotosafari
	Gürleyen Kanyonu	20.04.2021	476,00	Günübirlik kullanım, doğa yürüyüşü, fotosafari
	Kocakoru Ormanı	07.08.1998	330,79	Günübirlik kullanım, doğa yürüyüşü
	Akyokuş	11.07.2011	21,57	Günübirlik kullanım
	Yakamanastır	11.07.2011	88,49	Günübirlik kullanım
	Kuğulu	24.05.2018	484,51	Günübirlik kullanım
Sivas	Canköy	29.05.2018	32,18	Günübirlik kullanım
	Oymalık	29.05.2018	157,21	Günübirlik kullanım
	Karşıyaka	11.07.2011	23,22	Günübirlik kullanım
Yozgat	Davulbaztepe	10.12.2009		Günübirlik kullanım
	Kadıpınarı	11.07.2011	10,21	Günübirlik kullanım
	Oluközü	11.07.2011	31,20	Günübirlik kullanım, doğa yürüyüşü, fotosafari,
	Üçtepeler	11.07.2011	171,79	Günübirlik kullanım
	Yozgat Fatih	03.10.2013	242,35	Günübirlik kullanım

Çizelge 2 incelendiğinde; İç Anadolu Bölgesi'nde bulunan Ankara (10 adet), Çankırı (3 adet), Eskişehir (2 adet), Kayseri (1 adet), Kırıkkale (2 adet), Kırşehir (1 adet), Konya (6 adet), Sivas (3 adet) ve Yozgat (5 adet) illerinde tabiat parkı bulunmaktadır. 07.08.1998 tarihinde Konya ilinde bulunan Kocakoru Ormanı Tabiat Parkı bölgede ilan edilen ilk tabiat parkıdır ve alan büyüklüğü ise 330,79 ha'dır. İç Anadolu Bölgesi tabiat parklarının kapladığı alan ise 4699,73 ha'dır. Bu alanların rekreasyon değerleri ise genellikle günübirlik kullanım, doğa yürüyüşü ve fotosafari şeklindedir.

Tabiat anıtı, 2873 sayılı Milli Parklar Kanunu'nun 2. maddesine göre; 'tabiat ve tabiat olaylarının meydana getirdiği özelliklere ve bilimsel değere sahip ve milli park esasları dâhilinde korunan tabiat parçalarını ifade eder' şeklinde tanımlanmıştır (MPK, 2022). Tabiat anıtı olarak ayrılacak yerlerin tabiat olaylarının oluşturduğu tek ya da nadir olmalarıyla birlikte bilimsel ve estetik yönden ulusal öneme sahip olmaları gerekmektedir. Alanlar, bitki türleri, jeolojik ve jeomorfolojik formasyon yönünden eşsiz olmalıdır. Özellikle insan faaliyetlerinin etkisinde bulunmayan veya çok az zarar görmüş alanlar olmalıdır. Bu alanların saha büyüklükleri ise milli parklardan küçük ve koruma yönünden

ise bütünlüğü sağlayacak yeterlilikte olması gerekmektedir. Tabiat anıtları devlet mülkiyetinde olmalıdır (MPY, 2022). Ülkemizde 114 adet tabiat anıtı bulunmaktadır (DKMP, 2022). İç Anadolu Bölgesi'nde bulunan tabiat anıtları Çizelge 3'te gösterilmiştir.

Çizelge 3. İç Anadolu Bölgesi Tabiat Anıtları (DKMP, 2022)

İl	Alan Adı	İlan Tarihi	Alanı (m^2)	Kaynak Değeri
Ankara	Asarlık Tepeler	22.08.1994	523 700	Kil tabakasının aşınımıyla oluşmuş Kuesta Morfolojisinin örneklerini içermektedir.
	Kabaardıç	23.10.2000	500	Ardıç ağacının tahminen 750 yaşında olması.
	Kız Tepesi	13.10.2019	5 416 300	Nadirlik gösteren jeolojk oluşuma sahip olması.
Çankırı	Dokuzkardeşlerçamı	29.09.1994	1 500	Karaçam ağacının 200 yaşında olması.
	Türbeçamı	16.07.2006	1 000	Karaçam ağacının yaklaşık 500 yaşında olması.
Eskişehir	Geyikalanı	03.11.2000	110 003	Sarıçam ağaçlarından oluşmuş doğal orman olması ve ağaçların yaşlarının 200-400 arasında olması.
	Karageyikli Türk Fındığı	06.05.2003	1 000	Fındık ağacının 1030 yaşlarında olması.
	Kayı Ardıcı	06.05.2003	1 000	Ardıç ağacının yaklaşık 520 yaşlarında olması.
	Kepez Saçlı Meşesi	06.05.2003	1 000	Meşe ağacının yaklaşık 475 yaşlarında olması.
	Keramet Dutu	06.05.2003	1 000	Dut ağacının yaklaşık 700 yaşlarında olması.
	Kokulu Ardıç I	06.05.2003	1 000	Ardıç ağacının yaklaşık 665 yaşlarında olması.
	Kokulu Ardıç II	06.05.2003	1 000	Ardıç ağacının yaklaşık 730 yaşlarında olması.
	Kokulu Ardıç III	06.05.2003	1 000	Ardıç ağacının yaklaşık 645 yaşlarında olması.
	Piribaba Meşesi	06.05.2003	1 000	Meşe ağacının yaklaşık 350 yaşlarında olması.

Karaman	Altıkardeşler	16.10.2002	1 000	Ladin Ağacı'nın 400 yaşında olması.
	Dedeardıç	16.10.2002	1 000	Ladin Ağacı'nın 400 yaşında olması.
Konya	Titrek Kavak	27.09.1994	2 500	Kavak Ağacı'nın 175 yaşında olması.
	Fosil Ardıç	27.09.1994	500	Ardıç Ağacın'ın 519 yaşında olması.
	Meke Gölü	03.08.1998	2 569 500	Maar isimli bir volkanik patlama sonucunda çukurun sularla dolarak oluşması.
	Ağılı Ardıç	16.10.2002	500	Ardıç ağacının yaklaşık 2200 yaşlarında olması.
	Derebucak Çamlık Mağaraları	29.11.2013	7 477 100	Bölgede 10 adet mağaradan fazlasının bulunması.
Yozgat	Ulukavak	09.11.1994	1 500	Kavak ağacının 200 yaşında olması.

Çizelge 3 incelendiğinde, İç Anadolu Bölgesi'nde bulunan Ankara (3 adet), Çankırı (2 adet), Eskişehir (9 adet), Karaman (2 adet), Konya (5 adet) ve Yozgat (1 adet) illerinde tabiat anıtı bulunmaktadır. 22.08.1994 tarihinde Ankara ilinde bulunan Asarlık Tepeler Tabiat Anıtı bölgede ilan edilen ilk tabiat anıtıdır ve alan büyüklüğü ise 523700 m^2'dir. Alanın kaynak değeri ise farklı direnç özelliğindeki kil tabakasının aşınımıyla oluşmuş Kuesta Morfolojisi'nin ender örneklerini teşkil etmesidir. İç Anadolu Bölgesi tabiat anıtlarının kapladığı alan büyüklüğü ise 863,5 ha'dır. Alanların kaynak değerleri ise genellikle anıt ağaçlar, mağaralar, jeomorfolojik olaylar, jeolojik oluşumlar ve aşınımlar şeklindedir.

Tabiatı koruma alanları koruma ve inceleme yapmak amacıyla korunan doğal çevreyi tanımlamaktadır. Bu alanlar genellikle bilim ve eğitim bakımından önem taşımaktadır. Alan içerisinde özellikle nadir bulunan türler, kaybolmak üzere olan ya da tehlikeye maruz kalmış ekosistemler ve doğal olayların meydana getirdiği seçkin örnekler bulunmaktadır (Kırsal Çevre, 2019). Bu alanlar yalnızca bilim ve eğitim için ayrılmış alanlar olup, muhakkak korunması gerekli alanlardır (MPK, 2022). Tabiatı koruma alanları, orman ekosistemlerinde en az alan büyüklüğü 25 ha ve tampon zon genişliği ise 200m olarak belirtilmektedir (Geray ve Akesen, 2001). Ülkemizde 31 adet tabiatı koruma alanı bulunmaktadır (DKMP, 2022). İç Anadolu Bölgesi'nde bulunan tabiatı koruma alanları ise Çizelge 4'te gösterilmiştir.

Çizelge 4. İç Anadolu Bölgesi Tabiatı Koruma Alanları (DKMP, 2022)

İl	Alan Adı	İlan Tarihi	Alanı (ha)	Kaynak Değeri
Karaman	Akgöl (Ereğli Sazlığı)	01.04.1995	6680,41	Su kuşu türlerinin çeşitliliği.
Kırşehir	Seyfe Gölü	26.08.1990	12533,05	Toy ile Angut kuşlarının yaşam alanı olması ve alanda yaşayan farklı 167 kuş türünün bulunması.

Çizelge 4 incelendiğinde, İç Anadolu Bölgesi'nde bulunan Karaman (1 adet) ve Kırşehir (1 adet) illerinde tabiatı koruma alanı bulunmaktadır. 26.05.1990 tarihinde Kırşehir ilinde bulunan Seyfe Gölü Tabiatı Koruma Alanı bölgede ilan edilen ilk tabiatı koruma alanıdır ve alan büyüklüğü ise 12533,05 ha'dır. Alanın kaynak değeri Toy ile Angut kuşlarının yaşam alanı olması ve 167 kuş türünün barındırması şeklindedir. İç Anadolu Bölgesi tabiatı koruma alanlarının kapladığı alan büyüklüğü ise 6680,41 ha'dır. Alanların kaynak değeri ise çeşitli kuş türlerinin varlığı şeklindedir.

Sulak alanlar, yeryüzünün en önemli ekosistemlerinden biridir. Başta göç eden kuşlar olmak üzere, bazı memeli türler, sürüngenler, karada ve suda yaşayan bazı hayvanlar yaban hayatı için önemli bir habitat oluşturur. Bu alanlar atmosferdeki oksijenin üretildiği en önemli alanlardır. Sulak alanlar balık üretimi, tarımsal alanların su temini, içilecek su kaynağı, taşkınların kontrol edilmesi, yeraltı su seviyesinin beslenmesi açısından önemli işlevlere sahiptir (Arı, 2006). Sulak alanlar ekolojik işlevlerinin yanında ekonomik değeri de göz önünde bulundurularak koruma kullanma dengesinin belirlenmesi ve sürdürülebilirliğinin sağlanması ve yönetilmesi gereken varlıklarımızdır ve dünyadaki su varlığının %2,5'lik kısmını oluşturan tatlı su kaynakları olan alanlar yalnızca su temini değil aynı zamanda sağladığı ekonomik faaliyetlerle de yaşamsal öneme sahip doğal kaynaklarımızdır (WWF, 2004). Ülkemizde sulak alanlar; Ramsar Alanı, Ulusal Öneme Haiz Sulak Alan ve Mahalli Öneme Haiz Sulak Alan olarak ayrılmıştır (DKMP, 2022). Ramsar alanı, Ramsar Sözleşmesi'nin 2. maddesine göre ilan edilerek Ramsar listesine dahil edilen sulak alanlardır (DKMP, 2022). Ramsar Sözleşmesi 1971 yılında imzalanmış olup, sözleşme uluslararası öneme sahip olan sulak alanların korunmasını amaçlamaktadır (Erdoğan, 2008). Ulusal öneme haiz sulak alanlar, alandaki fauna ve floranın özellikleri ile ekolojik ve genetik çeşitliliğini sürdürebildiği, özel bir değere sahip olan alanlardır. Mahalli öneme haiz sulak alanlar, genel müdürlükçe onaylanan ulusal ya da ramsar sınıfına girmeyen alanlardır (DKMP, 2022). Ülkemizde 14 adet ramsar alanı, 59 adet ulusal öneme haiz sulak alan ve

22 adet mahalli öneme haiz sulak alan bulunmaktadır (DKMP, 2022). İç Anadolu Bölgesi Sulak Alanları ise Çizelge 5'te gösterilmiştir.

Çizelge 5. İç Anadolu Bölgesi Sulak Alanları (DKMP, 2022)

İl	Alan Adı	İlan Tarihi	Alanı (ha)	Kaynak Değeri	Statü
Ankara	Tol Gölü	2017	1 414	-	Ulusal Öneme Haiz Alan
Çankırı	Bakkal Gölü	23.02.2016	25	-	Mahalli Öneme Haiz Alan
Eskişehir	Balıkdamı Gölü	2019	14 147	-	Ulusal Öneme Haiz Alan
Kayseri	Sultansazlığı	28.05.1994	17 200	Tehlike altında bulunan Dikkuyruk Ördek gibi birçok kuş türlerinin uğrak yeridir. Aynı zamanda her yıl yaklaşık olarak 20000 civarı su kuşu belirli mevsimde bulunmaktadır.	Ramsar Alanı
	Hürmetçi Sazlığı	2015	15 713	-	Ulusal Öneme Haiz Alan
	Tuzla Palas Gölü	2019	17 320	-	Ulusal Öneme Haiz Alan
Kırşehir	Seyfe Gölü	28.05.1994	10 700	Nesli tehlikede olan bazı su kuşu türlerinin üreme ve göç bölgesidir.	Ramsar Alanı
Konya	Samsam Gölü	23.02.2016	931	-	Mahalli Öneme Haiz Alan
	Meke Maarı	9.02.2005	202	Mikroklimatik özelliği ve jeolojik oluşumuyla alan önemli konumdadır. Alanda ayrıca toy kuşu da görülmektedir.	Ramsar Alanı
	Kozanlı Gökgöl	2020	5 723	-	Ulusal Öneme Haiz Alan

	Dipsiz Göl	6.12.2021	17	-	Mahalli Öneme Haiz Alan
	Kızören Obruğu	9.02.2005	127	Alanın karstik yapısından dolayı ve jeolojik oluşum sebebiyle önemli bir alandır.	Ramsar Alanı
Sivas	Tödürge Gölü	2016	4 340	-	Ulusal Öneme Haiz Alan
	Ulaş Gölü	2016	7 994	-	Ulusal Öneme Haiz Alan
	Kaz Gölü	19.11.2019	315	-	Mahalli Öneme Haiz Alan

Çizelge 5 incelendiğinde, İç Anadolu Bölgesi'nde bulunan Kayseri (1 adet), Kırşehir (1 adet) ve Konya (2 adet) illerinde ramsar alan bulunmaktadır. 28.05.1994 tarihinde Kayseri ilinde bulunan Sultansazlığı ve Kırşehir ilinde bulunan Seyfe Gölü ilan edilen ilk ramsar alanlarıdır ve alan büyüklükleri ise 17 200 ha ve 10 700 ha'dır. Sultansazlığı alanının kaynak değerleri; tehlike altında bulunan Dikkuyruk Ördek ile beraber hassas türler arasında bulunan Sibirya Kazı, Pasbaş patka, Şah Kartal, Büyük Orman Kartalı, Küçük Kerkenez, Bıldırcın kılavuzu ve toy gibi kuş türlerine ev sahipliği yapmaktadır. Flamingo, kaşıkçı, leylek gibi türler için göç zamanı önemli bir uğrak yeridir. Seyfe Gölü alanının kaynak değerleri ise nesli tehlike altında olan kuş türlerine ev sahipliği yapması olup önemli su kuşu türlerinin üreme ve göç bölgesidir. Alanda görülen en önemli kuş türleri Flamingo, Toy, Turna ve Angıttır. Yine Ankara (1 adet), Eskişehir (1 adet), Kayseri (2 adet), Konya (1 adet) ve Sivas (2 adet) illerinde ulusal öneme haiz sulak alan bulunmaktadır. 2015 yılında Kayseri ilinde bulunan Hürmetçi Sazlığı bölgede ilan edilen ilk ulusal öneme haiz sulak alandır ve alan büyüklüğü ise 15 713 ha'dır. Bölgede Çankırı (1 adet), Konya (2 adet) ve Sivas (1 adet) illerinde mahalli öneme haiz sulak alan bulunmaktadır. 23.02.2016 tarihinde Çankırı ilinde bulunan Bakkal Gölü ve Konya İlinde bulunan Samsam Gölü bölgede ilan edilen ilk mahalli öneme haiz sulak alanlardır ve alan büyüklükleri 25 ha ve 931 ha'dır. iç Anadolu Bölgesi'nde bulunan sulak alanların toplam büyüklüğü ise 80 582 ha'dır.

Yaban hayatı geliştirme sahaları, 4915 sayılı Kara Avcılığı Kanunu'nun 2. Maddesine göre, 'av ve yaban hayvanlarının ve yaban hayatının korunduğu, geliştirildiği, av hayvanlarının yerleştirildiği, yaşama ortamını iyileştirici

tedbirlerin alındığı ve gerektiğinde özel avlanma plânı çerçevesinde avlanmanın yapılabildiği sahaları ifade eder' şeklinde belirtilmektedir (KAK, 2022). Yaban hayvanlar, bulundukları sahalarda ekosistemin temel ve önemli öğesi olarak kabul edilmektedir ve özellikle insan etkisiyle ortaya çıkan tehlikelere ve tehditlere karşı en hassas gruplardan birini oluşturmaktadır (Morrison vd., 2007). Bu alanlar, nesli tehlikede olan ya da sayıları azalmakta olan av ve yaban hayvanlarını kendi doğal ortamlarında gerekli bakım tedbirleri alarak korumak, üremelerini ve normal yoğunluğa ulaşmalarını sağlamak amacıyla ayrılan sahalardır (Tarhan, 1987). Yaban hayatı sahaları da ormanlar gibi ülkemizin önemli biyolojik üretim alanları olup, av hayvanları, su kuşları ve balık türleri başta olmak üzere, çeşitli bitki ve hayvan türüne ev sahipliği yapmaktadır. Bu sahaların rekreasyon, biyoçeşitliliğin korunması, av üretimi, otlatma, balıkçılık gibi faaliyet potansiyelleri vardır (Anon, 2005). Ülkemizde 85 adet yaban hayatı geliştirme sahası bulunmaktadır (DKMP, 2022). İç Anadolu Bölgesi'nde bulunan yaban hayatı geliştirme sahaları ise Çizelge 6'da gösterilmiştir.

Çizelge 6. İç Anadolu Bölgesi Yaban Hayatı Geliştirme Sahaları (DKMP, 2022)

İl	Alan Adı	İlan Tarihi	Alanı (ha)	Hedef Türler
Ankara	Ankara Beypazarı Kapaklı	16.10.2005	9 471	Geyik
	Ankara Nallıhan Davutoğlan	16.10.2005	451	Su Kuşları
	Ankara Nallıhan Emremsultan	16.10.2005	14 784	Yaban Koyunu
	Ankara Nallıhan Saçak	16.10.2005	5 268	Geyik
	Kara Akbaba	27.02.2014	1 469	Kara Akbaba
Eskişehir	Eskişehir Mihalıççık Çatacık	16.10.2005	26 654	Geyik
	Eskişehir Sivrihisar Balıkdamı	16.10.2005	1 369	Su Kuşları
Kayseri	Kayseri Yahyalı Aladağlar	16.10.2005	7 302	Yaban Keçisi
Konya	Konya Bozdağ	16.10.2005	59 297	Yaban Koyunu
Niğde	Niğde Çamardı Demirkazık	16.10.2005	18 674	Yaban Keçisi

Çizelge 6 incelendiğinde, İç Anadolu Bölgesi'nde bulunan Ankara (5 adet), Eskişehir (2 adet), Kayseri (1 adet), Konya (1 adet) ve Niğde (1 adet) illerinde yaban hayatı geliştirme sahaları bulunmaktadır. 16.10.2005 tarihinde Ankara ilinde bulunan Ankara Beypazarı Kapaklı YHGS, Ankata Nallıhan Davutoğlan YHGS, Ankara Nallıhan Emremsultan YHGS, Eskişehir ilinde bulunan Eskişehir Mihalıççık Çatacık YHGS, Eskişehir Sivrihisar Balıkdamı YHGS, Kayseri ilinde bulunan Kayseri Yahyalı Aladağlar YHGS, Konya ilinde bulunan Konya Bozdağ

YHGS ve Niğde İlinde bulunan Niğde Çamardı Demirkazık YHGS ilk ilan edilen yaban hayatı geliştirme sahalarıdır ve alan büyüklükleri toplamı 143 270 ha'dır. Bu sahaların kaynak değerleri ise geyik, su kuşları, yaban koyunu, kara akbaba, yaban keçisi şeklindedir.

Korunan Alanların Sürdürülebilirliği

Uluslararası sivil girişimlerle, doğal ve kültürel mirasların korunması konusu başlamış ve ulusal ölçekte de çeşitli kamu kuruluşları ve özel yapılanmalarla birlikte ulusal koruma hareketliliğini tetiklemiştir. Bununla birlikte yeryüzünde korunan alanlar ağını oluşturan bir irade ortaya çıkmıştır. Yapılanmalarla birlikte insanlarda, doğanın korunması ve bozulmaların önlenmesi bilinci oluşmuş ve gelecek nesillere aktarılmasına yönelik algılar başlamıştır (Yeşil, 2016). Dünya üzerinde koruma bilincinin yayılmasıyla birlikte gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde kendi sınırları içerisinde bulunan hayvan ve bitki topluluğunu belirli kriterlerle korunan alan başlığı altında koruma altına almışlardır. Bu sayede hem insan yaşamı hem de doğanın sürdürülebilirliği sağlanabilecektir (Seyhan ve Demirel, 2021).

Ülkemiz sahip olduğu değerleri korumak için 1930'lu yıllardan günümüze kadar birçok çalışma yürütmüş, çeşitli uluslararası sözleşmelere imza atmış, yasalar çıkartarak yasalara uygun planlar hazırlamıştır (Keskin ve Saraç, 2008). Bu alanlar için hazırlanan yönetim planlarının uygulanabilir, modern, etkili, geniş katılımlı ve bütüncül olmasıyla birlikte ancak sürdürebilirliği sağlanabilir. (EUROSITE, 2004). Koruma amacını gerçekleştirmek üzere hazırlanan yönetim planları, öncelikle yöre ile ilgili doğa ve sosyoekonomi veri tabanına dayandırılmalıdır. Bu veriler düzenli bir şekilde alanda yaygın olarak izlenmeli ve güncel değişimlere göre de önlemler alınıp karar verilmelidir (Gül ve Akten, 2005). Yönetim planları dinamik bir süreçtir ve plan hazırlanma aşamasından sonra uygulama yapılarak etkiler gözlenmelidir. Gerekli görüldüğü takdirde değişiklikler yapılarak plan geliştirilmeye devam edilir (Thomas ve Middleton, 2003).

Ülkemizin sahip olduğu güzellikler, zengin flora ve faunasının varlığıyla birlikte geçmişten günümüze de farklı birçok medeniyete de ev sahipliği yapmıştır. Bu nedenlerle ülkemiz sayısız kültürel miras barındırmaktadır. Bu alanların etkin bir şekilde korunması, yönetilmesi ve gelecek nesillere aktarılması son derece önemlidir (Erkan vd., 2011).

Tartışma ve Sonuç

Kent yaşamının stresli ortamı günden güne artmaktadır. Aşırı nüfus yoğunluğu, fosil yakıt kullanımının artması bununla birlikte hava, toprak su

kirlenmesinin çoğalması ve çevresel bozulmalar nedeniyle günlük yaşam tedirgin geçmektedir. İnsanlar yoğun ve güç yaşam koşullarından kurtulup rahatlamak, eğlenmek ve dinlenmek için doğayla iç içe olma istekleri artmaktadır. Bu istekleri doğrultusunda da korunan alanlara ihtiyaç artmaktadır (Kocaeski vd., 2012). Ülkemizin üç kıtanın kesişim noktasında yer almasıyla birlikte sahip olduğu kültürel, doğal ve tarihsel varlıklar açısından önemli coğrafyalardan biri olmuştur (Gürpınar, 2001). Bu bağlamda ülkemizde miras olarak kabul edilen çok sayıda korunan alanlarımız bulunmaktadır ve bu alanlar bizim en güzel göstergelerimizdir (Yener, 2021).

Korunan alanlara baktığımızda, Türkiye'de ilan edilen 48 adet milli parkın 8 adedi, 262 adet tabiat parkının 33 adedi, 113 adet tabiat anıtının 22 adedi, 31 adet tabiatı koruma alanının 2 adedi, 95 adet sulak alanın 15 adedi ve 85 adet yaban hayatı geliştirme sahasının 10 adedi İç Anadolu Bölgesi'nde bulunmaktadır. Fakat İç Anadolu Bölgesi illeri olan Aksaray ve Nevşehir illerinde ise korunan alan statüsüyle korunan bir alan bulunmamaktadır (DKMP, 2022). Bu bağlamda bölgenin Türkiye'deki diğer bölgeler gibi korunan alan açısından zengin olduğu söylenebilir.

Korunan alanlar ekosistemin devamlılığı için birçok görev üstlenmektedir. Bu alanlar bütün ülkelerde geçerli olan evrensel bir doğa koruma yaklaşımıdır. Doğayla birlikte doğal çeşitliliğinde korunmasını sağlayan planlamalar insan geleceğini de güvence altına almaktadır. Korunan alanlar hem çeşitliliğin korunmasında etkili bir araç olmakta hem de sosyo-ekonomik ve kültürel anlamda da faydalar sağlamaktadır (Walpole vd., 2001; WWF-TÜRKİYE, 2021). Kentin sahip olduğu potansiyelin verimli ve ekonomik bir gelişme modeli olarak kullanılmasında, doğal ve kültürel mirasın korunarak yönetilmesi önemlidir (Atalan ve Süyük Makaklı, 2016).

Açıklama

Yazar Öğr. Gör. Ayşe Esra HAKVERDİ, Sürdürülebilir Ormancılık tematik alanında YÖK 100/2000 Doktora öğrencisidir.

Kaynaklar

1. Akten, S., Gül, A. (2014). Korunan Doğal Alanlarda Ziyaretçilerin Olası Etki Düzeyleri Önlem ve Standartların Belirlenmesi (Gölcük Tabiat Parkı Örneği). Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 15, 130-139.
2. Akyol, A., Akbulut, E. (2017). Korunan alanların planlanması ve etkin yönetiminde ziyaretçi özellikleri ve algılarının önemi: Kurşunlu Şelalesi Tabiat Parkı örneği. Türkiye Ormancılık Dergisi, 18(3), 197-206.
3. Akyol, A., Türkoğlu, T., Bekiroğlu, S., Tolunay, A. (2018). Resident perceptions of livelihood impacts arising from the Kızıldağ National Park, Turkey. Environ. Dev. Sustain., 20(3): 1037- 1052.
4. Albayrak, F.F. (2010). Korunan Alanların Ekoturizm Gelişimine Etkileri: CamilivBiyosfer Rezerv Örneği, BasılmamıĢ Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Artvin.
5. Alkan, H. (2009). Negative impacts of rural settlements on natural resources in the protected areas: An example from Kovada Lake National Park. J. Environ. Biol., 30(3): 363-372.
6. Alkan, H., Korkmaz, M. (2009). Korunan alanların yönetiminde yaşanan sosyo-ekonomik odaklı sorunlara ilişkin bir değerlendirme. II. Ormancılıkta SosyoEkonomik Sorunlar Kongresi, 19-21 Şubat 2009, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, s.13-22
7. Alkan, H., Korkmaz, M., Tolunay, A. (2009). Assessment of primary factors causing positive or negative local perceptions on protected areas. Journal of Environmental Engineering and Landscape Management, 17(1): 20-27.
8. Anon. (2005). Çevre Orman Bakanlığı, 1.Çevre Orman Şurası Kitabı, Şura Kararları 1.Çevre ve Ormancılık Şurası Çalışma Belgesi, 99-103, 7.Bölüm Doğa Koruma, 1. Çevre ve Ormancılık Şurası , 22-24 Mart 2005, Antalya.
9. Arı, Y. (2006). Ramsar sözleşmesi'nin doğa koruma yaklaşımına eleştirel bir bakış.
10. Arnberger, A., Eder, R., Allex, B., Sterl, P., Burns, R.C. (2012). Relationships between national-park affinity and attitudes towards protected area management of visitors to the Gesaeuse National Park, Austria. Forest Policy and Economics. 19, 48– 55.
11. Atalan, Ö., Süyük Makaklı, E. (2016). Cittaslow Hareketi ve Tarihsel Kentler, The Journal of Academic Social Science Studies, 1(42), 547-558.
12. Atalay, İ., Mortan, K. (2011). Resimli ve Haritalı Türkiye Bölgesi Coğrafyası, İnkılap Yayınları, İstanbul, 1-632.

13. Deniz, İ. (2012). "Odun Dışı Orman Ürünleri Ders Notları", Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Trabzon.
14. DKMP. (2022). Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü. https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP, Erişim Tarihi: 28.09.2022.
15. Erdoğan, S. (2008). Çevrenin Siyasallaştırılması ve Ramsar Sözleşmesi Örneği. Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sosyal Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara.
16. Erkan, H., Seylam, S.G., Yaşayan, A. (2011). Arazi Yönetimi Kavramı ve Türkiye Gereksinimi. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 18-22 Nisan 2011, Ankara.
17. EUROSITE. (2004). Eurosite Management Planning Toolkit-Complementary Guidance, A handbook for practitioners, Management Planning For Protected Areas, pp.35. eurosite.org.
18. Geray, U., Akesen, A. (2001). Av ve Yaban Hayatı Kaynaklarının Sürdürülebilir Yönetimi. Sürdürülebilir Avcılık İçin Temel Eğitim Kitabı, T.C. Orman Bakanlığı, Milli Parklar ve Av-Yaban Hayatı Genel Müdürlüğü, Eğitim Yayınları-1, ISBN: 975-8273-32-9, ISSN: 975-8273-32-9, Sayfa: 75-152, Başak Matbaacılık, Ankara.
19. Gül, A., Akten, M. (2005). Korunan Doğal Alanlarda Rekreasyonel Taşıma Kapasitesi ve Kavramsal Yaklaşımlar. Korunan Doğal Alanlar Sempozyumu 8- 10 Eylül, Isparta. 485-494
20. Gül, A. (2005). Korunan Doğal Alanların Planlama Sorunları ve Ekolojik Yönetim Planı Önerisi. Çevre ve Orman Bakanlığı 1. Çevre ve Ormancılık Şurası, Cilt 4, 1421-1429.
21. Gülez, S. (2003). Katılımcı Yaklaşımla Milli Park Planlarının Hazırlanması. II. Ulusal Ormancılık Kongresi, 19-20 Mart 2003, Ankara. Türkiye Ormancılar Derneği, sf. 448-456.
22. Gürpınar, E. (2001). Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Üzerine, İstanbul Üniversitesi. Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi, No:23-24.
23. Hernes, M.I., Metzger, M.J. (2017). Understanding local community's values, worldviews and perceptions in the Galloway and Southern Ayrshire Biosphere Reserve, Scotland. Journal of Environmental Management, 186: 12-23.
24. İlter, E., Ok, K. (2012). Ormancılık ve Orman Endüstrisinde Pazarlama İlkeleri ve Yönetimi (Genişletilmiş ve Geliştirilmiş 3. Baskı). HTC Matbaacılık, ISBN 978-975-96967-5-7, 423 s., Ankara

25. KAK. (2022). Kara Avcılığı Kanunu. https://www.lexpera.com.tr/mevzuat/kanunlar/kara-avciligi-kanunu-4915, Erişim Tarihi: 04.10.2022.
26. Keskin, A.T., Saraç, B. (2008). Doğa Koruma ve Planlama. Uluslararası Ekolojik ve Teknolojik Kentler Konferansı'nın Ardından.
27. Kırsal Çevre (2019). İç Anadolu'nun Kalıntı Ormanları. Kırsal Çevre ve Ormancılık Sorunları Araştırma Derneği, ISBN: 978-9944-0142-7-4, Arkadaş Basım Sanayi Ltd. Şti., Ankara.
28. Kocaeski, S., Sevil, T., Şimşek, K.Y., Katırcı, H., Çelik, O., Çeliksoy, M.A. (2012). Boş Zaman ve Rekreasyon, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları.
29. Kuvan, Y. (1991). Avrupa topluluğu tarafından yapılan korunan alan sınıflandırması ve ülkemizdeki korunan alanların bir değerlendirilmesi. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, 41(3-4), 121-128.
30. Kuvan, Y. (2005). Korunan Alan Yönetiminde Etkinliğin Önemi ve Değerlendirilmesi. Korunan Doğal Alanlar Sempozyumu 8- 10 Eylül Isparta, s:81-89.
31. Manning, R., Anderson, L.E. (2012). Managing Outdoor Recreation: Case Studies in the National Parks. Cambridge 2012.
32. Morrison, J.C., Sechrest, W., Dinerstein, E., Wilcove, D.S., Lamoreux J.F. (2007). Persistence of large mammal faunas as indicators of global human impacts. Journal of Mammalogy 88(6),1363–1380.
33. Moseley, J., Miller, K., Thelen, K. (1976). National Parks Planning. Division Publications, Roma.
34. MPK. (2022). Milli Parklar Kanunu. https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.2873.pdf, Erişim Tarihi: 02.10.2022.
35. MPY. (2022). Milli Parklar Yönetmeliği, 2022. https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=5413&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5, Erişim Tarihi: 03.10.2022.
36. Noughton-Treves, L., Holand, M., Brondon, K. (2005). The role of protected areas in conserving biodiversity and sustaining local livelihoods. Annual Review of Environment and Resources, 30: 219-252
37. Seyhan, S., Demirel, Ö. (2021). Almanya ve İngiltere Örneklerinde Korunan Alan Politikaları ve Planlaması ile Orman Rekreasyon Alanlarının Yasal Statüleri ve Mevzuatları. GSI Journals Serie A: Advancements in Tourism Recreation and Sports Sciences, 4(1), 82-98.

38. Şahbaz, R.P., Altınay, M. (2015). Türkiye'deki Millî Parkların rekreasyon faaliyetleri açısından değerlendirilmesi. Journal of Tourism and Gastronomy Studies, 3(3), 125-135.
39. Tarhan, M.S. (1987). Av Hayvanlarının Korunması, Üretimi ve Avcılığın Düzenlenmesi Çalışmaları. "Türkiye ve Balkan Ülkelerinde Yaban Hayatı" Uluslararası Sempozyumu (16-20 Eylül 1987), Sayfa: 105-130, İstanbul.
40. Thomas, L., Middleton, J. (2003). Guidelines for Management Planning of Protected Areas. Best Practice Protected Area Guidelines Series No. 10, IUCN Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 79 p.
41. Turan, Y. (2017). İç Anadolu Bölgesi Steninae (coleoptera, Staphylinidae) Altfamilyası Üzerinde Sistematik Çalışmalar.
42. Türker, M.F., Öztürk, A., Tiryaki, E. (2002). Ülkemiz Ormancılık Sektöründe Odun Dışı Orman Ürünleri Kapsamında Değerlendirilen Odun Dışı Bitkisel Ürünlerin İşletmeciliği. II. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Cilt No.1, 270- 279.
43. Walpole, M.J., Goodwin, H.J., Ward, K.G.R. (2001). Pricing Policy for Tourism inProtected Areas: Lessons from Komodo National Park, Indonesia. *Conservation Biology* 15(1): 218-227
44. WWF. (2004). Living Waters – The Economic Values of the World's Wetlands, Gland.
45. WWF – TÜRKİYE. (2021), "Sürdürülebilir Bir Türkiye İçin Korunan Alanlar Hedef: 2030'a Kadar %30", WWF–Türkiye Kurumsal Raporu, WWF-Türkiye Yayını, İstanbul, https://wwftr.awsassets.panda.org/downloads/korunanalanlar_korumazsakkaybederiz__rapor__web.pdf, Erişim Tarihi: 16.10.2022.
46. Yener, Ş.D. (2021). Türkiye'deki tabiat parklarının rekreasyonel açıdan analizi. Eurasian Journal of Forest Science, 9(3), 122-133.
47. Yenilmez Arpa, N. (2011). "Türkiye'de Korunan Alanların Belirlenmesi, Planlanması ve Yönetimi Sürecinde Katılımcılığın Değerlendirilmesi: Sultan Sazlığı Milli Parkı", Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
48. Yeşil, M. (2016). Doğa koruma yaklaşımlarındaki değişimlerin dünyada ve Türkiye'deki tarihsel süreci. Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 4/10, 867-876.
49. Yılmaz, Ş. (2007). Rekreasyon Faaliyetlerinin Yönetim ve Organizasyonu "Antalya Bölgesindeki Beş Yıldızlı Otel İşletmelerine Yönelik Bir Uygulama, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Antalya.

50. Yücel, M., Babuş, D. (2005). Doğa Koruma'nın Tarihçesi ve Türkiye'deki Gelişmeler. Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Doa Dergisi (Journal Of Doa), 11: 151 – 175. Antalya.

SU ÜRÜNLERİ
İŞLEME TEKNOLOJİSİNDE NANOEMÜLSİYONLAR

Dr. Öğr. Üyesi Bengünur ÇORAPCI

Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, ORCID:0000-0002-1005-5406

GİRİŞ

Boyutsal olarak 'nanometre' düzeylerinde çalışan, uygulanan veya işleyen yeni teknolojiler toplu olarak 'Nanoteknoloji' olarak ifade edilebilmektedir (Baykara, 2016). Nanoteknolojinin gıda alanında uygulamaları dört ana başlık altında değerlendirilebilir. Bunlar; gıda işleme ve fonksiyonel ürünlerin geliştirilmesi, biyoaktif maddelerin ve nutrasötiklerin taşınması ve kontrollü salınımı; patojenlerin tespiti ve gıda güvenliğinin artırılması, ürün kalitesi ve raf ömrünü olumlu yönde etkileyecek paketleme sistemlerinin geliştirilmesi konularıdır (Tarhan ve ark., 2010). Nanoteknoloji, nanometre ölçeğindeki materyal, sistem ve cihazların geliştirilmesi ile ilgilenen bilim ve teknoloji alanıdır. Nanoteknoloji tıp, tekstil kozmetik, elektronik, ilaç, ziraat ve gıda sanayi gibi birçok sektörlerde uygulama alanı bulmuştur. Son yıllarda gıda nanoteknolojisi alanındaki gelişmeler, yenilikçi ve daha sağlıklı gıdaların geliştirilmesine olanaklar sağlamaktadır. Gıda nanoteknolojisi, gıda endüstrisi sektöründe özellikle gıda işleme, muhafaza, ambalajlama, nano katkı maddeleri ve nanosensörlerinin geliştirilmesi gibi birçok alanda araştırma alanlarını kapsamaktadır (Saka ve Terzi Gülel, 2015).

Nanoteknoloji içerisinde nanoemülsiyonlar, birbiri içerisinde çözünmeyen en az iki sıvının, birbirleri içerisinde damlacıklar halinde dağıldığı şeffaf veya yarı saydam görünen heterojen emülsiyonlardır. Bir sıvı (dağılan faz) diğer sıvı (dağınılan faz) içinde dağılmış durumdadır. Nanoemülsiyonların iç faz damlacık boyutları 20 ila 600 nm arasında bir dağılım göstermektedir (Tadros ve ark., 2004; Fernandez ve ark., 2004; Jia ve ark., 2005; Durmuş, 2016). Bununla beraber bir başka kaynakta, su içinde yağ nanoemülsiyonları sulu bir çözelti içinde dağılmış çapı 10 ile 100 nm arasında olan lipid nanodamlacıkları olarak tanımlanmıştır. Damlacık boyutu, bir emülsiyonun fiziksel özelliklerini karakterize etmek için en önemli parametrelerden biridir. Damlacık boyutu küçüldüğünde emülsiyonun viskozitesinin arttığı ve daha kararlı ve daha hafif hale geldiği bildirilmiştir (McClements, 2011).

Nanoemülsiyonlar su/yağ ve yağ/su tiplerinde olabilir. Nanoemülsiyonun hazırlanması için en az üç bileşene; yağ fazına, su fazına ve surfaktana gereksinim olmakla birlikte mekanik aletlerin kullanımı da gerekmektedir (Solans, 2005; Durmuş, 2016). Nanoemülsiyonlar normal emülsiyonlara göre daha yüksek stabiliteye ve yükleme imkanına sahiptir. Ayrıca sindirim sisteminde aktif materyalin emilimini artırması nedeniyle çekirdek materyallerin biyoyarayışlılığını artırmaktadır (Tontul, 2020).

Nanoemülsiyon üretimi ile ilgili olarak çeşitli yüksek ve düşük enerjili yöntemler vardır. Düşük enerjili yöntemler kendiliğinden oluşan emülsifikasyonu, faz sıcaklık inversiyonunu, faz inversiyon bileşimini,

emülsiyon evirtim (inversiyon) noktası metotlarını içerir. Yüksek enerjili yöntemler ise yüksek basınçlı homojenizatörler, mikro-akışkanlaştırıcılar ve ultrasonik cihazları oluşturur (McClements, 2011).

Su ürünlerinin oldukça besleyici gıda maddelerinden biri olduğu bilinmektedir. Su ürünleri tüketimi ve insan sağlığına faydaları ile olan ilişki fizyolojik fonksiyonlar ve çeşitli vücut organları için önemli sayılmaktadır. Su ürünleri diğer protein kaynaklarıyla, yağsız proteinlerin ideal formuyla kombine edilmiş üstün nitelikli makronutrientler ile sağlıklı Omega-3 uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitleri ve çok çeşitli yüksek oranda biyolojik olarak kullanılabilir mikronutrientler sunduğu için daha iyi olarak kıyaslanır (McManus ve Newton, 2011). Bununla beraber, çoklu doymamış yağ asidi içeriğinin yüksek olması nedeniyle balık eti bozulmaya neden olan oksidatif acılaşmaya son derece yatkındır. Çoklu doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu ısı, ışık ve enzimler tarafından katalize edilerek peroksitler, aldehitler, ketonlar ve serbest radikallerin oluşumuna neden olur. Kalite söz konusu olduğunda balığın protein içeriği de önemlidir. Balık eti aynı zamanda zengin bir mineral kaynağıdır ve en çok bulunan mikro elementler çinko (Zn), demir (Fe) ve bakır (Cu)'dır. Balıklarda bozulma lipidlerin oksidasyonu, balık kas enzimlerinin aktiviteleri ve mikroorganizmaların metabolik aktiviteleri gibi biyolojik reaksiyonların meydana getirdiği değişikliklerden kaynaklanmaktadır. İlk tazelik kaybından genellikle kimyasal ve enzimatik reaksiyonlar sorumlu iken, bozulmadan mikrobiyal aktivite sorumludur ve böylece ürünün raf ömrü tespit edilir (Arashisar ve ark. 2004; Hala ve ark. 2019).

Bu bölümde sağlıklı ve besleyici özelliklere sahip olmasının yanında içerdiği besin bileşenlerinden ötürü bir o kadar da kolay bozulabilen su ürünlerinin, duyusal, kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesine ve raf ömrünün uzatılmasına katkı sağladığı bilinen ve son yıllarda üzerine çok sayıda araştırma yapılan nanoemülsiyonlar konusu ile ilgili çeşitli araştırmalar derlenmiştir.

Su Ürünlerinde Nanoemülsiyon Uygulamaları

Son yıllarda nanoemülsiyonların çeşitli su ürünleri üzerine farklı yöntemler kullanılarak direkt olarak uygulandığı çalışmalar ile sıklıkla karşılaşılmaktadır. Gıda ürünlerinin duyusal özellikleri üzerine esansiyel yağların etkisini minimize etmek için nanoemülsiyonlar kullanılmaktadır. Böylece balık filetolarını da içeren çeşitli gıda ürünlerinde nanoemülsiyonlar, makroemülsiyonlar ve esansiyel yağlarla kıyaslandığında ürünün duyusal özellikleri ile daha uyumlu doğal bir koruyucu olarak direkt olarak uygulanabilmektedir (Hassaun ve Çoban, 2017; Özoğul ve ar. 2017; Chuesiang ve ark. 2020). Tablo 1'de çeşitli su ürünleri üzerine farklı içerikler kullanılarak yapılan nanoemülsiyon konulu araştırmalar verilmiştir.

Tablo 1. Su ürünlerinde bazı nanoemülsiyon uygulamaları

Materyal	**Nanoemülsiyon içeriği**	**Nanoemülsiyon metodu**	**Araştırma konusu**	**Kaynak**
Silvery pomfret	Kitosan ve turunçgil	Wu ve ark. (2016)	Duyusal Kimyasal Mikrobiyolojik	Wu ve ark. (2016)
Levrek *(Dicentrarchus labrax)*	Ayçiçek, kanola mısır, zeytin, soya, fındık yağı	Hamouda ve ark. (1999)	Duyusal Kimyasal Mikrobiyolojik	Özoğul ve ark. (2016)
Mersin balığı (*Huso huso)*	Hünnap sakızı ve ısırgan yağı	Gharibzahedi ve ark. (2013)	Duyusal Fiziksel Kimyasal Mikrobiyolojik	Gharibzahedi ve Mohammadnabi (2017)
Alabalık *(Oncorhynchus mykiss)*	Biberiye, defne, kekik, adaçayı	Joe ve ark. (2012)	Duyusal Kimyasal Mikrobiyolojik	Özoğul ve ark. (2017)
Çiftlik Çipura (*Sparus aurata*) ve levrek (*Dicentrarchus labrax)*	Ayçiçek yağı	Hamouda ve ark. (1999)	Duyusal Kimyasal Mikrobiyoloji	Yazgan ve ark. (2017)
Alabalık *(Oncorhynchus mykiss)*	*Zataria multiflora* Boiss ve Ayçiçek yağı	Shadman ve ark. (2017)	Fizikokimyasal Duyusal	Shadman ve ark. (2017)
Levrek (*Dicentrarchus labrax*)	Fındık, mısır, kanola, soya, zeytin, ayçiçek yağı	Hamouda ve ark. (1999)	Duyusal Kimyasal Mikrobiyolojik	Durmuş ve ark. (2019)
Nil tilapyası (*Orechromis niloticus)*	Yeşilçay ve biberiye	Forgiarini ve ark. (2001)	Duyusal Kimyasal Mikrobiyolojik	Hala ve ark. (2019)
Berlam *(Merluccius hubbsi)* burger	Keklik otu (mercanköşk)	Asensio ve ark. (2019)	Yağ asitleri TVB-N Mikrobiyolojik	Asensio ve ark. (2019)
Karides	Eugenol+*Aloe vera*	Sharifimehr ve ark. (2019)	Fizikokimyasal	Sharifimehr ve ark. (2019)
Asya levreği *(Lates calcarifer)*	Tarçın yağı	Chuesiang ve ark. (2018)	Mikrobiyoloji Kimyasal Fiziksel	Chuesiang ve ark. (2020)
Alabalık *(Oncorhynchus mykiss)*	Zerdeçal ve biberiye yağı	Meral ve ark. (2019)	Mikrobiyoloji Antibakteriyel aktivite	Ceylan ve ark. (2020a)

Uskumru *(Scomber scombrus)*	Buğday özü yağı	Ceylan ve ark. (2020b)	Kimyasal Duyusal	Ceylan ve ark. (2020b)
Alabalık *(Oncorhynchus mykiss)*	Turunçgil (Portakal, mandalina, greyfurt, limon) yağları	Joe ve ark. (2012)	Duyusal Kimyasal Mikrobiyolojik	Durmuş (2020)
Alabalık *(Oncorhynchus mykiss)*	Zeytinyağı	Joe ve ark. (2012)	Yağ asitleri değişimleri	Durmuş ve ark. (2020a)
Alabalık *(Oncorhynchus mykiss)*	Zeytinyağı	Joe ve ark. (2012)	Duyusal Kimyasal Mikrobiyoloji	Durmuş ve ark. (2020b)
Alabalık *(Oncorhynchus mykiss)*	Turunçgil (Portakal, mandalina, greyfurt, limon) yağları	Joe ve ark. (2012)	Biyojenik aminler	Köşker, A.R (2020)
Alabalık *(Oncorhynchus mykiss)*	Turunçgil (Portakal, mandalina, greyfurt, limon) yağları	Joe ve ark. (2012)	Yağ asidi profili	Uçar (2020)
Sardalya surimi jeli	Saf hindistan cevizi yağı (ß-glukan)	Gani ve Benjakul (2019)	Kimyasal Fiziksel Mikrobiyolojik	Gani ve Benjakul (2020)
Alabalık *(Oncorhynchus mykiss)*	Alginat ve *Zataria multiflora* Boiss	Salvia-Trujillo ve ark. (2013)	Mikrobiyolojik	Khanzadi ve ark. (2020)
Asya levreği (*Lates calcarifer)*	Tarçın yağı	Chuesiang ve ark. (2018)	Antimikrobiyal aktivite	Chuesiang ve ark. (2021)
Karides (*Litopenaeus vannamei)*	Karboksimetil selüloz ve karanfil yağı	Hamouda ve ark. (1999); Joe ve ark. (2012)	Duyusal Kimyasal Fiziksel Mikrobiyolojik	Rezaei ve ark. (2021)
Kılkuyruk (*Trichiurus haumela)*	Eugenol ve kitosan	Shao ve ark. (2018)	Fizikokimyasal Mikrobiyolojik Duyusal	Liu ve ark. (2021)
Karides (*Litopenaeus vannamei)*	Mısır zeini ve sarımsak esansiyel yağı	Rahnama ve ark. (2021)	Duyusal Kimyasal Mikrobiyolojik	Rahnama ve ark. (2021)
Levrek *(Dicentrarchus labrax)*	Kuşburnu çekirdeği yağı	Forgiarini ve ark. (2001)	Kimyasal Fiziksel Mikrobiyolojik	Çorapcı (2022)

Has kefal *(Mugil cephalus)*	Üzüm çekirdeği ve tarçın yağı	Joe ve ark. (2012)	Fizikokimyasal Duyusal Mikrobiyolojik	Ameur ve ark. (2022)

Nanoemülsiyon kaplamaların geleneksel emülsiyon kaplamalar ile kıyaslandığında mikroorganizmalara ve lipit oksidasyonuna karşı koruyucu etkisinin daha iyi olduğu bildirilmiştir (Wu ve ark. 2016). Bir başka çalışmada, nanoemülsiyonlar kullanılarak levrek balığının kalitesinin geliştirilebileceğinden bahsedilmiş ve araştırıcılar yaptıkları çalışmada ayçiçek, kanola mısır, zeytinyağı, soya ve fındık yağı nanoemülsiyonlarını levrek filetolarına uygulamışlar, streç film ile sardıkları filetoları 2 ± 2 °C'de depolamışlardır. Duyusal olarak nanoemülsiyon uygulanmış örneklerde balıksı kokuya rastlanmazken, kontrol grubunda kötü koku ve tat oluşumunun gözlendiği bildirilmiştir. Nanoemülsiyon kullanımının balıkların raf ömrünü 2 gün uzattığı ve çeşitli kimyasal ve mikrobiyolojik parametreleri iyileştirdiği ifade edilmiştir. Nanoemülsiyonda zeytinyağı ve kanola yağ kullanımının kimyasal ve mikrobiyolojik değerlendirmelerde daha iyi sonuçlar verdiği ve balık muhafazasında kullanılabileceği tavsiye edilmiştir (Özoğul ve ark. 2016). Gharibzahedi ve Mohammadnabi (2017) mersin balığı (*Huso huso)* filetoları üzerinde farklı oranlarda hazırlanmış hünnap sakızı ve ısırgan yağı nanoemülsiyonu kullanarak 4°C'de 15 günlük depolama süresince filetoların duyusal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik kalite değişimlerini incelemişlerdir. Yapılan çalışmada yenilebilir aktif kaplamalarla oluşturulmuş kararlı nanoemülsiyonlar kullanılarak mersin balığı filetolarının raf ömrünün kontrol grubuna kıyasla önemli ölçüde uzatılabileceği bildirilmiştir. Çalışma sonucunda %3.5 ısırgan yağı ve %12 hünnap sakızı içeren film kaplama nanoemülsiyonunun 15 günlük depolama süresince önemli kalite özelliklerini en iyi muhafaza eden formülasyon olduğu belirtilmiştir. Ayrıca hünnap sakızının eklenmesinin ısırgan yağının etkisini arttırmak için bir enkapsülan olarak nanoemülsiyonun koruyucu etkisini güçlendirebileceği ifade edilmiştir. Bir diğer araştırmada, Özoğul ve ark. (2017) çeşitli esansiyel yağ nanoemülsiyonları (biberiye, defne, kekik, adaçayı) kullanarak 2 ± 2°C'de buz içinde depolanan alabalık *(Oncorhynchus mykiss)* filetolarının duyusal, kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, kullanılan esansiyel yağ nanoemülsiyonlarının acı bir tat veren biberiye yağı haricinde alabalığın duyusal kalitesini büyük ölçüde artırdığı ve kullanılan tüm nanoemülsiyonların biyokimyasal parametre değerlerini düşürdüğü ve bakteri gelişimini yavaşlattığı bildirilmiştir. Kullanılan esansiyel yağlar arasında biberiye ve kekik yağları nanoemülsiyon yapımında balık filetolarının muhafazasında koruyucu olarak önerilmiştir. Bir diğer çalışmada,

ayçiçek yağı nanoemülsiyonu çipura ve levrek balıklarına uygulanmış, nanoemülsiyon kullanımının balıkların raf ömrünü 1 ya da 2 gün uzattığı ve depolama süresi boyunca kontrol grubuna göre daha düşük kimyasal parametreler gözlendiği bildirilmiştir (Yazgan ve ark. 2017). Benzer şekilde ayçiçek yağı nanoemülsiyonu kullanılan bir başka çalışmada, buna ek olarak farklı konsantrasyonlarda *Zataria multiflora* Boiss esansiyel yağı kullanılmış ve alabalık filetolarının fizikokimyasal ve duyusal özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışma sonucunda nanoemülsiyon ve *Zataria multiflora* esansiyel yağının lipit oksidasyonunu azaltmada sinerjistik etkisi olduğu ve alabalık filetolarının raf ömrünü en az 15 gün uzattığı bildirilmiştir (Shadman ve ark. 2017). Durmuş ve ark. (2019) fındık, mısır, kanola, soya, zeytinyağı ve ayçiçek yağı kullanarak elde ettikleri nanoemülsiyonları levrek filetolarına uygulamışlar ve 2 ± 2°C'de depolanmaları sırasındaki duyusal, kimyasal ve mikrobiyolojik etkilerini incelemişlerdir. Buna göre, nanoemülsiyon kullanımının kanola, mısır, soya ve fındık yağları nanoemülsiyonlarında levrek filetolarının raf ömrünü 4 gün, zeytinyağı ve ayçiçek nanoemülsiyonu uygulanan gruplarda ise 2 gün uzattığı belirtilmiştir. Soya ve fındık yağı nanoemülsiyonlarının kimyasal ve mikrobiyolojik değerlendirme açısından daha iyi sonuçlar verdiği için balık muhafazasında kullanılabileceği ifade edilmiştir. Bir başka çalışmada, Hala ve ark. (2019) %0.5 ve %1'lik konsantrasyonlarda hazırlanmış yeşil çay ve biberiye nanoemülsiyonlarını nil tilapyası filetolarına uygulamışlar ve 4 ± 1ºC'deki raf ömrü süresince bazı kalite değişimlerini incelemişlerdir. %1'lik yeşil çay nanoemülsiyonunun aerobik ve psikotropik bakteri sayıları üzerine diğer gruplara göre daha etkili bir inhibisyon sağladığı belirtilmiştir. İşlem görmemiş fileto örneklerine kıyasla işlem görmüş olanlarda duyusal kalite artarken, kimyasal bozulmanın azalma gösterdiği ifade edilmiştir. Duyusal, kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre yeşil çay nanoemülsiyonunun güçlü antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu ve filetoların raf ömrünü kontrol grubuna göre 5 gün daha uzattığı bildirilmiştir. Arjantin berlam balığı *(Merluccius hubbsi)* burgerleri üzerinde keklikotu (mercanköşk) nanoemülsiyonunun +4°C'de 15 günlük depolama süresince koruyucu etkileri araştırılmıştır. Yağ asitleri, TVBN değerleri ve toplam aerobik bakteri sayılarının incelendiği araştırma sonucunda, nanoemülsiyon içeren burgerlerin daha düşük bakteri sayısına sahip olduğu ve böylelikle mikrobiyal bozulma ile ilgili kimyasal indikatörlerin daha iyi sonuçlar verdiği ifade edilmiştir. Lipit oksidasyonu açısından esansiyel yağ ve nanoemülsiyon esansiyel yağ grubu benzer bulunmuştur. Ancak birim kütle (kg) başına esansiyel yağ konsantrasyonunun nanoemülsiyonlu örneklerde daha düşük olduğu belirtilmiştir. Keklikotu (mercanköşk) nanoemülsiyonunun berlam balığı burgerlerinde bozulmaya karşı

raf ömrünü uzattığı, gıda endüstrisinde taze balık ürünlerini korumak için yeni bir alternatif olarak dikkate alınması gerektiği ifade edilmiştir (Asensio ve ark. 2019). Karideslerle yapılan bir başka çalışmada, eugenol ve aloe vera içeren nanoemülsiyonlarla kaplanan karideslerin lipit oksidasyonunu geciktirici etki yaptığı ve ayrıca soğuk muhafaza süresince pH'ı arttırdığı ancak su kaybını, renk değişimini, tekstürel parçalanma ve bozulmayı azalttığı bildirilmiştir (Sharifimehr ve ark. 2019). Chuesiang ve ark. (2020) soğuk depolama süresince Asya levreği filetolarının *(Lates calcarifer)* raf ömrünü uzatmak için doğal koruyucu olarak tarçın yağı nanoemülsiyonu kullanmışlardır. Kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik bazı kalite parametrelerinin incelendiği çalışmada, tarçın yağı nanoemülsiyonunun diğer gruplarla kıyaslandığında filetoların raf ömrünü 2-4 gün uzattığı bildirilmiştir. Ayrıca araştırıcılar tarçın yağı nanoemülsiyonunun balık ya da su ürünleri sektöründe doğal bir koruyucu olarak kullanılma potansiyeline sahip olduğunu belirtmişlerdir. Ceylan ve ark. (2020a) zerdeçal ve biberiye yağı nanoemülsiyonlarının alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarında bazı patojenik mikroorganizmaları inhibe ettiğini bildirmişlerdir. Ceylan ve ark. (2020b) buğday özü yağı nanoemülsiyonunu pişirilmiş uskumru *(Scomber scombrus)* filetolarına uygulamış ve 4C°'de depolayarak yağ stabilitesini araştırmışlardır. Buna göre, uygulanan naoemülsiyonun pişirilmiş filetoların TBARS, serbest yağ asitleri, peroksit değeri ve eşlenik dien ve trien değerlerinin artışını geciktirdiği bildirilmiştir. Bununla beraber, nanoemülsiyonla işlem görmüş pişmiş balık filetolarının lipit besinsel kalite indeksleri, b* değeri ve duyusal kalitesindeki değişikliklerin daha stabil olduğu ifade edilmiştir. Turunçgil (portakal, mandalina, greyfurt, limon) yağlarından elde edilen nanoemülsiyonların kullanıldığı çalışmada (Durmuş, 2020) alabalık filetoları üzerinde kullanılan portakal, mandalina, greyfurt ve limon nanoemülsiyonlarının filetoların duyusal kalitesini geliştirmede önemli ölçüde etkili olduğu ve panelistler tarafından en çok beğenilen grupların mandalin ve greyfurt olduğu ifade edilmiştir. Bununla beraber, kontrol grubuyla karşılaştırıldığında bütün esansiyel yağların kimyasal parametreleri düşürdüğü ve bakteriyel gelişimi yavaşlattığı bildirilmiştir. Kullanılan nanoemülsiyonlardan limon ve portakal nanoemülsiyonlarının alabalığın raf ömrünü 4 gün uzattığı, mandalin ve greyfurt gruplarının ise raf ömrünü 6 gün uzattığı ve balık filetolarının muhafazasında kullanılabileceği belirtilmiştir. Bir başka çalışmada, zeytinyağı nanoemülsiyonunun alabalığın tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) ve çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) içeriğini depolama süresince koruduğu ve balıklar için koruyucu olarak tavsiye edilebileceği bildirilmiştir (Durmuş ve ark. 2020a). Nanoemülsiyon çalışmalarında kullanımını sıklıkla gördüğümüz zeytinyağı, farklı konsantrasyonlarda kullanılarak üç farklı nanoemülsiyon (%15, %30, %45)

elde edilmiş ve alabalık filetolarına uygulanmıştır. 4 ± 2 °C'de yapılan depolama sonrasında nanoemülsiyonların duyusal olarak balık kokusunu baskıladığı belirtilmiştir. Kimyasal ve mikrobiyolojik parametrelerin kontrol grubuna göre daha düşük gözlemlendiği ve nanoemülsiyonlu gruplarda ürünün raf ömrünün 6 güne kadar uzatıldığı ifade edilmiştir. Ayrıca nanoemülsiyon yapımında %30 ve %45 oranında zeytinyağı konsantrasyonu kullanımının balık için koruyucu etki yaptığı bildirilmiştir (Durmuş ve ark. 2020b). Bir diğer çalışmada, Köşker (2020) portakal, limon, mandalin ve greyfurt esansiyel yağları kullanarak elde ettiği nanoemülsiyonları alabalık filetolarına uygulamış ve 4 ± 2°C 'de 16 günlük depolama süresince biyojenik amin oluşumlarını incelemiştir. Depolama süresince biyojenik amin içeriklerinin arttığı ve tüm işlem görmüş gruplarda kadaverin, putresin ve dopaminin birikiminin dikkat çekici düzeyde olduğu ifade edilmiştir. Kontrol grubu ile kıyaslandığında özellikle limon ve portakal nanoemülsiyonları ile işlem görmüş grupların putresin ve histamin oluşumunu önlediği bildirilmiştir. Uçar (2020), alabalık filetolarına uygulanan portakal, limon, mandalin ve greyfurt esansiyel yağları kullanılarak elde edilen nanoemülsiyonların lipit oksidasyonunu önleme üzerine etkisini araştırmış, nanoemülsiyonların doymamış yağ asitlerinin otooksidasyon reaksiyonlarını geciktirdiği, bir başka deyişle balık yağlarını oksidasyondan koruduğu ve balık yağlarının raf ömrünü uzattığını bildirmiştir. Literatürde bazı kaynaklarda saf hindistan cevizi yağı nanoemülsiyonunun antioksidanlarla kombinasyonlarının sardalya surimi jelinin soğuk muhafaza koşullarında depolama stabilitesi üzerine etkilerinden bahsedilmiştir. Buna göre, antioksidan yüklü nanoemülsiyonların depolama süresince sardalya surimi jellerinin oksidatif stabilitesi ve jel özellikleri üzerine büyük etkisi olduğu ifade edilmiştir. Genel olarak nanoemülsiyon içeren jellerin daha beyaz renkli olduğu ve bununda duyusal değerlendirme puanlarını arttırdığı bununla beraber tekstür puanları arasında bir fark olmadığı bildirilmiştir. Antioksidan yüklü nanoemülsiyonlar depolama süresince surimi jelinin lipit oksidasyonunu etkili bir şekilde önlemiştir. Nanoemülsiyon içeren jellerde toplam canlı sayısı ve psikrofilik bakteri sayısı kabul edilebilir sınır değerler içerisinde kalmıştır (Gani ve Benjakul, 2020).

Khanzadi ve ark. (2020) alabalık filetolarına *Zataria multiflora*Boiss esansiyel yağı içeren emülsiyon uygulamalarının filetoların raf ömrünü yaklaşık 4 gün uzattığını buna karşılık aynı oranlarda içeriğe sahip nanoemülsiyonların ise filetoların raf ömrünü yaklaşık 8 güne kadar uzattığını bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada, Chuesiang ve ark. (2021) 4 ± 2 °C'de 8 gün boyunca depolanan Asya levreği filetoları üzerindeki gıda kaynaklı patojenlere (*Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* ve *Vibrio parahaemolyticus)* karşı tarçın yağı nanoemülsiyonlarının bakteriler üzerine (özellikle *Vibrio*

parahaemolyticus) inhibe edici etkisinden bahsetmişlerdir. Rezaei ve ark. (2021) farklı oranlarda karanfil yağı nanoemülsiyonları ile karboksimetil selüloz karışımını karideslere uygulamışlar +4ºC'de 10 gün boyunca kalite değişimlerini izlemişlerdir. Araştırmada karboksimetilselüloz ve karanfil yağı nanoemülsiyonu ile işlem görmüş grupların, depolama süresince aerobik ve psikotropik bakteri gelişimini engellemek için aktif bileşikler ve daha spesifik yüzey alanlarıyla büyük oranda antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu belirtilmiştir. Bunun bir sonucu olarak; TVBN değerlerinin yavaş bir şekilde artması bakteri sayısını düşürme kabiliyeti olduğunu da göstermiştir. TVBN içeriği ile bakteri sayıları arasındaki pozitif korelasyonlarda sonuçları desteklemiştir. Tek başına karboksimetil selüloz ile ve karanfil yağı nanoemülsiyonları ile işlem gören gruplarda TBARS değerleri de kontrol grubuna göre daha düşük bulunmuştur. Karboksimetilselüloz ve karanfil yağı nanoemülsiyonu ile işlem görmüş grubun TBARS değerinin üssel olarak daha düşük olması antioksidan özelliklere sahip eugenol ve diğer fenolik bileşiklere bağlanmıştır. Karboksimetilselüloz ve karanfil yağı nanoemülsiyonunun birlikte kullanımı bu karışım ile kaplanan karideslerde kimyasal bozulmayı geciktirmiş ve duyusal özellikleri ise geliştirmiştir. Bu nedenle karidesler için doğal bir biyo koruyucu olarak kullanılabileceği bildirilmiştir.

Bir başka çalışmada, Liu ve ark. (2021) kitosan nanoemülsiyonu ve eugenol+kitosan nanoemülsiyonunun 4°C'de 18 günlük depolama süresince kılkuyruk (*Trichiurus haumela)* balığı üzerindeki fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özelliklerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, sadece kitosan nanoemülsiyonu uygulaması ile kıyaslandığında eugenol+kitosan nanoemülsiyonu uygulanmasının daha etkili olduğu ve potansiyel bir koruyucu olarak önerilebileceği ifade edilmiştir. Yenilebilir bir kaplama olarak mısır zeini ve sarımsak esansiyel yağı nanoemülsiyonunun 4°C'de depolanan karideslerdeki kimyasal ve mikrobiyolojik bozulmayı geciktirerek karideslerin raf ömrünün uzatılmasına katkı sağladığı Rahnama ve ark. (2021) tarafından bildirilmiştir. Çorapcı (2022), iki farklı konsantrasyonda hazırlanan kuşburnu çekirdeği nanoemülsiyonunu levrek filetolarına uygulamış ve 4±1°C'deki depolama süresince fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik bazı parametreleri araştırmıştır. Kuşburnu çekirdeği nanoemülsiyonlarının levrek filetolarının renk değerleri üzerinde etkili olduğu, ancak fiziksel ve kimyasal önemli bir etkisinin olmadığı ifade edilmiştir. Bununla beraber, yüksek oranda kuşburnu yağı kullanılarak elde edilen nanoemülsiyon grubunun levrek filetolarının mikrobiyolojik raf ömrünü artırmada etkili olduğu belirtilmiştir. Bir başka çalışmada, üzüm çekirdeği ve tarçın nanoemülsiyonları has kefal *(Mugil cephalus)* filetolarına uygulanmış ve

streç filme sarılarak 2 ± 2 °C ‘de 14 gün depolanmıştır. Üzüm çekirdeği ve tarçın nanoemülsiyonları kefal filetolarının lipit oksidasyonunu ve hidrolizini etkili bir şekilde inhibe etmiş ve pH stabilitesi, toplam mezofilik, psikrofilik, *Enterobacteriaceae* sayılarının artışını bir dereceye kadar önlemiştir. Nanoemülsiyonla işlem görmüş örnekler en iyi renk, koku ve genel kabul edilebilirlik özelliklerini gösterirken, pişirilmiş balıkta tekstür, koku ve tat özelliklerini geliştirmiştir. Kontrol grubu ile kıyaslandığında ve mikrobiyolojik analizler esas alındığında, işlenmiş kefal filetolarının raf ömrünün en az iki gün uzatılabileceği bildirilmiştir (Ameur ve ark. 2022).

SONUÇ

Su ürünlerinin kalitesinin geliştirilmesi ve raf ömrünün artırılmasına yönelik olarak; çok çeşitli yağlar, yüzey aktif maddeler ve su nanoemülsiyon yapımında kullanılmaktadır. Su ürünlerinin renk, koku, tat, tekstür ve genel kabul edilebilirlik özellikleri gibi duyusal parametreler üzerine nanoemülsiyon uygulamalarının olumlu etkiler yaparak, ürünlerin duyusal kalitesini geliştirdiği söylenebilir. Bununla beraber, genel olarak kimyasal parametrelerin yükselmesini geciktirdiği, özellikle lipit oksidasyonunu önlemede etkin rol oynadığı görülmüştür. Nanoemülsiyonlar ile ilgili en dikkat çekici konulardan bir tanesi de mikroorganizmalar üzerine sağladığı inhibe edici etkilerdir. Bu sebepledir ki, son yıllarda çeşitli yağlar ile elde edilen nanoemülsiyonlar kullanılarak antimikrobiyal etkilerinin araştırıldığı çalışmalara ağırlık verilmiştir.

Su ürünlerinde kullanılan nanoemülsiyonların raf ömrü üzerine etkilerine bakıldığında, raf ömrünü genel olarak 2-8 gün arasında değişen sürelerde uzattığı söylenebilir. Duyusal, kimyasal ve mikrobiyolojik açıdan ürünün kalitesini olumlu yönde etkilemesine rağmen, harcanan zaman, enerji ve maliyet ile kıyaslandığında raf ömrünü uzatmada elde edilen sonuç tatmin edici düzeyde değildir. Bu anlamda su ürünleri ile ilgili yapılacak sonraki çalışmalarda nanoemülsiyon konusu içerisinde; nanoemülsiyonun etkinliğini ve yararlılığını artıracak ve sinerjistik etki oluşturabilecek farklı doğal katkı maddeleri vb. kullanımı, farklı nanoemülsiyon yapım teknikleri ve ürüne uygulama farklılıkları gibi yöntemlerin geliştirilmesi veya farklı nanoteknoloji yöntemleri (nanofiber, nanomateryal vb.) denenmesi önerilebilir.

Kaynaklar

1. Ameur, A., Bensid, A., Özoğul, F., Uçar, Y., Durmuş, M., Kulawik, P. Boudjenah-Haroun,S. (2022). Application of oil-in water nanoemulsions based on grape and cinnamon essential oils
for shelf-life extension of chilled flathead mullet fillets. *J Sci Food Agric., 102,* 105–112.
2. Arashisar, Ş., Hisar, O., Kaya, M., Yanık, T. (2004). Effects of modified atmosphere and vacuum packaging on microbiological and chemical properties of rainbow trout (*Oncorynchus mykiss*) fillets. *International Journal of Food Microbiology 97*, 209– 214.
3. Asensio, C.M., Quiroga, P.R., Huang, Q., Nepote, V., Grosso, N.R. (2019). Fatty acids, volatile compounds and microbial quality preservation with an oregano nanoemulsion to extend the shelf life of hake *(Merluccius hubbsi)* burgers. *International Journal of Food Science and Technology, 54,* 149–160.
4. Baykara, T. (2016). *Nanoteknolojiler dünyasına doğru.* Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti. 1. Basım. 438 s. ISBN:978-605-320-483-1.
5. Ceylan, Z., Meral, R., Köse, Ş., Şengör, G., Akınay, Y., Durmuş, M., Uçar, Y. (2020a). Characterized nano-size curcumin and rosemary oil for the limitation microbial spoilage of rainbow trout fillets. *LWT - Food Science and Technology 134,* 109965.
6. Ceylan, Z., Meral, R., Köse, Y. E., Cavidoğlu, İ. (2020b). Wheat germ oil nanoemulsion for oil stability of the cooked fish fillets stored at 4 °C. *J Food Sci Technol., 57*(5), 1798-1806.
7. Chuesiang, P., Sanguandeekul, R., Siripatrawan, U. (2020). Phase inversion temperature-fabricated cinnamon oil nanoemu sion as a natural preservative for prolonging shelf-life of chilled Asian seabass *(Lates calcarifer)* fillets. *LWT - Food Science and Technology, 125,* 109122.
8. Chuesiang, P., Siripatrawan, U., Sanguandeekul, R., McLandsborough, L., & McClements, D. J. (2018). Optimization of cinnamon oil nanoemulsions using phase inversion temperature method: Impact of oil phase composition and surfactant concentration. *Journal of Colloid and Interface Science, 514,* 208–216.

9. Chuesiang, P., Sanguandeekul, R., Siripatrawan, U. (2021). Enhancing effect of nanoemulsion on antimicrobial activity of cinnamon essential oil against foodborne pathogens in refrigerated Asian seabass (*Lates calcarifer*) fillets. *Food Control 122*, 107782.
10. Çorapcı, B. (2022). The effect of rosehip seed oil nanoemulsion on some physical, chemical, and microbiological properties of sea bass fillets stored at 4±1°C. Journal of Aquatic Food Product Technology, 31, 7, 672–685.
11. Durmuş, M. (2016). *Bitkisel yağlar kullanılarak oluşturulan nanoemülsiyonların soğukta (2±2°C) ve vakum paketlenerek depolanan levrek (Dicentrarchus labrax) filetolarının duyusal, kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesi üzerine etkileri.* Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. 220s.
12. Durmuş, M. (2020). The effects of nanoemulsions based on citrus essential oils (orange, mandarin, grapefruit, and lemon) on the shelf life of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets at 4 ± 2°C. *J Food Saf. 40:e12718.* https://doi.org/10.1111/jfs.12718
13. Durmuş, M., Bensid, A., Özoğul, Y., Köşker, A.R., Uçar, Y., Küley Boğa, E., Durmuş, M., Özoğul, F. (2020). Influence of olive oil–based nanoemulsion on the fatty acid profiles of rainbow trout fillets. *Aquaculture International, 28*, 1997–2014.
14. Durmuş, M., Özoğul, Y., Köşker, A.R., Uçar, Y., Küley Boğa, E., Ceylan, Z., Özoğul, F. (2020b). The function of nanoemulsion on preservation of rainbow trout fillet. *J Food Sci Technol. 57*(3), 895–904. https://doi.org/10.1007/s13197-019-04122-9
15. Durmuş, M., Özoğul, Y., Küley Boğa, E., Uçar, Y., Köşker, A.R., Balıkçı, E., Gökdoğan, S. (2019). The effects of edible oil nanoemulsions on the chemical, sensory, and microbiological changes of vacuum packed and refrigerated sea bass fillets during storage period at 2 ± 2°C. *J Food Process Preserv. 43*:e14282. https://doi.org/10.1111/jfpp.14282
16. Fernandez, P., Andre, V., Rıeger, J. and Kuhnle, A. (2004). Nanoemulsion formation by emulsion phase inversion. *Colloids Surf A: Physicochem Eng Aspects, 251*, 53-58.

17. Forgiarini A, Esquena J, Gonzalez C, Solans C. (2001). Formation of nano-emulsions by low-energy emulsification methods at constant temperature. *Langmuir. 17*(7), 2076–83.
18. Gani, A., Benjakul, S. (2019). Effect of b-Glucan stabilized virgin coconut oil nanoemulsion on properties of croaker surimi gel. *Journal of Aquatic Food Product Technology, 28,* 194–209.
19. Gani, A., Benjakul, S. (2020). Effect of antioxidants in combination of VCO nanoemulsion on gel properties and storage stability of refrigerated sardine surimi gel. *International Journal of Food Science and Technology, 55,* 2451–2461.
20. Gharibzahedi, S.M.T., Mohammadnabi, S. (2017). Effect of novel bioactive edible coatings based on jujube gum andnettle oil-loaded nanoemulsions on the shelf-life of Beluga sturgeon fillets. International Journal of Biological Macromolecules, 95, 769–777.
21. Gharibzahedi, S.M.T., Razavi, S.H., Mousavi, S.M. (2013). Ultrasound-assisted formationof the canthaxanthin emulsions stabilized by Arabic and xanthan gums, *Carbohydr. Polym. 96,* 21–30.
22. Hala, A., Neven, M.O., Huda, E. (2019). Assessment the impact of green tea and rosemary nanoemulsion on the shelf life of fish fillets. *Animal Health Research Journal, 7*(5), 68-80.
23. Hamouda, T., Hayes, M. M., Cao, Z., Tonda, R., Johnson, K.,
Hassoun, A., Çoban, Ö. E. (2017). Essential oils for antimicrobial and antioxidant applications in fish and other seafood products. *Trends in Food Science & Technology, 68,* 26–36.
24. Jia, Z., Yujun, W. and Guangsheng, L. (2005). Adsorption of diuretic furosemide onto chitosan nanoparticles prepared with a water-in-oil nanoemulsion system. *Reactive and Functional Polymers, 65*, 249-257.
25. Joe, M. M., Chauhan, P. S., Bradeeba, K., Shagol, C., Sivakumaara, P. K., & Sa, T. (2012). Influence of sunflower oil based nanoemulsion (AUSN-4) on the shelf life and quality of Indo-Pacific king mackerel *(Scomberomorus guttatus)* steaks stored at 20°C. *Food Control, 23*, 564-570.

26. Khanzadi, S., Keykhosravy, K., Hashemi, M., Azizzadeh, M. (2020). Alginate coarse/nanoemulsions containing *Zataria mutiflora* Boiss essential oil as edible coatings and the impact on
microbial quality of trout fillet. *Aquaculture Research,* 51, 873–881.
27. Liu, J., Shao, Y., Yuan, C., Takaki, K., Li, Y., Ying, Y., Hu, Y. (2021). Eugenol-chitosan nanoemulsion as an edible coating: Its impact on physicochemical, microbiological and sensorial properties of hairtail (*Trichiurus haumela*) during storage at 4 °C. *International Journal of Biological Macromolecules, 183,* 2199–2204.
28. McClements, D. J. (2011). Edible nanoemulsions: Fabric tion, properties, and functional performance. *Soft Matter*, *7*, 2297–2316. https ://doi.org/10.1039/C0SM0 0549E.
29. McManus A, Newton W. (2011). Seafood, nutrition and human health: A synopsis of the nutritional benefits of consuming seafood. Centre of Excellence Science, Seafood & Health, Curtin Health Innovation Research Institute, Curtin University of Technology, Perth.
30. Meral, R., Ceylan, Z., & Kose, S. (2019). Limitation of microbial spoilage of rainbow trout fillets using characterized thyme oil antibacterial nanoemulsions. *Journal of Food Safety*. https://doi.org/10.1111/jfs.12644.
31. Özogul, Y., Yuvka, İ., Ucar, Y., Durmus, M., Kösker, A. R., Öz, M., Ozogul, F. (2017). Evaluation of effect of nanoemulsion based on herb essential oils (rosemary, laurel, thyme and sage) on sensory, chemical and microbiological quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss)* fillets during ice storage. *LWT-Food Science and Technology, 75,* 677–684.
32. Özoğul, Y., Durmuş, M., Uçar, Y., Özoğul, F., Regenstein, J.M. (2016). Comparative study of nanoemulsions based on commercial oils (sunflower, canola, corn, olive, soybean, and hazelnut oils): Effect on microbial, sensory, and chemical qualities of refrigerated farmed sea bass. *Innovative Food Science and Emerging Technologies 33,* 422–430. http://dx.doi.org/10.1016/j.ifset.2015.12.018
33. Rahnama, M., Anvar, S.A., Ahari, H., Kazempoor, R. (2021). Antibacterial effects of extracted corn zein with garlic extract-based

nanoemulsion on the shelf life of *Vannamei prawn* (*Litopenaeus vannamei*) at refrigerated temperature. *J. Food Sci.* 86, 4969–4990.
34. Rezaei, F., Shekarforoush, S.S., Hosseinzadeh, S., Basiri, S. (2021). The effect of carboxymethyl cellulose coating incorporated with clove oil nanoemulsion on quality of shrimp (*Litopenaeus vannamei*) during refrigerated storage. *Iranian Journal of Veterinary Research, Shiraz University, 22* (2), 129-135.
35. Saka, E., Terzi Gülel, G. (2015). Gıda endüstrisinde nanoteknoloji uygulamaları. *Etlik Vet Mikrobiyol Derg, 26*(2), 52-57.
36. Salvia-Trujillo, L., Rojas-Graü, M. A., Soliva-Fortuny, R., & Martín-Belloso, O. (2013). Effect of processing parameters on physicochemical characteristics of microfluidized lemongrass essential oil-alginate nanoemulsions. *Food Hydrocolloids*, *30*, 401–407. https ://doi.org/10.1016/j.foodh yd.2012.07.004.
37. Shadman, S., Hosseini, S.E., Langroudi, H.E., Shabani, S. (2017). Evaluation of the effect of a sunflower oil-based nanoemulsion with Zataria multiflora Boiss. essential oil on the physicochemical properties of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets during cold storage. LWT - Food Science and Technology 79, 511-517.
38. Shao, Y. Wu, C. Wu, T. Li, Y. Chen, S. Yuan, C. Hu, Y. (2018). Eugenol-chitosan nanoemulsions by ultrasound-mediated emulsification: formulation, characterization and antimicrobial activity, *Carbohydr. Polym. 193*, 144–152.
39. Sharifimehr, S., Soltanizadeh, N., Goli, S.A.H. (2019). Effects of edible coating containing nano-emulsion of *Aloe vera* and eugenol on the physicochemical properties of shrimp during cold storage. *J Sci Food Agric.* 99: 3604–3615.
40. Solans, C., Izquierdo, P., Nolla, J., Azemar, N. and Garcia-celma, M.J. (2005). Nano-emulsions. *Current Opinion in Colloid and Interface Science, 10*(3), 102-110.
41. Tadros, T., Izquıerdo, P., Esquena, J. and Solans, C. (2004). Formation and stability of nano-emulsions. *Advances in Colloid and Interface Science, 108*, 303-318.
42. Tarhan, Ö., Gökmen, V., Harsa, Ş. (2010). Nanoteknolojinin gıda bilim ve teknolojisi alanındaki uygulamaları. *Gıda*, *35*(3), 219-225.

43. Tontul, İ. (2020). Use of nanoemulsions in encapsulation of food components. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 8*(1), 130-138.
44. Uçar, Y. (2020). Antioxidant Effect of Nanoemulsions Based on Citrus Peel Essential Oils: Prevention of Lipid Oxidation in Trout. *Eur. J. Lipid Sci. Technol. 122*, 1900405. https://doi.org/10.1002/ejlt.201900405.
45. Wright, D. C., & Baker, J. R., Jr. (1999). A novel surfactant nanoemulsion with broad-spectrum sporicidal activity against Bacillus species. *Journal of Infectious Diseases, 180*(6), 1939–1949.
46. Wu, C., Wang, L., Hu, Y., Chen, S., Liu, D., Ye, X. (2016). Edible coating from citrus essential oil-loaded nanoemulsions: Physicochemical characterization and preservation performance. *RSC Adv.*, 2016, DOI: 10.1039/C6RA00757K.
47. Yazgan, H., Özoğul, Y., Durmuş, M., Balıkçı, E., Gökdoğan, S., Uçar, Y., Aksun, E.T. (2017). Effects of Oil-in-Water Nanoemulsion Based on Sunflower Oil on the Quality of Farmed Sea Bass and Gilthead Sea Bream Stored at Chilled Temperature (2 ± 2°C). Journal of Aquatic Food Product Technology, 26, 8, 979–992.
https://doi.org/10.1080/10498850.2017.1366610

ALGAL BİYOTEKNOLOJİ: BESLEYİCİ VE FONKSİYONEL GIDALAR

Beyhan TAŞ[1]
Faruk Tolga ŞENGÜLLENDİ[2]

[1] Ordu Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi,
Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Ordu, Türkiye
ORCID: 0000-0001-6421-2561,
beyhantass@gmail.com, beyhant@odu.edu.tr
[2] Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,
Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı, Ordu, Türkiye
ORCID: 0000-0002-2114-3778, sengullendi@gmail.com

1. GİRİŞ

Fonksiyonel gıdalar genellikle "doğal sağlık ürünleri" veya "sağlıklı gıdalar" olarak tanımlanır. Fonksiyonel gıda terimi ilk olarak 1980'lerde Japonya'nın (Ministry of Health and Welfare of Japan) olası sağlık yararları olan gıdalar için bir düzenleyici sistem kurmasıyla (FOSHU, Foods for Specific Health Use) tanımlanmış ve 'fonksiyonel gıda, besleyici olmanın yanı sıra belirli vücut işlevlerine yardımcı olan ileşenler içeren işlenmiş gıdalar' şeklinde ifade edilmiştir (Kaur ve Das, 2011). Fonksiyonel gıda çeşitli şekillerde tanımlanmaktadır. Konvansiyonel gıdalara (içecek, gıda matrisi) benzer görünen, temel besleyici fonksiyonlarına ilave olarak, biyoaktif ve kronik hastalıkların riskini azaltma potansiyeli bulunan ve günlük beslenmenin bir parçası olarak tüketilebilen gıdalardır (FAO, 2007). Besleyici değerine ek olarak, bir bireyin sağlığı, fiziksel performansı veya ruh hali üzerinde olumlu etkisi olan herhangi bir yiyecek veya gıda bileşeni (Goldberg, 1994), içerdiği geleneksel besinlerin ötesinde bir sağlık yararı sağlayabilecek herhangi bir değiştirilmiş gıda veya gıda bileşeni dahil olmak üzere potansiyel olarak sağlıklı ürünleri kapsayan gıdalar (Kruger ve Mann, 2003), yeterli beslenme etkilerinin ötesinde vücuttaki bir veya daha fazla hedef işlevi yararlı bir şekilde etkilediği tatmin edici bir şekilde gösterilmiş gıdalar (Diplock vd., 1999; Saher vd., 2004), vücuttaki bir veya daha fazla işlevi, yeterli beslenme etkilerinin ötesinde, iyileştirilmiş bir sağlık ve esenlik durumu ve/veya riskin azaltılması ile ilgili yararlı bir şekilde etkilediği tatmin edici olarak kanıtlanmış olan (Blades, 2000), temel beslenme fonksiyonlarının ötesinde konakçı sağlığı üzerinde yararlı bir etki gösteren ve/veya kronik hastalık riskini azaltan fonksiyonel gıdalar veya gıda bileşenleri (Charalampopoulos vd., 2002), temel beslenmenin ötesinde sağlık yararı sağlayabilecek yiyecekler (Day vd., 2009), geleneksel gıdalara benzeyen ancak kanıtlanmış fizyolojik faydalara sahip ürünler (Shahidi, 2009), temel beslenme rolünün ötesinde sağlığa fayda sağlayabilecek biyoaktif bileşikler veya fitokimyasallar içeren gıdalar (örn. anti-enflamatuarlar, hastalıkları önleme) (Bagchi, 2006; Hafting vd., 2012) "fonksiyonel gıda" olarak tanımlanmıştır. Ulusal Bilimler Akademisi'nin Tıp Enstitüsü'ne göre, "fonksiyonel gıdalar, içerdiği geleneksel besinlerin ötesinde bir sağlık yararı sağlayabilecek herhangi bir değiştirilmiş gıda veya gıda bileşeni dahil olmak üzere potansiyel olarak sağlıklı ürünleri kapsayan gıdalardır" (Topolska vd., 2021).

Dünya çapında tek bir tanım bulunmamakla birlikte, gıdalar ancak temel beslenme etkilerinin yanı sıra fiziksel kondisyonu iyileştirme ve/veya kronik hastalık riskini azaltma sonucu insanda spesifik fonksiyonlar üzerinde olası faydalı etkiler sergilemeleri durumunda "fonksiyonel" olarak kabul edilebilir (Martirosyan ve Singh, 2015; Brown vd., 2018). Bununla birlikte, fonksiyonel

gıdaların insan vücudu üzerindeki fizyolojik etkilerinin kanıtlanmış olması gerekmektedir. Fonksiyonel gıda, yeterli besin öğelerini içermeli, insan vücudunda bir veya birden fazla fizyolojik fayda sağlamalı, hastalık riskini azaltmalıdır. Bir fonksiyonel gıda önemli miktarda doğal kaynaklardan ekstrakte edilen doğal bileşenler içermelidir. Dolayısıyla, fonksiyonel gıda; doğal bir gıda olmalı, gıdaya sağlık üzerine olumlu etkisi olan bir bileşen eklenmiş ve/veya gıdanın toksik bileşenleri uzaklaştırılmış olmalı, gıdanın bileşenlerinden bir veya birden fazlasının yapısı değiştirilmiş olmalıdır. Bu gıdaların hastalıkları önleme üzerindeki olası etkilerine ilişkin beslenme ve sağlık iddiaları, yeterli bilimsel verilerle açıklanmıştır. Ayrıca, bilimsel araştırmalar, fonksiyonel gıdaların ancak Akdeniz diyeti gibi dengeli bir diyetin parçası olmaları durumunda insan sağlığı üzerinde yararlı etkileri olabileceği sonucuna varmıştır (Elmaliklis vd., 2019; Konstantinidi ve Koutelidakis, 2019).

Fonksiyonel gıdalar, temel orijinlerine göre, yani doğal olarak elde edilen ürünler veya endüstriyel olarak sentezlenmiş ürünler olmak üzere geniş bir şekilde kategorize edilebilir. Doğal olarak oluşan fonksiyonel gıdalar, bitkilerden ve hayvansal kaynaklardan, endüstriyel ürünler ise nutrasötikler ve sinbiyotikler (kimyasal olarak sentezlenmiş pro- ve prebiyotikler) olarak alt bölümlere ayrılabilir (Tufarelli ve Laudadio, 2016; Mohanty ve Singhal, 2018). FUFOSE (Functional Food Science in Europe) fonksiyonel gıdalardaki biyolojik faydaları, bilimsel bir bakış açısıyla ilgili olduğu düşünülen altı geniş gruba ayırmayı önermiştir (Diplock vd., 1999). Bunlar (*1*) büyüme, gelişme ve farklılaşma, (*2*) substrat metabolizması, (*3*) reaktif oksidatif türlere karşı savunma, (*4*) kardiyovasküler sistem, (*5*) gastrointestinal fizyoloji ve fonksiyon ve (*6*) davranış ve psikolojik işlevlerdir. Bu fayda kategorileri, fonksiyonel gıdaların 'hasta' insanlar için hastalık tedavisini değil, 'sağlıklı' insanlar için öncelikle işlevi iyileştirmeyi veya (uzun vadeli) hastalık riskini azaltmayı amaçlaması gerektiğini göstermektedir (Weststrate vd., 2002).

Algal gıdalara ve/veya fonksiyonel gıda potansiyellerine olan yaygın ilgi, çok sayıda araştırmalarda açıkça görülmektedir. Birçok çalışma, farklı alglerin potansiyel, besinsel veya biyoaktif içeriğini bildirmektedir (Wells vd., 2017). Yüksek protein içeriği ve sağlık yararları nedeniyle, alg biyokütlesinden elde edilen gıdalara olan ilgi artmaktadır (Epping vd., 2017; Matos vd., 2017). COVID-19 salgını, bağışıklık sistemini güçlendirmek için protein takviyesi alımının artmasına neden olmuştur. Önemli bir küresel beslenme ürünleri üreticisi olan Glanbia şirketinin, COVID-19'un ABD'deki tüketicilerin gıda ve beslenme ürünlerine yaptığı harcamalar üzerindeki etkisini izlemek için Nisan 2020'de yaptığı iki haftalık bir anket çalışmasında sağlıklı kalmak ve bağışıklığı artırmak için protein bar tüketen katılımcıların yüzdesi 1. haftada %21'den 2.

haftada %23'e yükselmiştir. İçmeye hazır protein içecekleri tüketimi de COVID-19 salgınından sonra önemli ölçüde artmıştır.

Mikroalgler ve makroalgler, gıdaların besin değerini artırmak için fonksiyonel bileşenler olarak kullanılmaktadır. Genel olarak, küresel bazda alg ürünlerine yönelik artan beslenme talebine yönelik eğilim, sağlığa daha fazla odaklanma ve gıda katkı maddelerinin daha geniş kullanımından kaynaklanmaktadır. Çünkü algler, besin değerlerine ek olarak, giderek daha fazla "fonksiyonel gıdalar" veya "nutrasötikler" olarak pazarlanmaktadır. Yapılan araştırmalar alg türevli gıda ürünlerinin sağlık yararlarına dair önemli kanıtlar sunmaktadır. Bu nedenle mikroalg ve makroalgal gıdalara yönelik küresel talep artmaktadır. Küresel *Chlorella* Pazarı 2021'de 196,5 milyar doları değerindeydi. Tahmin dönemi (2022-2028) üzerinden %8,5'lik yıllık bazda büyüme oranı ile bu pazarın 2028'de 410,9 milyar dolarlık bir piyasa değerine ulaşması beklenmektedir (Global Chlorella Market, 2022). Rapora göre, gıda üreticilerinin doğal içeriklere yönelik artan tüketici talebine yanıt olarak fonksiyonel doğal içerikleri keşfetmesi ve insanların artan sağlık bilincinin bir sonucu olarak alg bazlı takviyelerin benimsenmesi *Chlorella* pazarının büyümesini hızlandırmıştır. Dolayısıyla, *Chlorella*'nın önümüzdeki yıllarda birçok gıda kategorisinde daha etkin bir şekilde kullanılması beklenmektedir.

Sürdürülebilirlik, artan su, gıda ve enerji talebi nedeniyle baskı altındadır. Aynı zamanda, ekosistemler ve toplum iklim değişikliği tarafından tehdit edilmektedir (Oliveira ve Bragotto, 2022). Gıda üretimi büyük ölçüde toprak kaynaklarına bağlıdır, bu nedenle bozulması gelecek için endişe verici ana konulardan birini temsil eder (Scherer vd., 2020). Bu anlamda, alg bazlı gıdalar, gıda araştırma ve geliştirme için bir fırsat olarak ortadadır (Oliveira ve Bragotto, 2022). Bu nedenle, alglere, geleneksel beslenme ve sağlık konularının ötesinde sağladığı fonksiyonel faydalar nedeniyle giderek daha fazla ilgi duyuluyor ve tüketiliyor.

Bir alg veya alg ürününün sağlık yararlarını daha iyi değerlendirmek ve fonksiyonel gıda ürünleri üretmek için hala temel araştırmalara gereklilik vardır. Alglerin primer ve sekonder metabolitlerinin oranı alg türüne ve yetişme/yetiştirme koşullarına bağlı olarak değişiklik gösterir. Gelişen teknolojiyle, yeşil üretim teknolojilerinin kullanımıyla daha sağlıklı ve kaliteli ürünler ortaya çıkarılabilir. Alg araştırmaları; besin değerlerinin, fitokimyasallarının ve biyoaktif özelliklerinin belirlenerek yeni ürünler elde edilmesi için fikologlar ve disiplinler arası çalışmalarda diğer bilim insanları için zengin fırsatlar sunmaktadır. Bu çalışmada, algler ve algal ürünler hakkındaki bilgileri geliştirme bağlamında, fonksiyonel gıda ve nutrasötik bileşenleri

hakkında (proteinler, lipitler, polisakkaritler, vitaminler, mineraller, pigmentler) bir değerlendirme yapılması amaçlanmıştır.

2. MİKROALGLER VE MAKROALGLER

Algler, sucul ekosistemin fotootrofik canlılarıdır; sudaki azot, fosfor ve karbondioksiti kullanarak ışıklı ortamda (güneş ışığı/yapay ışık) biyokütleye dönüştürürler. Farklı alg grupları fotosentez sonucu çok çeşitli depo fotosentez ürünleri üretme yeteneğine sahiptirler. Alglerin prokaryotik (mavi-yeşil algler, siyanobakteriler) ve ökaryotik çok çeşitli türleri vardır. Tek hücreliden çok hücreli yapıya kadar kompleks morfolojik çeşitlilik gösterirler. Bu nedenle, canlıların sınıflandırılmasında tek bir alem içine yerleştirilemezler; yapısal özelliklerine göre Monera, Protista ve Plantae alemleri içinde yer alırlar. Algler büyüklüklerine göre mikroalgler ve makroalgler olarak gruplandırılır. Genelde algler taşıdıkları baskın renk pigmentlerine göre adlandırılırlar. Mikroalgler (mikrofitler); mavi-yeşil algler (siyanobakteriler, Cyanophyta), yeşil algler (Chlorophyta), sarı-yeşil algler (Ochrophyta ve Xanthophyta), altın sarısı algler (Ochrophyta ve Chrysophyta), silisli algler (diyatomeler, Bacillariophyta), ateş rengi algler (dinoflagellatlar, Miozoa), kriptomonadlar (Cryptista) ve öglenoidler (Euglenozoa) ile temsil edilirler. Makroalgler içinde yeşil algler (Chlorophyta), su şamdanları (karofitler) (Charophyta), kırmızı algler (Rhodophyta) ve kahverengi algler (Ochrophyta, Phaeophyceae) bulunur. Makroalglerden kırmızı ve kahverengi algler esas olarak deniz ortamında bulunurlar, deniz kenarındaki geniş alanlarda yetiştirilebilirler. Bu algler, büyümeleri için denizde bulunan doğal besinleri kullanırlar.

Algler, dünyadaki birincil fotosentetik üretkenliğin %50'sinden sorumludur, fotosentez yaparak primer ve sekonder metabolitler üretirler. Alglerin ana primer metabolitleri proteinler, lipidler ve karbonhidratlardır. Klorofiller, sitokromlar, nükleotidler ve çeşitli metabolik reaksiyonlarda ara ürünler olan bileşikler de birincil metabolitlerdir (Andreeva vd., 2021). Algler, yaşamları sürecinde, primer metabolitlere ek olarak, ana metabolizmaya dahil olmayan ve bir veya daha fazla alg türüne özgü maddeler olan sekonder metabolitleri üretirler. Agar, aljinat, fucoidan, ulvan, laminarin, nişasta, selüloz (1,4-β-D-glukan), pektin maddeleri (β-D-mannuronik ve α-L-guluronik) ve karajenan alglerin sekonder metabolitlerindendir (Hong vd., 2017). Bu biyokomponentler algleri biyoaktif bileşiklerin önemli bir doğal kaynağı haline getirir (Tanna vd., 2018).

Alglerin biyokimyasal bileşimi, onları çeşitli bileşikler üretmek için uygun hale getirir (Babich vd., 2022). Hem makroalgler hem de mikroalgler, farmasötik bileşikler, sağlıklı gıdalar ve doğal pigmentler olarak kullanılabilen çok çeşitli yüksek değerli biyoaktif bileşikler üretme kapasitesine sahiptir (Oh vd., 2003).

En önemli algal ürünler; aljinatlar, karajenanlar, agarlar, agaroz, asetilik asitler, β-karoten, B vitamini, ketokarotenoid astaksantin, çoklu doymamış yağ asitleri ve luteindir (Radmer, 1996; Suganya vd., 2016). Algler yüksek bir enerji değerine sahiptir ve biyolojik olarak aktif maddeler içerirler. Genel olarak, alg biyokütlesi lipitler, proteinler, mineraller ve pigmentler dahil olmak üzere insan beslenmesine faydalı çeşitli bileşikler sunabilir. Alglerin bu faydalı özellikleri, onları gıda ürünleri için mükemmel fonksiyonel bileşenler yapar.

3. BESLEYİCİ VE FONKSİYONEL GIDA KAYNAKLARI OLARAK ALGLER

Dünya çapında fonksiyonel gıda pazarı artarken, paralel olarak, farklı doğal kaynaklardan yeni fonksiyonel gıda bileşenlerinin keşfedilmesine olan ilgi de artmaktadır. Bu nedenle, son yıllarda alg türevli bileşiklerin yenilikçi fonksiyonel gıda ürünleri için kullanılması büyük ilgi görmektedir. Gıda endüstrisi segmentinde, deniz yosunlarından elde edilen başlıca ve en yaygın kullanılan hidrokolloidler; agarlar, aljinatlar ve karajenanlardır. Son zamanlarda algler, yaşam tarzıyla ilgili hastalıkların önlenmesi ve tedavisi için faydalı olabilecek faydalı bileşenler içeren sağlıklı gıdalar olarak da dikkat çekmektedir.

Algler, binlerce yıldır insan beslenmesinin bir parçası olmuştur. Japonya, Çin ve Kore başta olmak üzere Doğu Asya ülkelerinde, alglerin/algal bileşiklerin besin takviyesi ürünleri olarak tüketimi çok popülerdir. Yetiştiricilik bakımından Uzakdoğu ülkelerinden özellikle Çin ve Endonezya en büyük (%95'ten fazla) makroalg üreticileridir. Makroalglere ek olarak, gıda ve gıda katkı maddesi kaynağı olarak bazı mikroalgler de yetiştirilmektedir. Yalnızca 2016 yılında, dünya çapında doğal hasat ve su ürünleri yetiştiriciliğinden 32,8 milyon tondan fazla deniz yosunu üretilmiş ve son 3 yılda, esas olarak su ürünleri yetiştiriciliği sektöründeki artış nedeniyle deniz yosunu üretimi yılda yaklaşık %10 artmıştır (European Commission, 2020).

Birçok deniz yosunu türü, dünya çapında yaygın şekilde gıda olarak tüketilmektedir. Yenilebilir makro algler, mineraller ve diyet lifleri açısından zengin ve sağlıklı gıda maddeleridir. Özellikle kahverengi alglerden *Laminaria japonica* (kombu), *Undaria pinnatifida* (wakame) ve *Cladosiphon okamuranus* (mozuku) ile kırmızı alglerden *Gelidium crinale* (tengusa) Japonya'da geleneksel olarak tüketilmektedir. Ayrıca deniz yosunları, çeşitli endüstriyel uygulamalar için aljinat, agar ve karajenan yani jelatinimsi madde kaynağı olarak özellikle Asya'da hasat edilmekte veya yetiştirilmektedir. *Laminaria* sp. aljinat ve fukoidan gibi çözünür lifler ve ayrıca fukoksantin ve fukosterol gibi yağda çözünen bileşenleri içerir, ayrıca

magnezyum, iyot, kalsiyum, demir ve çinko gibi mineraller açısından özellikle zengindir (Shirosaki ve Koyama, 2011).

Alg-bazlı gıda ürünlerinde temel alg ürünleri proteinler, karbonhidratlar, DHA (hokosaheksaenoik asit) ve pigmentlerdir. Bu ürünler yağ ve toz şeklinde takviye gıdalar olarak kullanılır. Alg-bazlı ürünler günlük gıdalarda, tatlılarda, dondurmalarda, hamur işlerinde, çikolata barlarda, 3D baskılı kurabiyelerde, et analoglarında ve içeceklerde kullanılmaktadır (Oliveira ve Bragotto, 2022). Alg türevleri gıda takviyeleri (yani toz ve yağ), bileşenler veya katkı maddeleri olarak ticarileştirilebilir (Uribe-Wandurraga vd., 2021). Mikroalg biyokütle türevlendirmesindeki ilerlemeler, içecekler, ekmek ve hamur formülasyonları için kullanılan yeni gıda ve içerik maddelerini şekillendirir (Niccolai vd., 2020; Ververis vd., 2020). Mikroalgler, biyolojik olarak erişilebilir proteinlerin umut verici bir kaynağıdır (Canelli vd., 2020). *Chlorella*, yüksek bir karbonhidrat içeriği sunar; benzer şekilde *Nannochloropsis oculata* ve *Phaeodactylum tricornutum*, etkileyici omega-3 fabrikaları olarak işlev görür (Niccolai vd., 2019).

Mikroalg bazlı gıda türleri ve türevleri oldukça çeşitlidir. Algler tarafından üretilen ana doğal pigmentler klorofiller (yeşil), karotenoidler (sarı/turuncu/kırmızı), antosiyanin (kırmızı/mavi) ve betanindir (kırmızı) (Cerón-García vd., 2018). Algal pigmentler katkı maddesi olarak kullanılır. Örneğin karotenoidler *Arthrospira platensis, Chlorella* sp., *Haematococcus pluvialis, Isochrysis galbana, Karlodinium veneficum, Nannochloropsis gaditana, Scenedesmus almeriensis* ve *Tetraselmis suecica* türlerinden elde edilir (Cerón-García vd., 2018; García-Vaquero vd., 2021).

Alg biyokütlelerinden (*A. platensis, Chlorella* spp., *Dunaliella salina, H. Pluvialis, Nannochloropsis* spp., *N. gaditana, Phaeodactylum tricornutum, Porphyridium* sp., *Pyrocystis lunula, Scenedesmus* sp., *Tetraselmis* sp.) pigmentler, antioksidanlar, omega-3, fikobiliproteinler, şekerler ve polisakkaritler elde edilir (Carrasco-Reinado vd., 2019; Araújo vd., 2021). Dünya Sağlık Örgütü'ne göre, dünya nüfusunun %60'ından fazlası yeterince yemek yemiyor, yani yiyeceklerden yeterince protein alamıyorlar. Mikroskobik algler, insanlar için gerekli olan büyük miktarlarda eksiksiz proteinler içerdiklerinden bu sorunu çözebilir (Koyande vd., 2019).

Bilimsel literatürlerde *Chlorella*, *Scenedesmus*, *Chlamydomonos*, *Spirulina*, *Nostoc* gibi mikroalg türlerinin protein ve diğer mikroalglerin treonin, valin, fenilalanin, lösin, izolösin, lizin, metiyonin vb. tüm temel amino asitleri içerdiğine dair kanıtlar vardır. Tam protein kaynağı olarak, yoğun bir mikroalg kültüründe yetiştirme koşulları değiştirilerek, protein içerikleri %8 ila %58, karbonhidratlar %6 ila %37 ve

yağlar %4 ila %85 arasında değişen *Chlorella* biyokütlesinin üretilebileceği gösterilmiştir (Bodnar vd., 2016).

Protein kaynağı olarak algler (*A. platensis, C. vulgaris*) alg unu ve 3D baskılı kurabiyelerde (Uribe-Wandurraga vd., 2021), buğday ekmeği formülasyonunda (*Isochrysis galbana, N. gaditana, S. almeriensis, T. suecica*) (García-Segovia vd., 2017), yoğurt ve çikolatalı sütlerde (*A. platensis) (*Barkallah vd., 2017; Oliveira vd., 2021), diyet takviyelerinde/antioksidatif (*A. platensis, Chlorella* sp.) *(*Kejžar vd., 2021) olarak kullanılmaktadır. Yine, çeşitli içeceklerde protein ve şeker takviyesi olarak *A. platensis* ve *Chlorella* sp. *(*Aljobair vd., 2021) alg bazlı gıda türleri ve türevlerinde kullanılmaktadır.

Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesi) (US FDA), belirli amaçlar için ve belirli şartlara uyulduğunda, bazı katkı maddelerini GRAS (genel olarak güvenilir, zararsız kabul edilen anlamına gelir) olarak kabul etmiştir. Mikroalg türlerinden *A. maxima, A. platensis, Chlamydomonas reinhardtii, C. protothecoides, D. bardawil, H. pluvialis, Prototheca moriformis, Schizochytrium* sp. ve *Ulkenia* sp. GRAS olarak onaylamıştır. Yine, diyet takviyelerinin ve diyet takviyesi bileşenlerinin güvenliğini inceleyen komite (DSI-EC, USP-NF) *Spirulina*'nın (*A. platensis* ve *A. maxima*) takviye gıda olarak kullanımına onay vermiştir.

Protein içeriği, alg grupları arasında büyük farklılıklar gösterir. Yapılan araştırmalarda ipliksi bir mavi-yeşil alg olan *A. platensis* (*Spirulina*) ve tek hücreli yeşil alg *Chlorella* spp.'nin proteince zengin olduğu gösterilmiştir. *A. platensis* %55–%70, *C. vulgaris* %42–%55 arasında (kuru ağırlık) protein konsantrasyonlarına sahiptir (Matos, 2019). Bu algler aynı zamanda yumurta ile karşılaştırılabilecek bir amino asit profiline sahiptirler. Özellikle insanların sentezleyemediği ve gıdalardan elde etmesi gereken tüm temel amino asitleri içerirler. Bu türlerden ticari olarak üretilen protein tozları, protein tabletleri fonksiyonel gıda ve gıda takviyesi olarak güvenle kullanılmaktadır (FDA, 2016). Hayvansal et tüketimi talebini azaltarak, çevre ve insan sağlığı için sürdürülebilir bir protein kaynağı olan et analoglarını üretirken mikroalg proteinleri kullanılabilir. Bu nedenle, hayvansal protein arzının değiştirilmesi, tüketicinin damak tadına uygun alg bazlı fonksiyonel bileşenlerin geliştirilmesi gerekir. Market Analysis Report (2022)'a göre, küresel protein takviyeleri pazar büyüklüğü 2021'de 20.47 milyar dolar değerindedir ve 2021'den 2030'a kadar %8.5'lik bir bileşik yıllık büyüme oranında genişlemesi beklenmektedir. Rapora göre, hayvan bazlı protein takviyeleri, 2021'de %65'in üzerinde bir gelir payı ile pazara öncülük etmiştir. Protein tozu, %60'ın üzerinde bir gelir payıyla pazara hakimdir. Hayvan bazlı gıdalar, peynir altı suyu, kazein, yumurta, tavuk ve sığır eti dahil olmak üzere et ve süt proteinlerini içermektedir. Tüm gerekli amino

asitleri içerdikleri için de geleneksel olarak tam proteinler olarak kabul edilirler. Süt, peynir altı suyu ve kazein proteinlerini çıkarmak için kullanılan temel hammaddedir. Soya da ayrıca bitki bazlı protein için önemli bir hammaddedir. Fakat et, süt ve soya fasulyesi dahil olmak üzere hammadde fiyatlarında arz kısıtlamaları nedeniyle oluşan istikrarsızlığın protein takviyesi fiyatlarında dalgalanmalara yol açması beklenmektedir. Bu durumda, hayvansal kaynaklardan elde edilen proteinlerin fiyatlarının artması, üreticileri daha ucuz alternatifler aramaya itiyor. Soya, kanola, pirinç, buğday ve bezelye gibi bitki bazlı proteinler, takviye olarak giderek daha popüler hale geliyor. Ancak bu bitkiler de gıda, yem, yağ, enerji vb. çeşitli alanlarda ihtiyaç duyulan temel hammaddelerdir. Dolayısıyla, çeşitli şirketler, ürünlerin besin içeriğini artırmak için yeni uygulamalar geliştirerek, yeni fırsatlar aramaktadır. Algler, hızlı üreme potansiyelleri, sürdürülebilirliği ve çevre dostu üretim yapılabilmesi nedeniyle, gıda inaovasyonunda yenilikçi gıda üreticilerine mükemmel fırsat sunar. Aynı zamanda, alglerin birçok insanın hala keşfetmesi gereken büyük sağlık yararları vardır.

Ticari olarak gıda takviyeleri kategorisinde bulunan alg tabletleri ya da tozları, proteinin yanı sıra vitamin ve mineral takviyelerini de içerir. Algal biyoaktif maddeler ve probiyotikler içeren alg ürünlerinden üretilen yeni yiyecekler, fonksiyonel özellikteki gıdalar hamile ve emziren kadınlar ile sporcular için mükemmel takviyelerdir. Son yıllarda oldukça artan vegan ve vejetaryenler için de bitki bazlı takviye gıda olarak algal fonksiyonel gıdalar güvenle tüketilebilir niteliktedir.

Makroalglerdeki protein içeriği mikroalglerden daha azdır. Deniz yosunlarındaki amino asit bileşimi analizlerinin çoğunda, yüksek oranda glutamik asit ve aspartik asit içerdiği görülmüştür (Lourenço vd., 2002; Holdt ve Kraan, 2011). Bu amino asitler, protein bileşenleri ve serbest amino asitler veya bunların tuzları olarak ortaya çıkar. İnsanlar için glutamat, deniz yosunundaki karakterizasyonundan dolayı umami olarak adlandırılan beşinci temel tat olan iştah açıcılığın ana bileşenidir (Ninomiya, 2002). Kırmızı alglerde bol miktarda, örneğin Nori'nin (*Porphyra* cinsinden yenebilir bir makroalg) 100 gramında (kuru ağırlık) ∼1–1,3 g taurin amino asidi bulunur. Taurin, yetişkinler için bir esansiyel amino asit olmasa da kan dolaşımındaki kolesterolü düşüren ve kompleks yapan safra asitlerinin bir bileşenidir (Niwa vd., 2008; Medeiros ve Wildman, 2019). Dolayısıyla, alglerden elde edilen yüksek değerlikli ürünler, protein ve diğer besin içeriklerini artırmak için birçok gıdaya eklenebilir. Bu nedenle makroalgal ve mikroalgal gıdalara yönelik küresel talep gün geçtikçe artmaktadır.

Lipitler, tüm canlı organizmalar için zarların bileşenleri, enerji depolama bileşikleri ve hücre sinyal molekülleri olarak gereklidir. Çok farklı sucul ekosistemlerde gelişen algler, karasal bitkilerde bulunmayan bir dizi benzersiz biyoaktif, karmaşık, egzotik lipidleri ve yağ asitleri üretirler. Alg lipitleri, yüksek bitkilere benzer fosfolipitler, glikolipidler (glikosilgliseritler) ve polar olmayan gliserolipidler (nötr lipitler) ile betain ve belirli bir cins veya türün özelliği olabilecek bazı sıra dışı lipitlerden oluşur. Alg lipitleri, beslenme açısından önemli n-3 çoklu doymamış yağ asitlerinin (PUFA'lar) alternatif kaynakları olarak çok büyük ticari değere sahiptir. Bu nedenle, fonksiyonel gıda formülasyonlarında bileşenler olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır (Kumari vd., 2013).

Mikroalgler; zooplankton, balık ve diğer çok hücreli organizmalar için birincil DHA ve EPA kaynaklarıdır ve bu esansiyel yağ asitleri (EFA'lar), besin ağında giderek daha fazla yoğunlaşmaktadır. Dinoflagellatlar DHA açısından zengin, diyatomeler EPA açısından zengindir. Besin ağı yoluyla, balık yağları hem DHA hem de EPA açısından zengindir. Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) yetişkinler için günde maksimum 1 g DHA alımını, diyet takviyelerinde kullanım için güvenli olduğunu bildirmiştir. Yeni bir gıda olarak nitelendirilen mikroalg *Schizochytrium* sp.*,* DHA içerir ve yağ açısından zengindir. EFSA, Bu yeni gıdanın toksisitesine ilişkin herhangi bir endişe olmadığını onaylamıştır (EFSA, 2020). Yüksek oranda çoklu doymamış yağ asitleri (özellikle DHA) içeren bir mikroalg olan *Schizochytrium* hem gıda takviyesi hem de farmasötik olarak kullanılan çeşitli biyoaktif bileşikler içerirler. Yüksek DHA içeriğine sahip olduğu için bu mikroalg balık yağına alternatif olarak kullanılabilir. Alglerden elde edilen (örn., *Schizochytrium* sp.) DHA, içeceklerin zenginleştirilmesi için emülsiyon olarak kullanılmaktadır (Singh vd., 2019).

Mikroalgler, esas olarak esterlenmiş doymuş ve doymamış yağ asitlerinden oluşan lipidler açısından zengindir. Diyatomelerden *Chaetoceros muelleri* ve *Isochrysis galbana* yüksek lipid içeriğine sahiptir. *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus obliquus* 14 ila 18 zincir uzunluklu doymuş yağ asitleri, mono-, di- ve çoklu doymamış yağ asitleri içermektedir. Omega-3 (n-3) içeriği de yüksektir. Palmitoleik, oleik, palmitik, cis-5,8,11,14,17-eikosapentaenoik, araşidonik ve g-linolenik asitler gibi yağ asitleri, mikroalg *N. salina*'dan ekstrakte edilmiştir (Pereira vd., 2009, Aliev ve Abdulagatov 2017, Dolganyuk vd., 2020).

Deniz makroalglerinde fosfolipidler ve glikolipidler kuru ağırlık olarak %2–%4,5'i aşmaz. Bunlardan uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA'lar) ve karotenoidler fonksiyonel gıdalar olarak en dikkat çekici olanlardır (Wells vd.,

2017). İki genel PUFA ailesi vardır: linoleik asitler (n-6 veya omega-6 yağ asitleri) ve α-linolenik asitler (n-3 veya omega-3 yağ asitleri). Uzun zincirli PUFA'lar, balıklardaki çoğu omega yağ asidinin kaynağı olan planktonik alglerle deniz alg lipidlerinin önemli bir bölümünü içerir. Bu PUFA'ların en önemlileri, esansiyel yağ asitleri (EFA'lar), eikosapentaenoik asit (EPA) ve dokosaheksaenoik asit (DHA) ve bunların öncüleri α-linolenik asit (ALA) ve dokosapentaenoik asittir (DPA) (Cottin vd., 2011). EPA, birçok deniz makroalglerinde, özellikle kırmızı alglerde, araşidonik asit (n-6) ile birlikte baskın PUFA'dır. Örneğin, *Palmaria palmata*'da EPA, toplam yağ asidi içeriğinin %50'ye kadarını oluşturmaktadır (van Ginneken vd., 2011). İnsanlar ve hayvanlar ALA'yı gerekli seviyelerde EPA ve DHA'ya dönüştüremezler, bu nedenle bu EFA'ların diyet kaynakları insan ve birçok hayvanın sağlığı için kritik öneme sahiptir. Alglerden elde edilen DHA ve EPA uzun zincirli omega-3 yağ asitlerinin insanlar üzerindeki sağlık yararları bilimsel çalışmalarla belirtilmiştir. Yapılan klinik araştırmalar, DHA ve EPA açısından zenginleştirilmiş yağların beslenmeyi güçlü bir şekilde desteklediğini ve sağlık yararları olduğunu göstermiştir (Wells vd., 2017). Bu nedenle, bebek mamaları ve bazı diğer gıda kategorileri (süt ürünleri, unlu mamuller, yumurtalar ve alkolsüz içecekler) ve pazarlanan beslenme ürünleri artık alg türevli DHA ile desteklenmektedir. Algal DHA ekstraktları, makul derecede küçük dozlarda plazma lipoproteinlerini değiştirerek insanlarda başka kardiyovasküler koruyucu etkiler üretebilir. Yine, algal DHA takviyelerinin vejetaryenler gibi düşük esansiyel yağ asidi alımları olabilecek gruplar için sağlık yararları vardır (Cottin vd., 2011).

Polisakkaritler, alglerde enerji depolama ve yapısal elementler olarak kullanılır. Alg polisakkaritleri yaygın olarak ve çoğu zaman bilmeden tüketilen alg kökenli gıdalarda kullanılır. Düzenleyici kurumlar tarafından genel olarak yararlı ve güvenli kabul edilen seviyelerde içeceklere, et ve süt ürünlerine ve dolgu maddelerine küçük miktarlar dahil edilirler (Babich vd., 2022). İnsanlar kompleks polisakkaritleri genellikle sindiremezler. Diyet lifi olarak bilinen bu dirençli polisakkaritler, kalın bağırsakta mikrobiyomun enzimatik yeterliliğine bağlı olarak değişen derecelerde fermente edilirler. ABD'de bir besin maddesi olarak kabul edilen 'diyet lifi', "bozulmamış bitkilerde bulunan sindirilmeyen karbonhidratlar ve lignin" içerir. Fiziksel veya kimyasal yollardan fizyolojik faydalar sağlayan fermente edilmemiş veya kısmen fermente edilmiş lif, diyet lifi tanımını karşılar. 'Fonksiyonel lif' insanlarda beslenmenin ötesinde, belirgin faydalı fizyolojik etkilere sahip izole edilmiş, sindirilmemiş karbonhidrat fraksiyonudur. 'Toplam lif', diyet lifi ve fonksiyonel lifin toplamıdır (Medeiros ve Wildman, 2019). Makroalglerden yeşil ve kırmızı alglerde toplam lifin %52 ila %56'sını, kahverengi alglerde %67 ila %85'ini

‘çözünür lif’ içerir. Çoğu kalın bağırsakta fermente ürünlere dönüşür ve insana fayda sağlar. Prebiyotik etkiler göstererek sindirim sonuçlarını etkiler. Bu faydalı etkiler diyabet, hipertansiyon ve kardiyak kalp hastalığı riskinin azalmasını içerebilir (Babich vd., 2022). Yaygın olarak yararlı diyet takviyeleri olarak kabul edilen mikroalg cinsleri *Arthrospira* (*Spirulina*), *Aphanizomenon*, *Chlorella*, *Dunaliella*, *Haematococcus*, *Scenedesmus*, *Odontella* ve *Porphyridium*’dur.

Dominant alg polisakkaritleri, kahverengi makroalglerdeki aljinatlar ve kırmızı, kahverengi ve yeşil deniz alglerinde yaygın olan makro ve mikroalglerin sülfatla esterlenmiş polisakkaritleridir. Aljinat, kuru kütlesinin %14 ila %40'ını oluşturan kahverengi alglerin ana polisakkaritidir. İlk olarak *Laminaria* sp.’den izole edilmiştir. Kahverengi algler insan gıdası olarak doğrudan uzun yıllardır tüketilmektedir. Aljinatın yararlı etkileri, toksinleri absorbe etme, kolesterol alımını azaltma, kolonik bakteri profillerini değiştirme ve kısa zincirli yağ asitleri üretme yeteneğini içerir (Brownlee vd., 2005). Aljinatların metal şelatlama yetenekleri, onları insan bağırsağındaki toksik elementlerin değerli temizleyicileri yapar. Ayrıca, diyet aljinatları tokluk hissi sağlar, bu da kilo kontrolü için önemlidir. Yapılan araştırmalar aljinatın terapötik bir adjuvan, ilaç taşıyıcı, yara iyileştirme materyali ve biyolojik yapı iskelesi olarak kullanıldığında yumurtalık kanseri, melanom, karaciğer kanseri ve meme kanserinde antitümör immün etkinliğini iyileştirebileceğini göstermektedir (Fan vd., 2019).

Makroalglerden kahverengi algler, özellikle Asya ülkelerinde, bir besin türü olarak insanlar için ekonomik açıdan oldukça önemlidir. İçerdikleri yüksek mineral ve eser elementler, aljinatlar, manitol ve iyot gibi biyolojik ürünlerin doğal kaynağı olarak kullanılırken, besin ve ilaç geliştirme için de araştırılmaktadırlar. Kahverengi alglerdeki aljinatlardan sonra ana polisakkaritler arasında bir enerji rezervi olan β-glukanlar (laminaranlar) ile diyet lifi tanımlarına uyan selüloz ve heteroglikanlar bulunur. Bunlar makroalgin hücre duvarının yapısal bileşenleridir.

Sülfatlanmış heteroglikanlar olan ulvanlar deniz marulu olarak bilinen yeşil makroalg *Ulva* üyelerinden çıkarılır. *Ulva*, sağlığı geliştiren bir dizi biyoaktif bileşen içeren yenilebilir deniz yosunlarıdır. Ekstraktlarının in vitro biyoaktiviteleri arasında antibakteriyel, antiviral, antioksidan, antikoagülan, antihiperlipidemik, immünomodülatör ve antikanser etkileri vardır. *Ulva*'nın fermantasyon sırasında kolayca sülfide dönüştürülen serbest sülfat açısından zengin olabileceğidir, bu nedenle günde 20 g’dan fazla kuru, işlenmemiş deniz yosunu tüketimi olumsuz (ve kötü kokulu) sağlık etkilerine sahip olabilir (Ertürk ve Taş, 2011; Kidgell vd., 2019). *Ulva*, gastrointestinal sağlığı destekleyen ve

kronik hastalıkların insidansında bir azalma ile bağlantılı olan diyet lifi bakımından yüksektir. Jelleşen, sülfatlanmış bir polisakkarit olan çözünür lif ulvan, hücresel sinyali modüle etme kapasitesine sahiptir. Hem bitki hem de hayvan sistemlerinde üretkenlik ve sağlık üzerinde yararlı etkileri vardır (Kidgell vd., 2019).

Sülfatlanmış galaktanlar olan karajenanlar kırmızı alg (en çok Gelidiales, Gigartinales ve Gracilariales üyelerinden türetilir) polisakkaritleridir. Karajenanlar gıda, eczacılık ve kozmetikte umut verici bir ikame edici özelliğe sahiptir. Kırmızı algler besin açısından önemli olan florid nişastasını içerir ve bunların sülfatlanmış galaktanlarının son yıllarda insan sağlığı açısından önemli olan antiviral, immünomodülatör, antikoagülan, antioksidan ve antikanser gibi çok sayıda biyolojik aktiviteyi başlattığı veya modüle ettiği bilinmektedir (Jiang vd., 2021).

Kahverengi alglerde özellikle Fucales (F*ucus vesiculosus*) ve Laminariales (*Saccharina japonica-Laminaria japonica*) üyelerinde bulunan fukoz açısından zengin polisakkaritlerden olan fukoidanlara ilgi oldukça artmıştır. Son zamanlarda yapılan birçok in vitro ve in vivo çalışmalarda, fukoidanların farklı kanser türlerinde antikanser özelliği gösterdiği ve sonuçların fukoidanların tümör ilerlemesine karşı yeni ilaçların geliştirilmesi için potansiyel kullanımını kanıtladığı göstermiştir (Tripathi vd., 2021).

Alg hücreleri önemli miktarda mineral bileşenler de içerir (Örn., *Spirulina* biyokütlesi 528 mg/kg'a kadar demir, fosfor-8000, potasyum-14.300, magnezyum-1660, manganez-22, çinko-33 ve selenyum-0.4 mg/kg). Hatta sütten daha fazla (10.000 mg/kg'a kadar) kalsiyum içermektedir (Rotter vd., 2021). Deniz makroalglerinde yüksek oranda iyot ve demir vardır. Dolayısıyla algler mineral ve metal besin takviyeleri olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Örneğin, guatr ve diğer tiroid bozukluklarının görülme sıklığı iyot içeren alglerin insanlar tarafından tüketilmesiyle azalabilir. Algler, insan diyetleri için potansiyel olarak zengin bir demir kaynağıdır.

Algler; klorofiller, karotenler, ksantofiller ve fikobiliproteinler gibi fotosentetik pigmentler içerirler. Bütün alg gruplarında klorofil-a ve β-karoten bulunur. Mavi-yeşil algler bir pigment kaynağı olarak da kullanılmaktadır. Bu pigmentlerin endüstriyel üretimi için *Spirulina,* yetiştiriciliği yapılan tek türdür. Klorofiller Japonya'da (balık ezmeleri ve diğer mutfak ürünlerinde) ve Avrupa'da (sıvı yağlar, katı yağlar, aromatik esanslar) renklendirme için kullanılır. Yine, mavi-yeşil alg *Phormidium*'dan fikosiyanin (mavi renkli) pigmenti elde edilir. Mavi pigment doğada çok az bulunduğundan, gıda boyalarında doğal pigment kaynağı olarak mavi-yeşil algler önemli bir potansiyele sahiptir.

Karotenoidler muazzam renk yelpazesini sağlayan organik pigmentlerdir. Ancak bu karotenoidlerin tek işlevi renklendirme değildir, aynı zamanda antioksidan özelliklere de sahiptirler. Yaşam tarzının sebep olduğu hastalıklardaki artış, araştırmacıları bunların nedenlerini anlamaya yöneltiyor. Bu hastalıklar küresel endişeler oluşturuyor ve araştırmacıları alternatif çözümler bulmaya zorluyor. Obezite, düşük insüline bağımlı diyabet, nörolojik bozukluk ve kanser gibi hastalıklar daha sık ortaya çıkıyor ki bu da temel olarak şeker, rafine tahıl unu ve tatlandırılmış içecekler gibi yüksek kalorili gıdalara yönelik diyet modelindeki değişikliklerle bağlantılıdır (Kwon vd., 2007). Zaman, daha iyi bir kalori ve faydalı besin dengesi nedeniyle bu hastalık sorunlarını azaltmaya yardımcı olabilecek geleneksel beslenme modellerine dönüşü gerektirir (Mohanty ve Singhal, 2018).

Algal fotosentetik pigmentlerin karotenoidler grubunda yer alan β-karotenler, A vitamininin öncüleridir ve doğal β-karoten antioksidan görevi görür. Örneğin, yeşil mikroalg *Dunaliella salina*'nın çeşitli suşları β-karoten biriktirebilir (~%8, kuru ağırlık). US FDA, *D. salina*'nın toz formunun gıda ürünlerinde bir bileşen olarak kullanılmasına (GRAS) izin vermiştir. Karotenoidlerin diğer bir ana kaynağı, yeşil mikroalg *Haematococcus pluvialis*'tir. Bu tür, piyasada çok değerli bir karotenoid olan astaksantini önemli konsantrasyonlarda biriktirebilmektedir. Bu nedenle nutrasötik pazarında *H. pluvialis*'den üretilen astaksantinin ticari önemi oldukça büyüktür.

Vitaminler diyetle alması gereken, temel enzim kofaktörleri için öncü görevi gören ve temel metabolik işlevler için gerekli olan organik mikro besinlerdir. Eksikliğinde çeşitli hastalıklar görülür. Makro ve mikroalglerin çoğu çeşitli vitaminler içerir (provitamin A (β-karoten), B_1 (tiamin), B_2 (riboflavin), B_3 (niasin), B_6 (piridoksin), B_{12} (kobalamin), C, E (α-tokoferol) vitaminleri). Örneğin, mikroskobik algler 13 vitamini biyosentezleyebilirken, balık yağı bunlardan sadece 6 tanesini içerir. *C. vulgaris*, *S. elongates* ve *S. platensis*'in biyokütlesindeki tiamin, riboflavin, folik asit ve provitamin A gibi vitaminlerin konsantrasyonu, yüksek karasal bitkilerden daha yüksektir. *Nostoc* ve *Microcystis* cinsine ait algler, B12 vitaminini büyük miktarlarda biriktirirler (Nandagopal vd., 2021). Dolayısıyla, alg gıdaları bu temel mikro besinlerin geniş bir yelpazesi için mükemmel bir kaynaktır. Örneğin, B_{12} vitamini yüksek bitkilerce sentezlenmez. Bu nedenle, sebze ve meyvelerle beslenen katı vejetaryen veya vegan diyetleri uygulayan insanlar arasında kobalamin eksikliği yaygındır. Bu eksikliği kapatmak için algal gıdalar önemli bir alternatiftir.

Algler, flavonoidler ve fenolik asitler gibi fenolik bileşikler içerir. Flavonoidler, bitkideki pigmentlerden ve renklerden sorumlu olan polifenoller

açısından zengin fitobesinlerdir. Bu fitokimyasallar antioksidan görevi görür. Özellikle kahverengi makroalgler toplam fenolikler açısından zengindir. Düzenli beslenme planına algal fonksiyonel gıdaların eklenmesi birçok nörolojik hastalıklara yakalanma riskini azaltabilir. Bu nedenle, önemli fonksiyonel gıda potansiyeline sahip olan algal gıdaların, içerdiği protein, karbonhidrat ve lipidlerin yanı sıra, doğal antioksidanlar, vitaminler, mineraller vb. bakımından zenginliği nedeniyle besin takviyeleri olarak kullanımına ilgi artmıştır.

4. SONUÇ

Yapılan çok sayıda araştırma alglerin nutrasötik ve fonksiyonel gıda potansiyelini kanıtlarla ortaya koymaktadır. Algler, insan vücudunun ihtiyaç duyduğu benzersiz bir bileşen kompleksi içerir. Mikroalgal biyokütle, yüksek değerli kimyasallar, biyoenerji, gıda, yem ve diğer biyoteknolojik uygulamaların üretiminde kullanılan biyoaktif maddelerin biyolojik sentezi için gerçek "fotosentetik hücre fabrikaları"dır. Makroalgler de fonksiyonel gıda, nutrasötikler ve kozmesötikler olarak kullanılabilen biyomolekülleri (esas olarak polisakkaritler ve karotenoidler) içermektedir. Alg hücreleri proteinler, karbonhidratlar, yağ asitleri, vitaminler ve mikro ve makro elementler açısından sadece niceliksel olarak değil, aynı zamanda niteliksel olarak da zengindir. Dolayısıyla, algler biyomoleküllerin ve biyokütlenin umut verici ve sürdürülebilir doğal kaynaklarıdır. Dünyada algal fonksiyonel gıdalara giderek artan bir talep olması nedeniyle ticari ve ekonomik değerleri bakımından da doğal ya da yetiştiricilik yoluyla alg üretiminin artması hedeflenmektedir. Çünkü, artan nüfus ve küresel iklim değişikliği nedeniyle ihtiyaç duyulan gıdalara ancak sürdürülebilir, çevre dostu ve değerli komponentlere sahip canlıların üretimiyle destek verilebilir.

Dünya çapında sağlık bilincine sahip tüketicilerin ve fitness merkezlerinin sayısının artması nedeniyle, özellikle protein içeriği zenginleştirilmiş ürünlerin ve fonksiyonel gıdaların pazarı ivme kazanıyor. Y kuşağı arasında da protein takviyelerinin popülaritesi artmaktadır. Dengeli bir diyet yoluyla sağlıklı olmaya olan ilgi birleştiğinde, önümüz yıllarda protein takviyeleri için ek talep artacaktır. İnsanların değişen yaşam tarzları, vegan/vejetaryen beslenmeyi tercih edenlerin sayısının artması, günlük beslenme gereksinimlerini karşılamak için takviyelere olan güvenin artması ve sağlık üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle alg kaynaklı protein takviyelerine ve algal fonksiyonel gıdalara olan talebin daha da artırması beklenmektedir. Yapılan pazar analizleri bunu açıkça kanıtlamaktadır.

İnsanlar için gıda katkı maddeleri olarak alglerin ve bunların ekstraktlarının yararlı etkilerine ilişkin çok değerli araştırma bulgularına rağmen, üç tarafı denizlerle çevrili Türkiye'de alg yetiştiriciliği, algal ürün üretimi ve algal ürün

tüketimi çok yetersizdir. Oysaki modern toplumlar yaşam tarzları olarak, beslenme çeşitliliği, daha iyi sağlık, yeni biyoilaçlar, doğal kozmetikler, çevre koruma ve sürdürülebilir enerji kaynakları için artan mavi biyoteknoloji (farmasötik, biyomedikal, kozmetik, nutrasötik, gıda, yem, tarım ve ilgili endüstriler) ürünlerine artan bir talep göstermektedir. Küresel olarak önemli bir ekonomik büyüme sektörü olarak kabul edilen algal biyoteknoloji alanında Türkiye'nin de yerini alması gerekir. Çünkü artan insan nüfusu, küresel iklim değişikliği ve karasal gıda kaynaklarındaki azalma gibi çeşitli nedenlerle gelecekteki gıda arzı zorluklarını düşündüğümüzde, özellikle insan gıdasının büyük bir kısmı sürdürülebilir algal üretim kaynaklarından sağlanabilir.

KAYNAKLAR

1. Aliev, A. M., ve Abdulagatov, I. M. (2017). The study of microalgae Nannochloropsis salina fatty acid composition of the extracts using different techniques. SCF vs conventional extraction. *Journal of Molecular Liquids*, 239, 96-100.

2. Aljobair, M. O., Albaridi, N. A., Alkuraieef, A. N., ve AlKehayez, N. M. (2021). Physicochemical properties, nutritional value, and sensory attributes of a nectar developed using date palm puree and *spirulina*. *Internation1al Journal of Food Properties*, *24*(1), 845-858.

3. Andreeva, A., Budenkova, E., Babich, O., Sukhikh, S., Dolganyuk, V., Michaud, P., ve Ivanova, S. (2021). Influence of carbohydrate additives on the growth rate of microalgae biomass with an increased carbohpydrate content. *Marine drugs*, *19*(7), 381.

4. Araújo, R., Vázquez Calderón, F., Sánchez López, J., Azevedo, I. C., Bruhn, A., Fluch, S., ... ve Ullmann, J. (2021). Current status of the algae production industry in Europe: an emerging sector of the blue bioeconomy. *Frontiers in Marine Science*, 7, 626389.

5. Babich, O., Sukhikh, S., Larina, V., Kalashnikova, O., Kashirskikh, E., Prosekov, A., ... ve Dolganyuk, V. (2022). Algae: Study of Edible and Biologically Active Fractions, Their Properties and Applications. *Plants*, *11*(6), 780.

6. Bagchi D. (2006). Nutraceuticals and functional foods regulations in the United States and around the world. *Toxicology, 221*(1), 1–3.

7. Barkallah, M., Dammak, M., Louati, I., Hentati, F., Hadrich, B., Mechichi, T., ... ve Abdelkafi, S. (2017). Effect of *Spirulina platensis* fortification on physicochemical, textural, antioxidant and sensory properties of yogurt during fermentation and storage. *LWT*, *84*, 323-330.

8. Blades, M. (2000). Functional foods or nutraceuticals. *Nutrition & Food Science*, *30*(2), 73-76..

9. Bodnar, O. I., Burega, N. V., Palchyk, A. O., Viniarska, H. B., ve Grubinko, V. V. (2016). Optimization of *Chlorella vulgaris* Beij. Cultivation in a bioreactor of continuous action. *Biotechnologia Acta*, *9*(4), 42-49.

10. Brown, L., Caligiuri, S. P., Brown, D., ve Pierce, G. N. (2018). Clinical trials using functional foods provide unique challenges. Journal of Functional Foods, *45*, 233-238.

11. Brownlee, I. A., Allen, A., Pearson, J. P., Dettmar, P. W., Havler, M. E., Atherton, M. R., ve Onsøyen, E. (2005). Alginate as a source of dietary fiber. *Critical reviews in food science and nutrition*, *45*(6), 497-510.

12. Canelli, G., Tarnutzer, C., Carpine, R., Neutsch, L., Bolten, C. J., Dionisi, F., ve Mathys, A. (2020). Biochemical and nutritional evaluation of *Chlorella* and *Auxenochlorella* biomasses relevant for food application. *Frontiers in Nutrition*, *7*, 565996.

13. Carrasco-Reinado, R., Escobar, A., Carrera, C., Guarnizo, P., Vallejo, R. A., ve Fernández-Acero, F. J. (2019). Valorization of microalgae biomass as a potential source of high-value sugars and polyalcohols. *Lwt*, *114*, 108385.

14. Cerón-García, M. C., González-López, C. V., Camacho-Rodríguez, J., López-Rosales, L., García-Camacho, F., ve Molina-Grima, E. (2018). Maximizing carotenoid extraction from microalgae used as food additives and determined by liquid chromatography (HPLC). *Food Chemistry*, *257*, 316-324.

15. Charalampopoulos, D., Wang, R., Pandiella, S. S., ve Webb, C. (2002). Application of cereals and cereal components in functional foods: a review. *International journal of food microbiology*, *79*(1-2), 131-141.

16. Cottin, S. C., Sanders, T. A., ve Hall, W. L. (2011). The differential effects of EPA and DHA on cardiovascular risk factors. *Proceedings of the Nutrition Society*, *70*(2), 215-231.

17. Day, L., Seymour, R. B., Pitts, K. F., Konczak, I., ve Lundin, L. (2009). *Incorporation of functional ingredients into foods. Trends in Food Science ve Technology, 20*(9), 388-395.

18. Diplock, A. T., Aggett, P. J., Ashwell, M., Bornet, F., Fern, E. B., ve Roberfroid, M. B. (1999). Scientific concepts of functional foods in Europe: consensus document. *British Journal of Nutrition*, *81*(1), 1-27.

19. Dolganyuk, V., Andreeva, A., Budenkova, E., Sukhikh, S., Babich, O., Ivanova, S., ... ve Ulrikh, E. (2020). Study of morphological features and

determination of the fatty acid composition of the microalgae lipid complex. *Biomolecules*, *10*(11), 1571.

20. EFSA Panel on Nutrition, Novel Foods and Food Allergens (NDA), Turck, D., Castenmiller, J., De Henauw, S., Hirsch-Ernst, K. I., Kearney, J., ... ve Knutsen, H. K. (2020). Safety of *Schizochytrium* sp. oil as a novel food pursuant to Regulation (EU) 2015/2283 (a). *EFSA Journal*, *18*(10), e06242.

21. Elmaliklis, I. N., Liveri, A., Ntelis, B., Paraskeva, K., Goulis, I., ve Koutelidakis, A. E. (2019). Increased functional foods' consumption and Mediterranean diet adherence may have a protective effect in the appearance of gastrointestinal diseases: a case–control study. *Medicines*, *6*(2), 50.

22. Eppink, M. H., Olivieri, G., Reith, H., Berg, C. V. D., Barbosa, M. J., ve Wijffels, R. H. (2017). From current algae products to future biorefinery practices: a review. *Biorefineries*, 99-123.

23. Ertürk, Ö. ve Taş, B. (2011). Antibacterial and antifungal effects of some marine algae. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, *17*(Suppl A), S121-S124.

24. European Commission (2020). *The EU Blue Economy Report.* Luxembourg: Publications office of the European Union.

25. Fan, Y., Li, Y., Zhang, J., Ding, X., Cui, J., Wang, G., ... ve Wang, L. (2019). Alginate enhances memory properties of antitumor CD8+ T cells by promoting cellular antioxidation. *ACS Biomaterials Science ve Engineering*, *5*(9), 4717-4725.

26. FDA (2016). Summary: Substances Generally Regarded As Safe (Final Rule). United States Food and Drug Administration (HHS). http://www.fda.gov/AboutFDA/ReportsManualsForms/Reports/EconomicAnalyses/ucm517103.htm.

27. García-Segovia, P., Pagán-Moreno, M. J., Lara, I. F., ve Martínez-Monzó, J. (2017). Effect of microalgae incorporation on physicochemical and textural properties in wheat bread formulation. *Food Science and Technology International*, *23*(5), 437-447.

28. García-Vaquero, M., Brunton, N., & Lafarga, T. (2021). Microalgae as a source of pigments for food applications. *In Cultured Microalgae for the Food Industry* (pp. 177-198). Academic Press.

29. Global Chlorella Market, 2022. Report ID: SQSG30G2006, Published Date: September, 2022, 165 p. https://skyquestt.com/report/chlorella-market?utm_source=linkedin-showcase-page&utm_medium=manti&utm_campaign=manti

30. Goldberg I. (1994). Functional Foods: Designer Foods, Pharmafoods, and Nutraceuticals. *An Aspen Publication, Chapman and Hall*, London, UK. pp. 3–4

31. Hafting, J. T., Critchley, A. T., Cornish, M. L., Hubley, S. A., ve Archibald, A. F. (2012). On-land cultivation of functional seaweed products for human usage. *Journal of Applied Phycology*, *24*(3), 385-392.

32. Holdt, S. L., ve Kraan, S. (2011). Bioactive compounds in seaweed: functional food applications and legislation. *Journal of Applied Phycology*, *23*(3), 543-597.

33. Hong, Y., Chen, W., Luo, X., Pang, C., Lester, E., ve Wu, T. (2017). Microwave-enhanced pyrolysis of macroalgae and microalgae for syngas production. *Bioresource Technology*, *237*, 47-56.

34. Jiang, J. L., Zhang, W. Z., Ni, W. X., ve Shao, J. W. (2021). Insight on structure-property relationships of carrageenan from marine red algal: A review. *Carbohydrate Polymers*, *257*, 117642.

35. Joint, F. A. O., & World Health Organization. (2007). *Protein and amino acid requirements in human nutrition: report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation*. World Health Organization.

36. Kaur, S., ve Das, M. (2011). Functional foods: An overview. *Food Science and Biotechnology*, *20*(4), 861-875.

37. Kejžar, J., Jagodic Hudobivnik, M., Nečemer, M., Ogrinc, N., Masten Rutar, J., ve Poklar Ulrih, N. (2021). Characterization of algae dietary supplements using antioxidative potential, elemental composition, and stable isotopes approach. *Frontiers in Nutrition*, *7*, 618503.

38. Kidgell, J. T., Magnusson, M., de Nys, R., ve Glasson, C. R. (2019). Ulvan: A systematic review of extraction, composition and function. *Algal research*, *39*, 101422.

39. Konstantinidi, M., ve Koutelidakis, A. E. (2019). Functional foods and bioactive compounds: A review of its possible role on weight management and obesity's metabolic consequences. *Medicines*, *6*(3), 94.

40. Koyande, A. K., Chew, K. W., Rambabu, K., Tao, Y., Chu, D. T., ve Show, P. L. (2019). Microalgae: A potential alternative to health supplementation for humans. *Food Science and Human Wellness*, *8*(1), 16-24.

41. Kruger, C. L., & Mann, S. W. (2003). Safety evaluation of functional ingredients. *Food and Chemical Toxicology*, *41*(6), 793-805.

42. Kumari, P., Kumar, M., Reddy, C. R. K., ve Jha, B. (2013). Algal lipids, fatty acids and sterols. *Functional Ingredients from Algae for Foods and Nutraceuticals,* (87–134). Amsterdam, the Netherlands: Elsevier. https://doi.org/10.1533/9780857098689.1.87

43. Kwon, Y. I., Apostolidis, E., Kim, Y. C., ve Shetty, K. (2007). Health benefits of traditional corn, beans, and pumpkin: in vitro studies for hyperglycemia and hypertension management. *Journal of Medicinal Food*, *10*(2), 266-275.

44. Lourenço, S. O., Barbarino, E., De-Paula, J. C., Pereira, L. O. D. S., ve Marquez, U. M. L. (2002). Amino acid composition, protein content and calculation of nitrogen-to-protein conversion factors for 19 tropical seaweeds. *Phycological Research*, *50*(3), 233-241.

45. Martirosyan, D. M., ve Singh, J. (2015). A new definition of functional food by FFC: what makes a new definition unique? *Functional Foods in Health and Disease*, *5*(6), 209-223.

46. Matos, Â. P. (2019). Microalgae as a potential source of proteins. In *Proteins: Sustainable Source, Processing and Applications* (pp. 63-96). Academic Press.

47. Matos, J., Cardoso, C., Bandarra, N. M., ve Afonso, C. (2017). Microalgae as healthy ingredients for functional food: a review. *Food & Function*, *8*(8), 2672-2685.

48. Medeiros, D. M., ve Wildman, R. E. (2018). *Advanced Human Nutrition*. Jones & Bartlett Learning.

49. Mohanty, S., ve Singhal, K. (2018). Functional foods as personalised nutrition: definitions and genomic insights. In *Functional Food and Human Health* (pp. 513-535). Springer, Singapore.

50. Nandagopal, P., Steven, A. N., Chan, L. W., Rahmat, Z., Jamaluddin, H., ve Mohd Noh, N. I. (2021). Bioactive metabolites produced by

Cyanobacteria for growth adaptation and their pharmacological properties. *Biology*, *10*(10), 1061.

51. Niccolai, A., Bažec, K., Rodolfi, L., Biondi, N., Zlatić, E., Jamnik, P., ve Tredici, M. R. (2020). Lactic acid fermentation of Arthrospira platensis (Spirulina) in a vegetal soybean drink for developing new functional lactose-free beverages. *Frontiers in Microbiology*, *11*, 560684.

52. Niccolai, A., Zittelli, G. C., Rodolfi, L., Biondi, N., ve Tredici, M. R. (2019). Microalgae of interest as food source: Biochemical composition and digestibility. *Algal Research*, *42*, 101617.

53. Ninomiya, K. (2002). Umami: a universal taste. *Food Reviews International*, *18*(1), 23-38.

54. Niwa, K., Furuita, H., ve Yamamoto, T. (2008). Changes of growth characteristics and free amino acid content of cultivated Porphyra yezoensis Ueda (Bangiales Rhodophyta) blades with the progression of the number of harvests in a nori farm. *Journal of Applied Phycology*, *20*(5), 687-693.

55. Oh, H. M., Choi, A. R., ve Mheen, T. I. (2003). High-value materials from microalgae. *Korean Journal of (Applied) Microbiology ve Biotechnology*, *31*(2), 95-102.

56. Oliveira, A. P. F., ve Bragotto, A. P. A. (2022). Microalgae-based products: Food and public health. *Future Foods*, *6*, 100157.

57. Oliveira, T. T. B., dos Reis, I. M., de Souza, M. B., da Silva Bispo, E., Maciel, L. F., Druzian, J. I., ... ve de Santana, L. R. R. (2021). Microencapsulation of *Spirulina* sp. LEB-18 and its incorporation in chocolate milk: Properties and functional potential. *LWT*, *148*, 111674.

58. Pereira, S., Zille, A., Micheletti, E., Moradas-Ferreira, P., De Philippis, R., ve Tamagnini, P. (2009). Complexity of cyanobacterial exopolysaccharides: composition, structures, inducing factors and putative genes involved in their biosynthesis and assembly. *FEMS Microbiology Reviews*, *33*(5), 917-941.

59. Radmer, R. J. (1996). Algal diversity and commercial algal products. *Bioscience*, *46*(4), 263-270.

60. Rotter, A., Barbier, M., Bertoni, F., Bones, A. M., Cancela, M. L., Carlsson, J., ... ve Vasquez, M. I. (2021). The essentials of marine biotechnology. *Frontiers in Marine Science*, 8:629629.

61. Saher, M., Arvola, A., Lindeman, M., ve Lähteenmäki, L. (2004). Impressions of functional food consumers. *Appetite*, *42*(1), 79-89.

62. Scherer, L., Svenning, J. C., Huang, J., Seymour, C. L., Sandel, B., Mueller, N., ... ve van Bodegom, P. M. (2020). Global priorities of environmental issues to combat food insecurity and biodiversity loss. *Science of the Total Environment*, *730*, 139096.

63. Shahidi, F. (2009). Nutraceuticals and functional foods: whole versus processed foods. *Trends in Food Science & Technology*, *20*(9), 376-387.

64. Shirosaki, M., ve Koyama, T. (2011). Laminaria japonica as a food for the prevention of obesity and diabetes. *Advances in Food and Nutrition Research*, *64*, 199-212.

65. Singh, H., Singh, J., Singh, S. K., Singh, N., Paul, S., Sohal, H. S., ... ve Jain, S. K. (2019). Vitamin E TPGS based palatable, oxidatively and physically stable emulsion of microalgae DHA oil for infants, children and food fortification. *Journal of Dispersion Science and Technology*, 41(11), 1674–1689.

66. Suganya, T., Varman, M., Masjuki, H. H., ve Renganathan, S. (2016). Macroalgae and microalgae as a potential source for commercial applications along with biofuels production: a biorefinery approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *55*, 909-941.

67. Tanna, B., ve Mishra, A. (2018). Metabolites unravel nutraceutical potential of edible seaweeds: An emerging source of functional food. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, *17*(6), 1613-1624.

68. Topolska, K., Florkiewicz, A., ve Filipiak-Florkiewicz, A. (2021). Functional food—Consumer motivations and expectations. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *18*(10), 5327.

69. Tripathi, R., Shalini, R., ve Singh, R. K. (2021). Prophyletic origin of algae as potential repository of anticancer compounds. In *Evolutionary Diversity as a Source for Anticancer Molecules* (pp. 155-189). Academic Press.

70. Tufarelli, V., ve Laudadio, V. (2016). An overview on the functional food concept: Prospectives and applied researches in probiotics, prebiotics and synbiotics. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, *4*(3, Suppl.), 273-278.

71. Uribe-Wandurraga, Z. N., Igual, M., Reino-Moyón, J., García-Segovia, P., ve Martínez-Monzó, J. (2021). Effect of microalgae (*Arthrospira platensis* and *Chlorella vulgaris*) addition on 3D printed cookies. *Food Biophysics*, *16*(1), 27-39.

72. van Ginneken, V. J., Helsper, J. P., de Visser, W., van Keulen, H., ve Brandenburg, W. A. (2011). Polyunsaturated fatty acids in various macroalgal species from north Atlantic and tropical seas. *Lipids in Health and Disease*, *10,* 104.

73. Ververis, E., Ackerl, R., Azzollini, D., Colombo, P. A., de Sesmaisons, A., Dumas, C., ... ve Gelbmann, W. (2020). Novel foods in the European Union: Scientific requirements and challenges of the risk assessment process by the European Food Safety Authority. *Food Research International*, *137*, 109515.

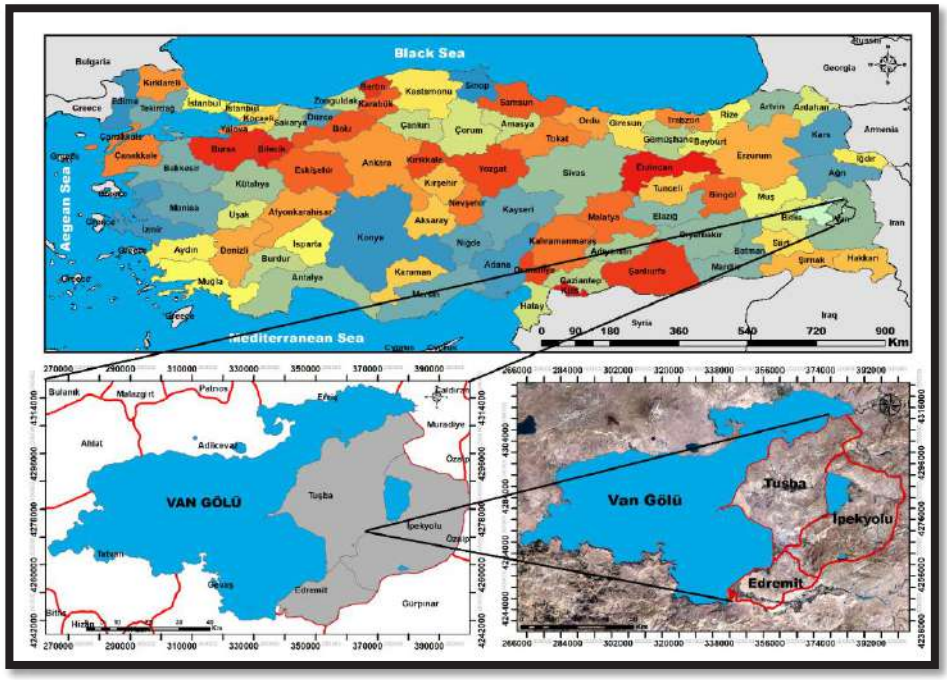
74. Wells, M. L., Potin, P., Craigie, J. S., Raven, J. A., Merchant, S. S., Helliwell, K. E., ... ve Brawley, S. H. (2017). Algae as nutritional and functional food sources: revisiting our understanding. *Journal of Applied Phycology*, *29*(2), 949-982.

75. Weststrate, J. A., Van Poppel, G., ve Verschuren, P. M. (2002). Functional foods, trends and future. *British Journal of Nutrition*, *88*(S2), 233-235.

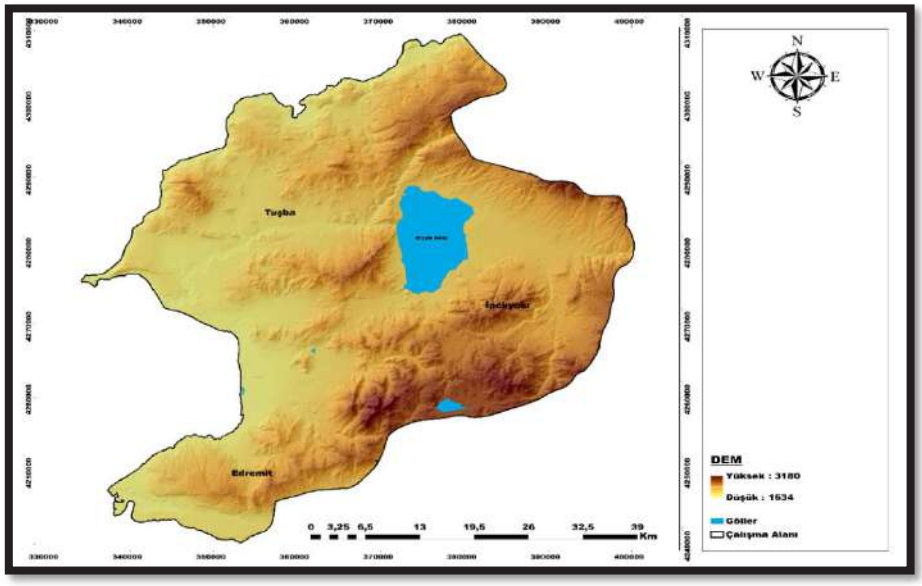
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE BAĞLI OLARAK BUĞDAY-ARPA ÜRETİMİNDEKİ DEĞİŞİMİNİN CBS KULLANILARAK DEĞERLENDİRİLMESİ: VAN MERKEZ İLÇELERİ

Araş Gör, Bulut SARĞIN[1]
Dr. Öğr. Üyesi, Siyami KARACA[2]
Burak ÖZDEMİR[3]

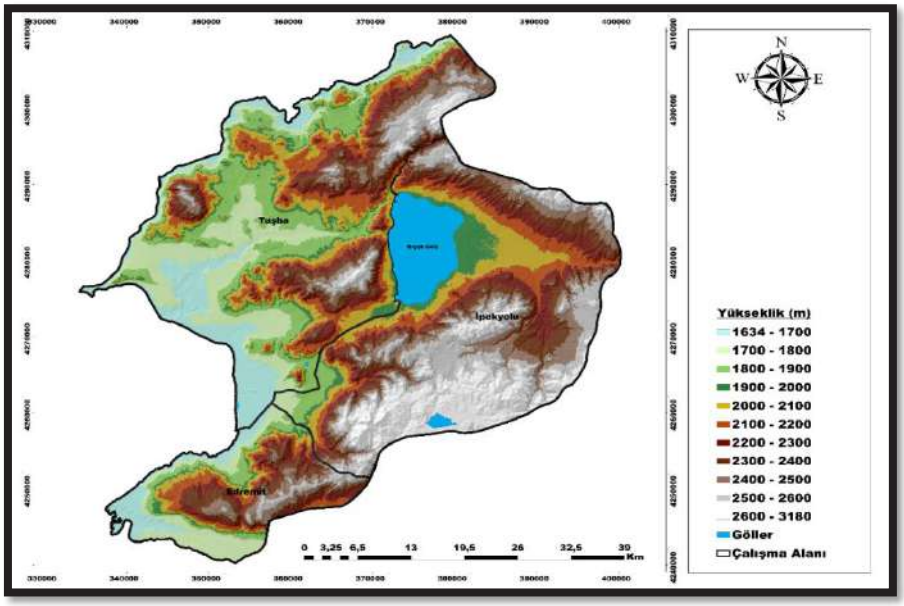
[1]Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi,
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4752-4333
[2]Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi,
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2434-1171
[3]Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi,
Tarla Bitkileri Bölümü
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7766-4919



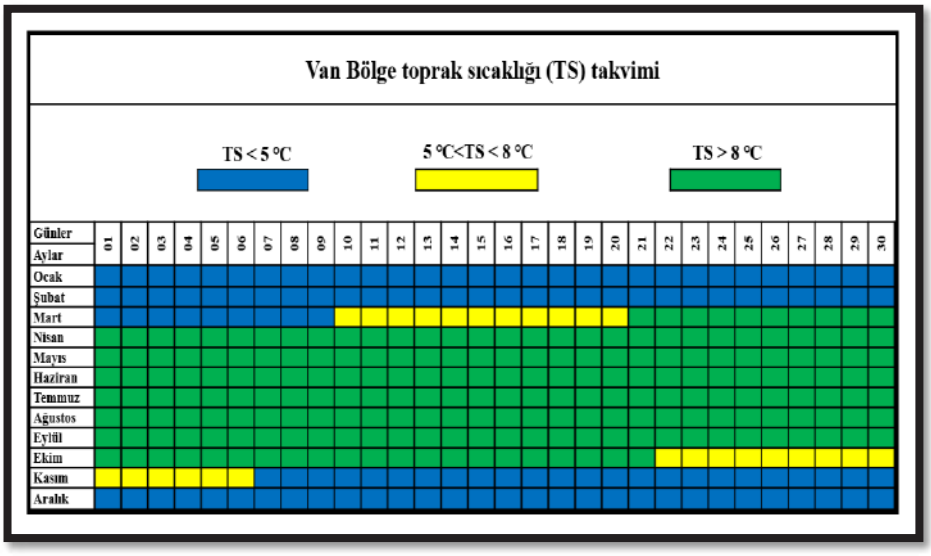
Şekil 1. Çalışma alanının konum haritası



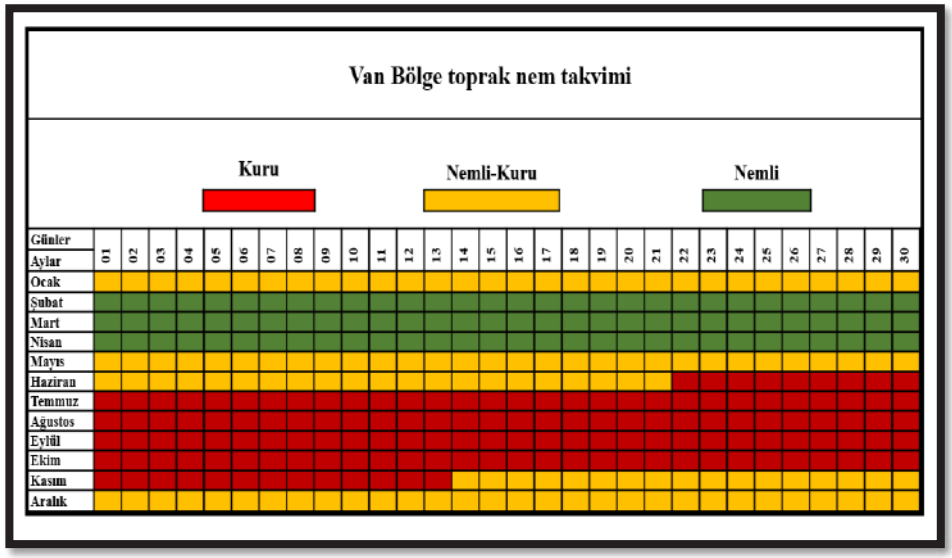
Şekil 2. Çalışma Alanı DEM Haritası



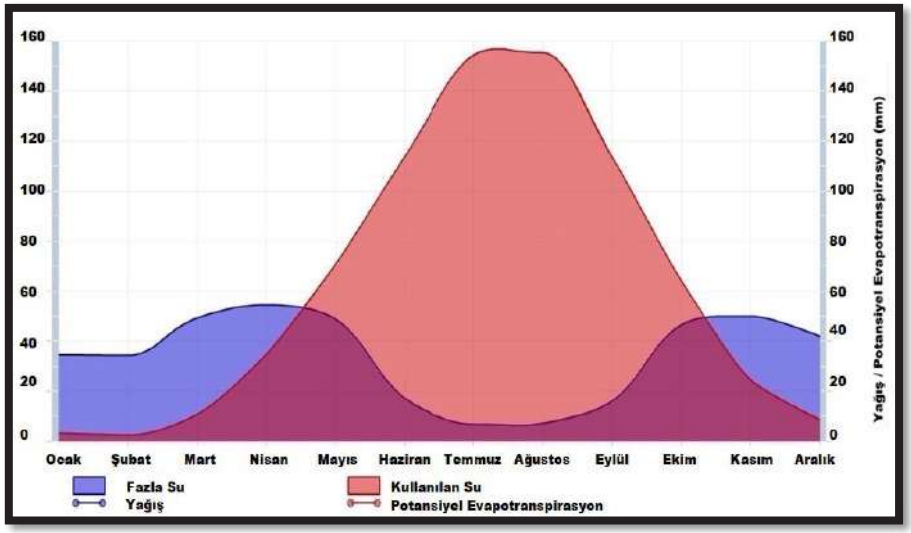
Şekil 3. Çalışma alanı yükseklik haritası



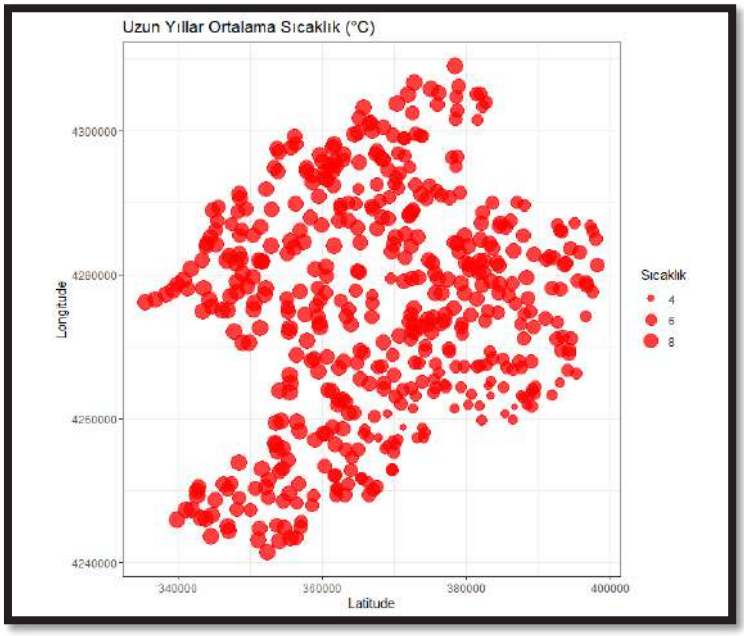
Şekil 4. Van İlinin Newhall Simülasyon Modeline (NSM) göre toprak sıcaklık takvimi (Karaca ve Sargın 2022)



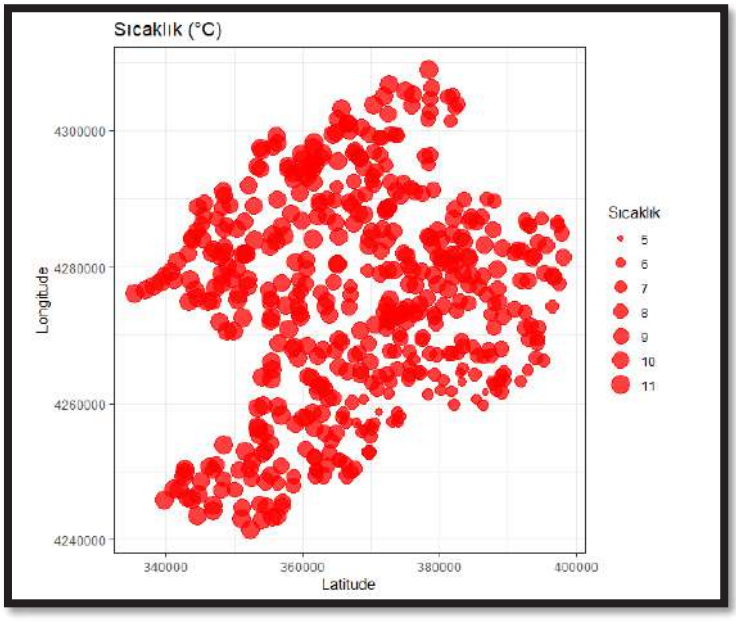
Şekil 5. Van İlinin Newhall Simülasyon Modeline (NSM) göre toprak nem takvimi (Karaca ve Sargın 2022)



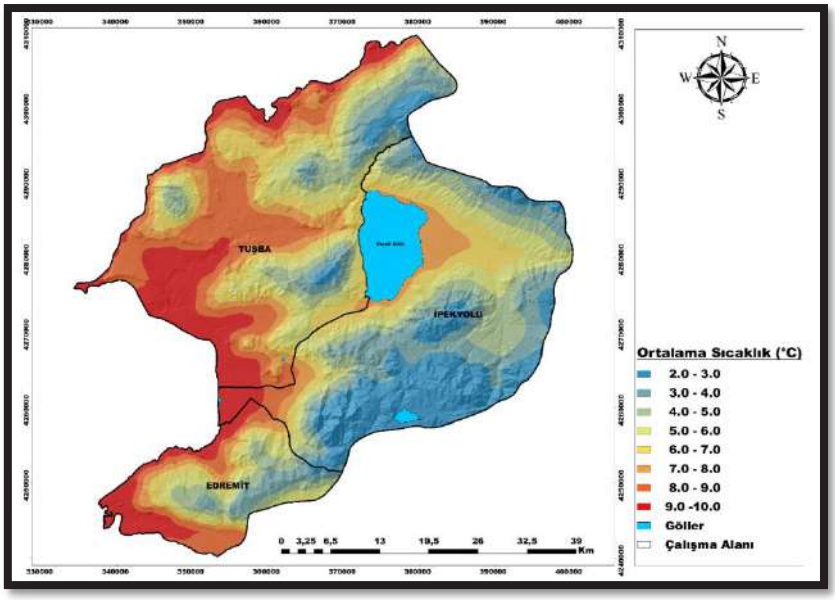
Şekil 6. Van İlinin Newhall Simülasyon Modeline (NSM) göre toprak nem bütçe dağılımı (Karaca ve Sargın 2022)



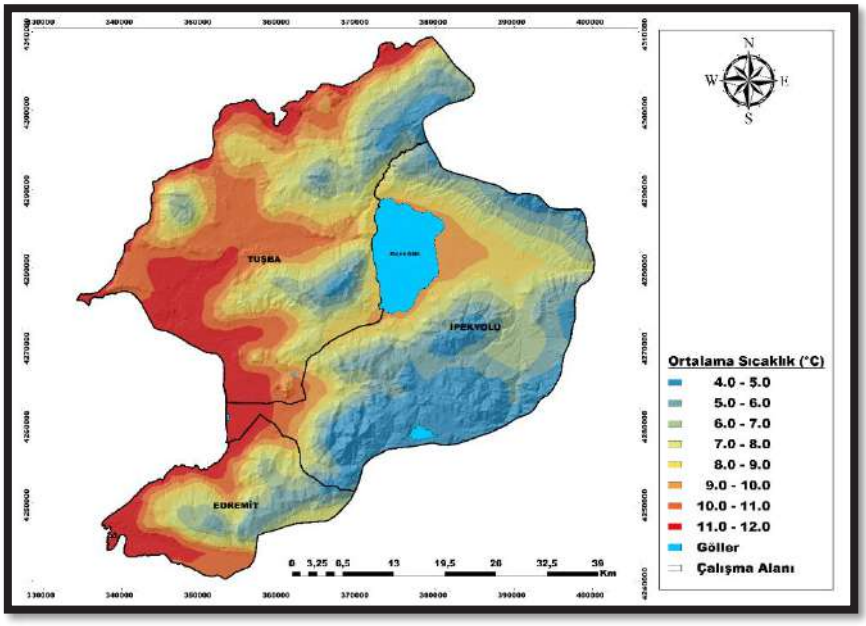
Şekil 7. Kriging interpolasyon metodu ile çalışma alanına ait uzun yıllar (1980-2021) ortalama sıcaklık nokta tahminleme haritası



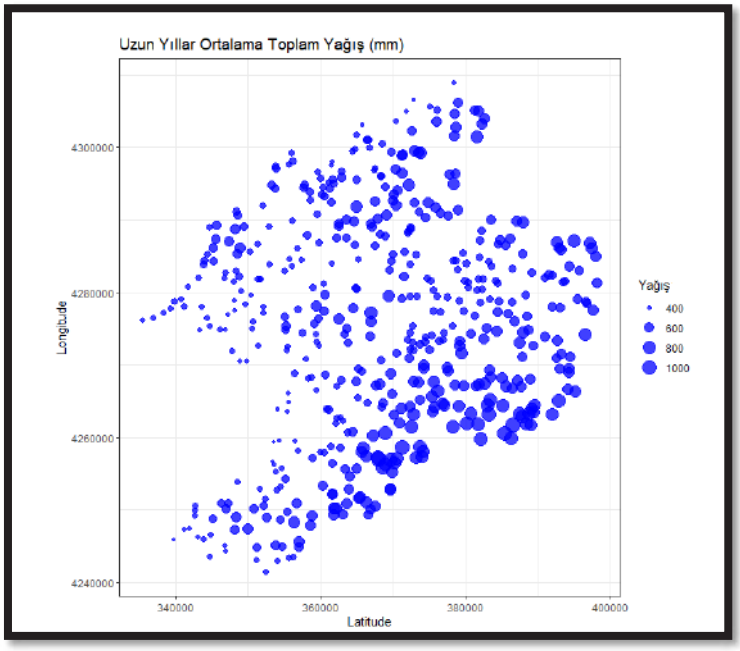
Şekil 8. Kriging interpolasyon metodu ile çalışma alanına ait (2019-2021) ortalama sıcaklık nokta tahminleme haritası



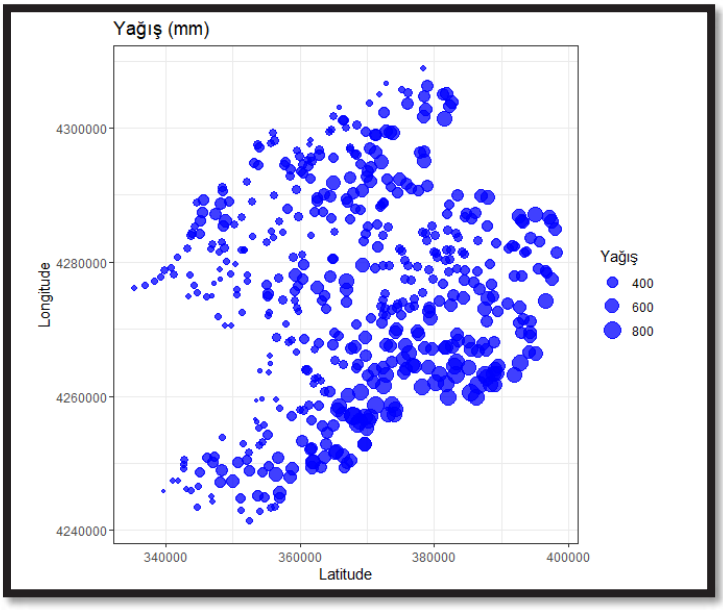
Şekil 9. Van ili merkez ilçeleri uzun yıllara ait (1980-2021) ortalama sıcaklık haritası



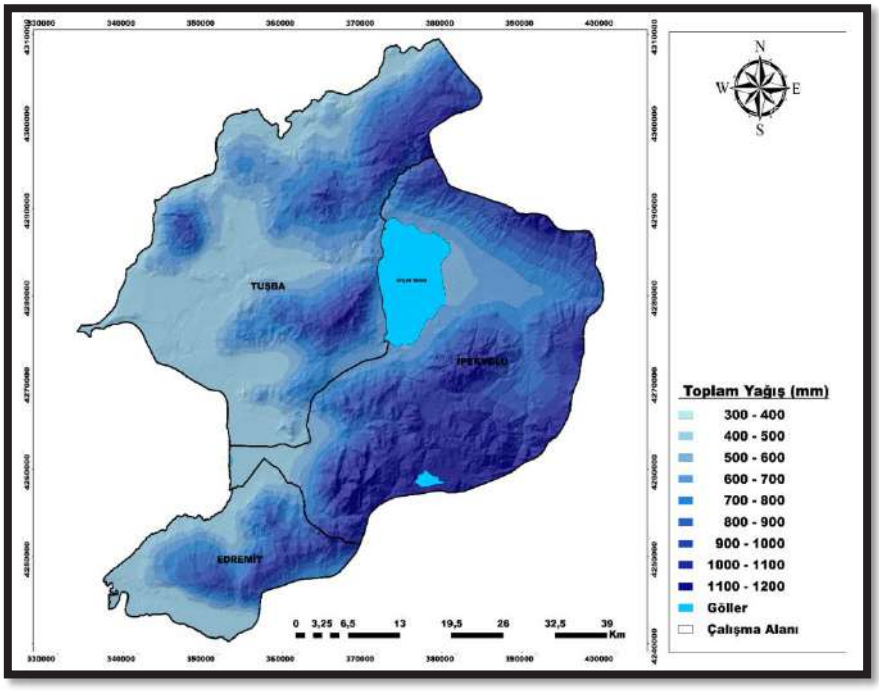
Şekil 10. Van ili merkez ilçeleri son üç yıla ait (2019-2021) ortalama sıcaklık haritası



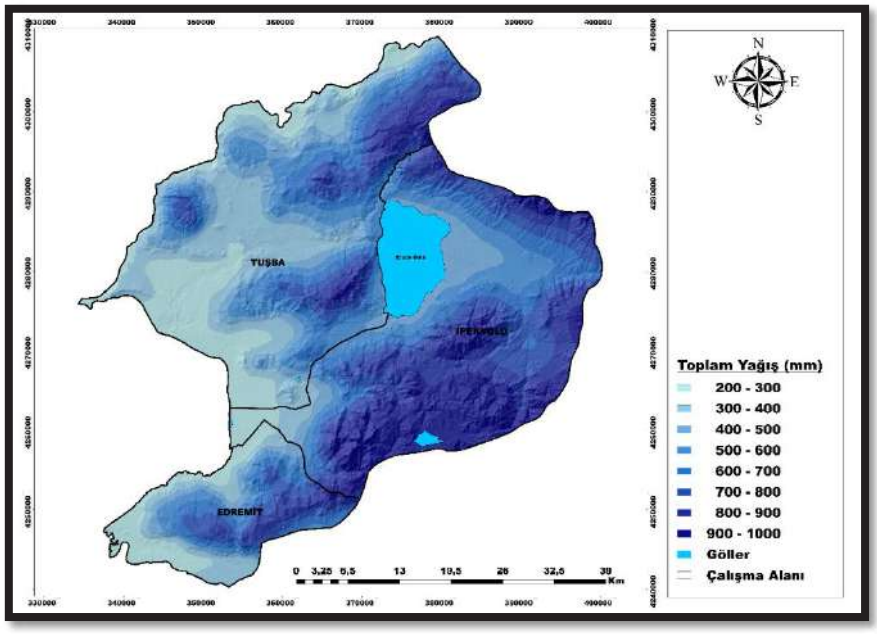
Şekil 11. Kriging interpolasyon metodu ile çalışma alanına ait uzun yıllar (1980-2021) ortalama toplam yağış nokta tahminleme haritası



Şekil 12. Kriging interpolasyon metodu ile çalışma alanına son üç yıla ait (2019-2021) ortalama toplam yağış nokta tahminleme haritası



Şekil 13. Van ili merkez ilçeleri uzun yıllara ait (1980-2021) ortalama toplam yağış haritası



Şekil 14. Van ili merkez ilçeleri son üç yıla ait (2019-2021) ortalama toplam yağış haritası

Tablo 1. Van Bölge meteoroloji istasyonundan alınan aylık ortalama sıcaklık ve yağış verileri

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Sıcaklık (ºC)	-2.7	-1.9	2.4	8.2	13.2	18.5	22.6	22.4	18.1	11.7	5.0	0.0	9.8
Yağış (mm)	34.4	34.3	49.2	54.5	48.7	17.2	6.8	7.2	16.1	46.4	50.0	42.0	407.0

Tablo 2. Van Bölge meteoroloji istasyonundan alınan son üç yıla ait (2019-2021) aylık ortalama sıcaklık ve yağış verileri

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Sıcaklık (ºC)	-1.3	-0.5	3.8	9.2	15.5	20.8	23.4	22.9	19.2	13.4	6.0	2.2	11.7
Yağış (mm)	31.5	38.0	36.2	31.0	21.1	7.0	7.5	4.1	4.2	13.0	17.9	37.2	248.7

Tablo 3. Van ili merkez ilçeleri (Edremit, İpekyolu ve Tuşba) 2013-2021 yılları arası arpa ekim alanı(da) ve üretim miktarları(ton)

Ürün Adı	Yıl	Edremit	Tuşba	İpekyolu	Dekar	Edremit	Tuşba	İpekyolu	Ton
Arpa	2013	12000	13200	1800	27000	2552	2093	295	4940
Arpa	2014	15000	24898	3999	43897	2868	3218	345	6431
Arpa	2015	14149	27525	3956	45630	2851	5166	625	8642
Arpa	2016	16726	25738	3858	46322	3102	4711	603	8416
Arpa	2017	16214	22829	3432	42475	3816	4988	521	9325
Arpa	2018	15352	24383	13448	53183	2890	6707	2370	11967
Arpa	2019	26423	82506	11400	120329	3103	6688	1665	11456
Arpa	2020	23562	74532	26706	124800	3949	8718	3759	16426
Arpa	2021	26103	75800	23500	125403	2694	3623	1568	7885

Tablo 4. Van ili merkez ilçeleri (Edremit, İpekyolu ve Tuşba) 2013-2021 yılları arası buğday ekim alanı(da) ve üretim miktarları(ton)

Ürün Adı	Yıl	Edremit	Tuşba	İpekyolu	Dekar	Edremit	Tuşba	İpekyolu	Ton
Buğday	2013	22141	111857	113423	247421	3556	12750	13013	29319
Buğday	2014	27999	91494	94995	214488	3934	9173	6372	19479

Buğday	2015	27903	95574	93528	217005	4706	13793	12018	30517
Buğday	2016	24751	94737	90754	210242	3942	13356	11321	28619
Buğday	2017	25022	96358	90420	211800	2813	14888	8968	26669
Buğday	2018	23702	94113	57667	175482	3251	12455	7412	23118
Buğday	2019	19740	34113	55000	108853	2187	3635	5611	11433
Buğday	2020	20511	50094	57540	128145	3521	6555	8037	18113
Buğday	2021	19740	50300	52250	122290	2030	2181	3468	7679

Tablo 5. Van ili merkez ilçeleri (Edremit, İpekyolu ve Tuşba) 2013-2021 yılları arası arpa ve buğday ekim alanı(da) ve üretim miktarları(ton)

Ürün Adı	Yıl	Dekar	Ton	Ürün Adı	Yıl	Dekar	Ton
Arpa	2013	27000	4940	**Buğday**	2013	247421	29319
Arpa	2014	43897	6431	**Buğday**	2014	214488	19479
Arpa	2015	45630	8642	**Buğday**	2015	217005	30517
Arpa	2016	46322	8416	**Buğday**	2016	210242	28619
Arpa	2017	42475	9325	**Buğday**	2017	211800	26669
Arpa	2018	53183	11967	**Buğday**	2018	175482	23118
Arpa	2019	120329	11456	**Buğday**	2019	108853	11433
Arpa	2020	124800	16426	**Buğday**	2020	128145	18113
Arpa	2021	125403	7885	**Buğday**	2021	122290	7679

Giriş

İklim denildiğinde, bir yörede uzun yıllar boyunca sıcaklık, yağış, rüzgâr, güneşlenme, nem, basınç vb. klimatolojik verilerin ortalamasıdır. Klimatolojik verilerin uzun yıllar içerisinde gözlemlenmiş özelliklerinde meydana gelen farklılık iklim değişikliği olarak gün yüzüne çıkmaktadır. Yaklaşık 4.5 milyar yaşında olan dünya, geçen bu zaman içinde çeşitli sebeplerle doğal dengesinde değişimler yaşamıştır. İklim bilimcilere göre, dünya yüzyıllardır sıcak ve soğuk dönemleri periyodik olarak geçirmektedir. Bu değişimler, güneş, atmosfer ve dünya arasındaki etkileşimlerin bozulması ile meydana geldiği düşünülmektedir (Şanlı ve Özekicioğlu, 2007). Bu değişiklikler, 19. yy.'a kadar doğal olaylar sonucu meydana gelmiştir. Ancak, 19. yy. ile doğal etmenlerin yanı sıra insan da bu değişimlere sebep olmaya başlamıştır. Bu durum, atmosferde biriken

CO_2, CH_4 ve N_2O (sera gazları) konsantrasyonu artırmakta ve yeryüzünde sıcaklık artışlarına neden olmaktadır (Doğan ve Tüzer, 2011).

Hızla artan nüfusla beraber, sanayileşmenin hızlanması sonucu açığa çıkan atık miktarlarının yükselmesi, kömür ve petrol kullanımının artması, bilinçsiz yapılan tarımsal ilaçlama, gübreleme, artan kimyasal kullanımı gibi etkenler atmosferde sera gazlarının konsantrasyonun yükselmesine ve sera etkisinin kuvvetlenmesine sebep olmaktadır. Bu da insan etkisi ile iklim değişikliğini doğurmaktadır. Meydana gelen bu değişikliğin en belirgin sonucu hava sıcaklıklarında meydana gelen artışlardır. Bu artışın sonucunda; kutuplardaki buzulların erimesine, iklimin ve mevsim koşullarının değişmesine, okyanusların ısınmasına, deniz seviyesinin yükselmesine, orman yangınlarının artmasına, göllerin küçülmesine, ırmakların kurumasına, kışın sıcaklıkların artmasına, ilkbaharın erken gelmesine, sonbaharın gecikmesine, yol açmaktadır. Dünya Doğayı Koruma Vakfı (WWF) tarafından yürütülen bir çalışmada, küresel ısınma bu yüzyılın sonunda bitki ve hayvan varlığının üçte birini yok edebileceğini, milyonlarca insanın kuraklık, susuzluk, sel, kasırga ve salgın hastalıklarla karşı karşıya kalabileceğini ve 2025 yılından itibaren 3 milyardan fazla insan su kıtlığı ile yüzleşebileceğini öngermektedir (WWF, 2019). Tüm dünyayı etkileyen bu krizin gelecekte ülkemizi nasıl etkileyeceğine dair yapılan birçok araştırmada; sıcaklık artışlarının 2030 yılın kadar sınırlı kalacağı bundan sonra ise hızlıca yükseleceği, kar yağışlarının azalacağı, nehirlerin taşıdığı su yüklerinin düşeceği, baraj göllerinin seviyesinin düşeceği bunun sonucunda hidroelektrik üretiminde azalmaların olacağı, biyoçeşitliliğin azalacağı ve en büyük problemin tarımda yaşanacağını öngörmektedirler.

İklim değişikliğinin etkileri başlıca; sağlık, ulaşım, ticaret vb. iş kollarında görülse de en önemli etkileri bitkisel üretim sektöründe görülmektedir (Akalın, 2014). Tarımsal ürünlerin iklim verilerine karşı duyarlılığı oldukça yüksektir Meteorolojik verilerde görülen değişimler tarımsal üretimi hızlıca etkilemektedir. Bunun nedeni tarımın iklim ve toprağa bağımlı olmasıdır. İklim faktöründeki en küçük olumsuzluğun bile tarımsal üretimde büyük sorunlara neden olabilmektedir. Yeryüzünde meydana gelen bu değişimler; bitkilerin gelişimini ve verimini olumsuz yönde etkilemektedir (Prakash ve Stigler 2011). Artarak devam eden bu iklim değişiminin gelecekte tarımsal üretimdeki verim kayıplarının

artacağı ve gıda güvenliğinde ciddi problemlere neden olacağı düşünülmektedir (Piao ve ark., 2010, IPCC 2014). Pakistan'da bazı araştırmacılar tarafında yürütülen çalışmalarda; İklim değişikliğine bağlı olarak bitkisel üretimde düşüşler olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda artan sıcaklığa bağlı olarak çeltik, buğday, mısır ve arpa üretiminde ciddi kayıplara neden olduğunu (Lobell ve Field 2007, Iqbal ve ark., 2009, Ahmad ve ark., 2015, Shakoor ve ark., 2015, Ahmed ve ark., 2016). Sıcaklığın 1 ^{o}C yükselmesi buğday veriminde % 3-10 kayıplara neden olurken 1 ^{o}C düşmesinin buğday veriminde % 5-35'lik kayıplara neden olacağını bildirmişlerdir (Lobell ve Burke, 2008).

Türkiye 4 mevsimin yaşandığı birçok farklı bitkinin yetiştiriciliğin yapıldığı bir tarım ülkesidir. Bu nedenle küresel ısınmadan en fazla etkilenen ve gelecekte etkilenecek olan bir ülke konumundadır. 2007-2008 yıllarında tüm dünya da meydana gelen kuraklıktan da etkilenmiştir. Başta Güneydoğu Anadolu, Eğe ve Akdeniz olmak üzere tüm bölgeler kuraklıktan etkilenmiştir. Kuraklıktan birçok bitki etkilense de en fazla tütün, incir, karpuz, patates, domates, elma, çekirdeksiz kuru üzüm, arpa ve buğday üretimleri etkilenmiştir. 2030 yılından sonra ülkemizde sıcaklığın kış aylarında 4 ^{o}C yaz aylarında ise 6 ^{o}C artması beklenmektedir. Bu artışların kuru tarım yapılan alanlarda ciddi verim kayıplarına sulu tarım yapılan alanlarda sıcaklık stresine bağlı verim kayıplarına ve daha fazla sulama ihtiyacının yer altı ve üstü su kaynaklarına aşırı kullanımına neden olacağı. Farklı bölgelerdeki ürün desenlerinin değişebileceğini hatta bazı türlerin yetiştiriciliğinin yapılamayacağını öngörmektedirler.

Van ilinde tarım ve hayvancılık önemli bir gelir kaynağıdır. Van ilinin tarla tarımı yapılan arazi varlığı 2 079 319 ha (%55,3), nadas alanı 1 145 183 ha (%30.8), sebze üretim alanı 13 147 ha (%0.4) ve meyve (bağ dahil) üretim alanı 41 166 ha'dır. Tarla tarımı yapılan arazilerde başlıca tahıllar olmak üzere baklagiller, yem bitkileri ve endüstri bitkileri yetiştiriciliği yapılmaktadır. Kullanılan arazilerin büyük bir kısmında sulama yapılamadığı ve yağışların düşük olması nedeniyle buğday ve arpa yetiştiriciliği yapıldığı bilinmektedir (Anonim, 2021).

Bu çalışmada, Van ilinin Edremit, İpekyolu ve Tuşba merkez ilçelerinde, iklim değişimine bağlı olarak, tahıl ürünlerinin (Buğday ve arpa) üretim miktarları ve alanlarının 2013-2021 yılları arasındaki

değişimi Coğrafi Bilgi Sistemlerinden de yararlanılarak ortaya konulmuştur.

Materyal ve Metot

Materyal

Çalışma hem çeşitli fizyografik niteliklere hem de coğrafi bir öneme sahip olan Van il merkezinin bulunduğu (Edremit, İpekyolu ve Tuşba ilçelerini) alanları kapsamaktadır. Doğu Anadolu bölgesinde yer alan Van ili, 42° 40' ve 44° 30' doğu boylamları ile 37° 43' ve 39° 26' kuzey enlemleri arasındadır. 19.069 km^2 olan yüz ölçümüyle, Van ili Türkiye'nin yüz ölçümü bakımından 6. büyük ilidir (Şekil 1.). Van ili deniz seviyesinden 1725 m yükseklikte olup, il genelinde karasal iklim hüküm sürmektedir (Karaca ve ark 2019).

Uzun yıllara (1980-2020) ait verilere göre genel olarak Van ili merkez ilçelerinin yıllık ortalama sıcaklığının 9.8°C, yıllık yağış toplamının 407 mm olduğu görülmektedir. Rüzgârlar genellikle doğudan (Acem rüzgârları) esmektedir. Van ili merkez ilçelerinde gözlenen uzun yıllara ait sıcaklık ve yağış verileri Tablo 1'de verilmiştir.

Yüksekliğin artması ile sıcaklık ve bağıl nem miktarı azalmakta, yağış, buharlaşma ve güneşten gelen radyo aktif ışıkların etkisi yükselmektedir. Yüksekliğin fazla olduğu alanlarda, sıcaklık değişimi olmakta ve 100 metrelik artışta vejetasyon zamanı 4-6 gün arasında gecikmektedir (Atalay, 2006; Akıncı ve ark., 2017). Çalışma alanına ait yükseklik değerleri 1634-3180 metre arasında değişmektedir (Şekil 2, Şekil 3.).

Çalışmada, Van Bölge (1980-2021) meteorolojik istasyonlarından temin edilen uzun yıllara ait ortalama yağış ve sıcaklık verilerinden (Tablo 1) ve son üç yıla ait (2019-2021) aylık ortalama sıcaklık ve yağış verilerinden faydalanılmıştır (Tablo 2). Çalışmada kullanılan buğday ve arpaya ait üretim alanı ve verim değerleri Van Tarım İl müdürlüğü verilerinden (Anonim, 2022) elde edilmiştir.

Metot

Van il merkezinin (Edremit, İpekyolu ve Tuşba ilçeleri) uzun yıllara ait aylık ortalama sıcaklık, aylık ortalama yağış, enlem-boylam bilgileri ve yükseklik verileri Meteoroloji 14. Van Bölge Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Van il merkezinin toprak nem ve sıcaklık rejimleri ile

sınıflaması Karaca ve Sargın, 2022 tarafından yapılan çalışmadan elde edilmiştir. Bu çalışmada, toprak nem ve sıcaklık rejimlerinin belirlenmesinde Java Newhall Simulasyon Modeli 1.6.0 (JNSM) (Newhall ve Berdanier, 1996; Van Wambeke ve ark. 1986 ve 1992; Van Wambeke, 2000); toprağın sıcaklık ve nem rejimleri sınıflarının tespitinde ise toprak taksonomisi (Soil Survey Staff, 1999) kullanılmıştır.

Çalışmada, Van ili merkez ilçelerinde buğday ve arpa üretimi miktarı ve alanları iklim değişimine bağlı olarak analiz edilerek durum değerlendirmesi yapılmıştır. Çalışmanın hazırlanmasında kapsamlı araştırmalar yapılmış, konuyla ilgili bilgi ve verilerin bulunduğu kurumlardan istatistiki veriler toplanmıştır. Elde edilen veriler, Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak analiz edilmiş ve sıcaklık-yağış haritaları üretilmiştir. CBS ile analizlerin ve haritaların oluşturulmasında kullanılan yöntemlerden biriside Kriging yöntemidir. Bu yönteminin esası, mekânsal değişkenler kuramına dayanmaktadır. Ölçümü yapılan bölgelerden, ölçümü yapılmayan bölgelerdeki parametrelerin değerini tahmin edebilmek için bilinen değerlerin ağırlık ortalaması alınarak hesaplanır. Temel eşitlik,

$$\hat{Z}(X_0) = \sum_{i=1}^{N} W_i Z(X_i)$$

şeklinde ifade edilir. Burada $\hat{Z}(X_0)$, (X_0) noktasına ait Kriging değerini; $Z\,(X_i)$ değişkenlerin her bir X_i noktasında gözlenen değerleri; W_i, her bir (Z (X_i)'ye karşılık gelen değerlerini; (N)'ise, (Z (X_i)'in Kriging ile tahminlenecek nokta sayısını ifade etmektedir (Lichtenstern, 2013). Bu yönteme göre çalışma alanının, uzun yıllar (1980-2021) ortalama sıcaklık, uzun yıllar ortalama toplam yağış ve son üç yıla ait (2019-2020-2021) aylık ortalama sıcaklık ve yağış verileri kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Van 14. Bölge Meteoroloji Müdürlüğünden temin edilen 1980-2020 yılları arasındaki ölçüm verileri incelendiğinde, uzun yıllar ortalama sıcaklığın 9.8℃ olduğu ve yıllık ortalama toplam yağışın 407 mm civarında olduğu belirlenmiştir. Uzun yıllar ortalama toprak sıcaklık değerleri incelendiğinde, 7 Kasım ile 9 Mart tarihleri arasında sıcaklığın

5°C'nin altında olduğu görülmüştür. 10 Mart ile 20 Mart tarihleri ve 22 Ekim ile 6 Kasım tarihleri arasında toprak sıcaklığı 5°C- 8°C arasında görülürken, 21 Mart- 21 Ekim tarihleri arasında ise toprak sıcaklığı 8°C'nin üzerinde olmaktadır (Şekil 4). Uzun yıllar toprak nem takvimine bakıldığında, 1 Şubat ile 30 Nisan tarihleri arasında toprak nemli durumdadır. 22 Haziran -13 Kasım tarihleri arasında toprak kuru kalmıştır. Geriye kalan tarihlerde ise toprakta nemli kuru duruma rastlanmıştır (Şekil 5.) Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre, Van ili merkez ilçelerinin potansiyel evapotranspirasyon içeriği 756.31 mm'dir. İlçelerde Şubat, Mart ve Nisan aylarında yağış miktarı en fazla düzeyde olmuş ve 90.2 mm yüzey akışı ile su topraktan uzaklaşmıştır (Şekil 6). Yılın geriye kalan aylarında ise 439.37 mm su kıtlığı görülmüştür (Soil Survey Staf 1999) Van ili merkez ilçelerine ait uzun yıllar sıcaklık rejimi Mesic iken, yağış rejimi ise Dry Xeric'tir (Karaca ve Sargın, 2022).

Çalışmada, Van ili merkez ilçelerine ait uzun yıllar ortalama sıcaklık (1980-2021) ve son üç yıla ait (2019-2021) ortalama sıcaklık değerleri kullanılmıştır. Kriging metoduna göre sıcaklık için nokta tahminleme haritaları elde edilmiştir (Şekil 7, Şekil 8). Daha sonra bu tahminlere bağlı olarak sıcaklık dağılım haritaları CBS ortamında oluşturulmuştur. Sıcaklık verilerine bağlı olarak yapılan tahminlemeler doğrultusunda çalışma alanının uzun yıllar (1980-2021) ve son üç yıla ait (2018-2021) sıcaklık dağılım haritaları CBS ortamında interpolasyon analizi yapılarak oluşturulmuştur (Şekil 9, 10). Çalışmada, Van ili merkez ilçelerine ait uzun yıllar ortalama toplam yağış (1980-2021) ve son üç yıla ait (2018-2021) ortalama toplam yağış değerleri kullanılmıştır. Kriging metoduna göre, ortalama toplam yağış nokta tahminleme haritaları elde edilmiştir (Şekil 11, Şekil 12). Yağış verilerine bağlı olarak yapılan tahminlemeler doğrultusunda çalışma alanının uzun yıllar (1980-2021) ve son üç yıla ait (2018-2021) yağış dağılım haritaları CBS ortamında interpolasyon analizi yapılarak oluşturulmuştur (Şekil 13, 14).

Van ili Edremit İlçesi 2013-2018 yılları arasında arpa üretimi alanı ve miktarları incelendiğinde; 2013 yılı üretim alanı 12000 da ve üretim miktarı 2552 ton iken, 2018 yılında ise üretim alanı 15352 da ve 2890 ton olarak görülmüştür. Tuşba ilçesinin 2013-2018 yılları arasındaki buğday üretim alanı 13200 da alandan 24383 da alana yükselirken, üretim miktarı ise 2093 tondan 6707 tona çıkmıştır. İpekyolu ilçesinin 2013 yılı üretim

alanı 1800 da iken, 2018 yılı itibari ile 13448 da alan olarak tespit edilmiştir. İlçenin arpa üretim miktarlarına bakıldığında; 2013 yılında 295 ton üretim miktarına sahip iken, 2018 yılında ise üretim miktarının 2370 tona çıktığı görülmüştür (Tablo 3). Özellikle kuraklığın yaşandığı 2019-2021 yılları arasındaki tahıl üretim alanları incelendiğinde, Edremit, Tuşba ve İpekyolu ilçelerindeki arpa üretim alanlarının geçmiş yıllara kıyasla artış gösterdiği görülmüştür. Üretim miktarları incelendiğinde; Edremit ilçesinin 3103 ton olan arpa üretim miktarının 2694 tona düştüğü, Tuşba ilçesinin 6688 ton olan arpa üretim miktarının 3623 tona gerilediği ve İpekyolu ilçesinin ise bir önceki yıl 3759 ton olan arpa üretim miktarının 1568 tona düştüğü saptanmıştır (Tablo 3).

Van ili Edremit İlçesi 2013-2018 yılları arasında buğday üretimi alanı ve miktarları incelendiğinde; 2013 yılı üretim alanı 22141 da ve üretim miktarı 3556 ton iken, 2018 yılında ise üretim alanı 23702 da ve 3251 ton olarak görülmüştür. Tuşba ilçesinin 2013-2018 yılları arasındaki buğday üretim alanı 111857 da alandan 94113 da alana gerilerken, üretim miktarı ise 12750 -12455 ton arasında değişmiştir. İpekyolu ilçesinin 2013 yılı üretim alanı 1800 da iken, 2018 yılı itibari ile 13448 da alan olarak tespit edilmiştir. İlçenin buğday üretim miktarlarına bakıldığında; 2013 yılında 295 ton üretim miktarına sahip iken, 2018 yılında ise üretim miktarının 2370 tona çıktığı görülmüştür (Tablo 4). 2019-2021 arasındaki yıllara ait üretim alanları incelendiğinde, Edremit ilçesinin değişkenlik göstermeyip 19740 da üretim alanına sahip olduğu, Tuşba ilçesinin 34113 da olan üretim alanının 50300 da üretim alanına çıktığı ve İpekyolu ilçesinin 55000 da olan buğday üretim alanının 52250 da alana düştüğü belirlenmiştir. Üretim miktarları incelendiğinde; bir önceki yıla göre sırasıyla Edremit ilçesinin %9.19 oranında, Tuşba ilçesinin %66.73 oranında ve İpekyolu ilçesinin ise %56.85 oranında azaldığı saptanmıştır (Tablo 4).

Van ili (Edremit İpekyolu ve Tuşba İlçeleri) buğday üretimi alanı 2013-2018 yılları arasında ortalama 212740 da iken, 2019-2021 yıllarında ise ortalama 119763 da olarak görülmüştür (Tablo 5.). Buğday üretim potansiyeline bakıldığında, 2013-2018 yılları arasındaki ortalama üretim miktarı 26286.83 ton iken, son üç yılda (2019-2021) ise üretim miktarı 12408.33 tona düşmüştür. Toplam buğday ekim alanı 2013 yılında 247421 da iken, 2021 yılında ise % 49'luk bir azalış ile 122290 da

düşmüştür. Toplam arpa ekim alanlarına bakıldığında ise 2013 yılında 27000 da iken, 2021 yılında %464'lük bir artış ile 125403 da yükselmiştir (Tablo 5.). Buğday ekim alanlarının büyük bir miktarının arpa üretim alanlarına dönüştüğü görülmüştür.

Bu değişimin en büyük nedeninin küresel iklim değişikliği sonucu artan tarımsal kuraklığın olduğu ön görülmektedir. Yöre çiftçisinin buğdaya göre daha erkenci olması sebebiyle kuraklıktan daha az etkilenen bir bitki olan arpa üretimine yöneldiği düşünülmektedir. Son yıllardaki sıcaklık ve yağış rejimine bağlı olarak, buğday vejatasyonuna uygun dönemlerde yağışların azalması ve sıcaklığın artması buğday yerine arpa tercihinin yapılmasında etkili olmuştur. Yüksekliğin artması ile sıcaklık ve bağıl nem miktarı azalmakta, yağış, buharlaşma ve güneşten gelen radyo aktif ışıkların etkisi yükselmektedir. Toprak oluşum süreci daha sınırlı bir sürede meydana gelirken vejetasyon zamanı da kısalmaktadır (Saya ve Güney, 2014). Bilhassa dağlık sahalarda her 100 metrelik artışta vejetasyon zamanı 4-6 gün arasında gecikmektedir (Atalay, 2006; Akıncı ve ark., 2017). İklimin farklı olduğu bölgelerde tahılların hasat tarihi olan Haziran-Temmuz ayları, Van ilinde başaklanma dönemine ve tane dolum dönemine denk gelmektedir. Yüksekliğe bağlı plan bu durum hasat tarihinin gecikmesine sebebiyet vermektedir. Mevcut iklim verilerine bağlı olarak, Van ilinin Edremit, İpekyolu ve Tuşba merkez ilçelerinde son yıllarda sıcaklığın yükseldiği, yağışların azaldığı bununla ilişkili olarak üretim deseninin değiştiği ve bazı yıllar üretimde dalgalanmalara neden olduğu görülmektedir.

Sonuç

Bu çalışmada, Doğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan Van ilinin Edremit, İpekyolu ve Tuşba merkez ilçelerindeki tahıl ürünleri (Buğday ve arpa) üretim miktarları ve alanları 2013-2021 yılları arasında incelenmiştir. Çalışmada, Van ili merkez ilçelerinde buğday ve arpa üretimi miktarı ve alanları iklim değişimine bağlı olarak analiz edilerek durum değerlendirmesi yapılmıştır. Çalışmanın hazırlanmasında kapsamlı araştırmalar yapılmış, konuyla ilgili bilgi ve verilerin bulunduğu kurumlardan istatistiki veriler toplanmıştır. Elde edilen veriler, Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak analiz edilmiş ve sıcaklık-yağış haritaları üretilmiştir. Van ili uzun yıllara ait (1980-2021) sıcaklık ortalaması 9.8 °C

ve uzun yıllar toplam yağış ortalaması 407 mm olarak ölçülürken, son üç yıla ait (2019-2021) sıcaklık ortalaması 11.7 °C ve ortalama yağış toplamı 248.7 mm olarak gözlemlenmiştir. Van ili merkez ilçelerine ait 2013- 2021 yılları arası toplam buğday ve arpa ekiliş alanları incelendiğinde; buğday üretim alanında % 49'luk bir azalış görülürken, arpa üretim alanında ise % 464'lük bir artış saptanmıştır. Çalışma alanı 2013-2021 yılları arası üretim miktarları incelendiğinde, Buğday üretim miktarı 29319 tondan 7 679 tona düştüğü, Arpa üretim miktarının ise 4 940 tondan 7885 tona yükseldiği tespit edilmiştir. Çalışma alanındaki ekiliş alanları ve üretim miktarı verileri, son yıllarda buğday üretim alanın azaldığını bu azalmanın arpa üretimine kaydığını göstermiştir. Bölge çiftçisinin buğday ekiliş alanını azaltarak buğdaydan daha erkenci bir bitki olan arpaya yöneldiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak iklim değişikliğinin buğday ve arpa üretim alanı ve verimine doğrudan etki ettiği söylenebilir.

Kaynaklar

1. Ahmad A, Ashfaq M, Rasul G, Wajid SA and others (2015) Impact of climate change on the rice−wheat cropping system of Pakistan. In: Rosenzweig C, Hillel D (eds) Handbook of climate change and agricoecosystems. Imperial College Press, London, p 219−258.
2. Ahmed M, Akram MN, Asim M, Aslam M and others (2016) Calibration and validation of APSIM-Wheat and CERESWheat for spring wheat under rainfed conditions: models evaluation and application. Comput Electron Agric 123: 384−401.
3. Akalın, M., 2014. Küresel Isınma ve İklim Değişikliği Nedeniyle Oluşan Doğal Felaketlerin İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri. Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi Yıl 6, Sayı 2, Aralık 2013 (29-43)
4. Akıncı, H., Özalp, A. Y. & Özalp, M. 2017. Investigating impacts of large dams on agricultural lands and determining alternative arable areas using GIS and AHP in Artvin, Turkey. Selçuk Üniversitesi Mühendislik Dergisi, 5(1), 83- 95.
5. Anonim, 2021. Tarım ve Orman Bakanlığı. Van İl Tarım Müdürlüğü, Koordinasyon ve Tarımsal Veriler Şube Müdürlüğü Van.
6. Anonim, 2022. Tarım ve Orman Bakanlığı. Van İl Tarım Müdürlüğü, Koordinasyon ve Tarımsal Veriler Şube Müdürlüğü Van
7. Atalay, İ., 2006. Toprak oluşumu, sınıflandırılması ve coğrafyası, Meta Basım Matbaacılık, İzmir
8. Doğan S., Tüzer M., 2011. Küresel İklim Değişikliği ve Potansiyel Etkileri. C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt 12, Sayı 1, 2011.
9. IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
10. Iqbal MM, Hussain SS, Goheer MA, Sultana H, Salik KJM, Mudasser M, Khan AM (2009) Climate change and wheat production in Pakistan: calibration, validation and application of

CERES-Wheat Model. Research Report GCISC-RR-14. Global Change Impact Studies Centre, Islamabad.
11. Karaca,S., Sarğın, B.,Türkmen, F.,2019. Bazı Arazi ve Toprak Niteliklerinin Coğrafi Bilgi Sistem Analizleriyle İncelenmesi: Van İli Arazi ve Toprak Özellikleri. Turk J Agric Res 2019, 6(2): 199-205 © TÜTAD ISSN: 2148-2306 e-ISSN: 2528-858X doi: 10.19159/tutad.542543
12. Karaca,S., Sarğın, B., 2022. Newhall Simülasyon Modeli ile Toprak Nem ve Sıcaklık Rejimlerinin Belirlenmesi: Van İli Örneği. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 2022-Cilt: 32 - Sayı: 2, 394-413
13. Linchtenstern, A. (2013). Kriging Methods in Spatial Statistics. Bachelor's Thesis, Technische Universität München, Department of Mathematics, Germany.
14. Lobell DB, Burke MB (2008) Why are agricultural impacts of climate change so uncertain? The importance of temperature relative to precipitation. Environ Res Lett 3: 034007
15. Lobell, D.B. and Field, C.B. (2007) Global Scale Climate-Crop Yield Relationships and the Impacts of Recent Warming. Environmental Resources Letter, 2, Article ID: 014002.
16. Newhall, F., & Berdanier, C.R. (1996). Calculation of Soil Moisture Regimes from the Climatic Record. Soil Survey Investigations Report No. 46. National Soil Survey Center, Natural Resources Conservation Service, Lincoln, NE
17. Piao, S., Ciais, P., Huang, Y, Shen, Z., Peng, S., Li, J., Zhou, L., Liu, H., Ma, Y., Ding, Y., Friedlingstein, P, Liu, C., Tan, K., Yu, Y., Zhang, T., Fang, J.,2010. The impacts of climate change on water resources and agriculture in China. Nature, Vol 467. 2 September 2010. doi:10.1038/nature09364
18. Prakash, A. and Stigler, M. (2011). The Economics of Information and Behaviour in Explaining Excess Volatility. In: Prakash, A.(Ed.), Safeguarding Food Security in Volatile Global Markets. FAO. Pp. 281
19. Saya, Ö., Güney, E. (2014). Türkiye Bitki Coğrafyası. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

20. Shakoor U, Saboor A, Baig I (2015) Climate variability impacts on rice crop production in Pakistan. Pak J Agric Res 28: 19−27.
21. Soil Survey Staff, (1999). A Basic of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Survey. veU.S.D.A Handbook No: 436, Washington D.C.
22. Şanlı, B ve Özekicioğlu, H.,2007. Küresel Isınmayı Önlemeye Yönelik Çabalar ve Türkiye. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi
23. Van Wambeke, (2000). The Newhall Simulation Model for Estimating Soil Moisture & Temperature Regimes. Department of Crop and Soil Sciences, U.S. Departmanet of Agriculture, Ithaca, N.Y. Washington, DC.
24. Van Wambeke, A., Hastings, P., & Tolomeo, M. (1986). Newhall Simulation Model: A BASIC Program for The IBM PC. Department of Agronomy, Cornell University. Diskette and Booklet. Ithaca, NY. Washington, DC.
25. Van Wambeke, A., Hastings, P., & Tolomeo, M. (1992). Newhall Simulation Model:A Basıc Program for the IBM PC Department of Agronomy. Cornell University, Department of Agronomy, Ithaca, NY. Washington, DC.
26. WWF-Türkiye ve T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Türkiye'nin Su Ayak İzi Raporu Su, Üretim ve Uluslararası Ticaret İlişkisi, Ofset Yapımevi, 2019.

ULAŞTIRMA PROBLEMLERİ: MOBİLYA ENDÜSTRİSİ ÖRNEĞİ

Dr. Öğr. Üyesi Celal Güngör

Orman Endüstri Mühendisliği,
Orman Fakültesi, İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi
ORCID: http://orcid.org/0000-0001-9882-6393

1. Giriş

Mobilya endüstrisi geleneksel yöntemlerle çalışan atölye tipi mikro ve küçük ölçekli işletmelerin ağırlıklı olduğu bir endüstri kolu olmakla birlikte son yıllarda orta ve büyük ölçekli işletmelerin sayısı da artmaktadır (Ticaret Bakanlığı, 2021). İhracat bakımından mobilya endüstrisi ülkemizde her geçen gün daha da önem kazanmaktadır. Son beş yıla bakıldığında mobilya endüstrisinin (82 standart uluslararası ticaret sınıflaması koduna sahip mobilya; yatak takımı, yatak payandaları ve yastıklar kodlu (SITC, Rev. 4)) ihracat rakamlarının her geçen yıl arttığı (Tablo 1) görülmektedir (TÜİK, 2022).

Tablo 1. Mobilya endüstrisi 2017-2022 yılları ihracat ve ithalat miktarları (× $1.000)

	Mobilya; yatak takımı, yatak payandaları ve yastıklar	
Yıl	İhracat (× $1.000)	İthalat (× $1.000)
2022*	3.724.887	519.881
2021	4.131.764	535.352
2020	3.312.693	479.290
2019	3.352.387	533.553
2018	2.954.331	578.413
2017	2.420.437	591.605

* İlk on ay (Ocak-Ekim toplamı)

Toplam üretimdeki payların bakıldığında İstanbul (Masko-İkitelli ve Modoko-Ümraniye), Ankara (Siteler), Bursa (İnegöl), Kayseri ve İzmir'in önemli mobilya üretim bölgeleri olarak sıralandığı görülmektedir (Ticaret Bakanlığı, 2021). Bu bölgelerden gerek yurt içine gerekse yurt dışına mobilya ürünleri gönderilmektedir. Üretilen ürünlerin dağıtım merkezlerine, depolara, mağazalara veya nihai müşterilere istenilen zamanda, miktarda ve nitelikte ulaştırılması oldukça karmaşık bir problemdir. Ulaştırma modelleri yardımıyla karmaşık ulaştırma problemleri en düşük maliyetlerle çözülebilir.

Ulaştırma problemleri genel olarak kısıtlı kapasiteye sahip arz (üretim) merkezinden yine kısıtlı kapasiteye sahip talep (tüketim) merkezine minimum maliyetle ürün taşıma (veya dağıtmayı, ulaştırmayı) ile ilgilenir (Kobu, 2006; Taha, 2003; Winston, 2022). Ulaştırma problemlerinde amaç her zaman minimum maliyet olmayabilir. Bozulacak ürünlerin pazara en kısa sürede ulaştırılması veya müşteri (talep) baskısı gibi nedenlerle ürün dağıtım sürelerinin minimizasyonu da ulaştırma problemlerinin konusudur.

Doğrusal programlamanın bir özel durumu olan ulaştırma problemleri simplex yöntemi ile çözülebileceği gibi kendisine özel atama ve aktarma modelleri gibi tekniklerle daha hızlı çözülebilir (Taha, 2003). Ulaştırma problemlerini çözerken öncelikle başlangıç çözümü çeşitli yöntemler yardımıyla bulunur. En sık kullanılan başlangıç çözüm yöntemleri Kuzey-Batı Köşe Yöntemi, En Küçük Maliyetli Hücreler Yöntemi, Vogel'in Yaklaşım Yöntemi (VAM, Vogel's Approximation Method), Russell'in Yaklaşım Yöntemi (Russell's Approximation Method) ve sezgisel (heuristic) optimizasyon algoritmalarıdır. Başlangıç çözümün optimal olup olmadığını eğer optimal değilse optimal çözüm için Atlama Taşı Yöntemi veya Geliştirilmiş Dağıtım Yöntemi (MODI, Modified Distribution Method)/Çoğaltan Yöntemi gibi ulaştırma algoritmaları ile optimal çözüm aranır.

Ulaştırma problemlerinde taşıma miktarlarını bulabilmek için öncelikle matematiksel modeli kurmak gerekir. m sayıda kaynaktan (arz merkezinden) n sayıda hedefe (talep merkezine) taşımanın olduğu bir ulaştırma probleminin matematiksel ifadesi aşağıdaki gibidir.

$$Min\ Z = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}x_{ij}$$

S.t. $\sum_{j=1}^{n} x_{ij} \leq s_i, i = 1, 2, \dots, m$

$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = d_i,\ j = 1, 2, \dots, n$

$x_{ij} \geq 0,\ \forall\, i, j\ (tüm\ i\ ve\ j\ ler\ için)$

Değişkenler;

x_{ij} = i. arzdan j. talebe taşıma miktarı

c_{ij} = i. arzdan j. talebe bir birim taşıma maliyeti

s_i = i. arz miktarı

d_j = j. talep miktarı

Ulaştırma probleminde m + n – 1'in değeri kadar atama olması beklenir. Aksi takdirde bozulan (dejenere) çözüm olduğu söylenir.

2. Uygulama

a. Problemin tanımlanması

Bir firmaya ait İstanbul, Ankara, Bursa, Kayseri ve İzmir üretim tesislerinde (m = 5) üretilen mobilyalar Adana, Aydın, Mardin, Rize ve Tekirdağ'da bulunan beş farklı satış mağazalarına (n = 5) sevk edilmektedir. Her bir üretim bölgesinden her bir satış mağazasına ulaştırılan mobilyaların taşıma maliyetleri (TL/adet) Tablo 2'de verilmiştir. İstanbul, Ankara, Bursa, Kayseri ve İzmir'in üretim kapasiteleri sırası ile 500, 450, 400, 300 ve 200 birimdir. Adana, Aydın, Mardin, Rize ve Tekirdağ mağazaların talepleri de sırası ile 300, 350, 550, 200 ve 450 birimdir. Arz (1.850 birim) ve talep (1.850 birim) dengesi oluştuğundan

herhangi bir yapay üretim bölgesi veya mağaza oluşturmaya gerek duyulmamaktadır.

Tablo 2. Üretim bölgesinden mağazalara gönderilen her bir ürünün taşıma maliyeti (TL/adet)

	Mağazalar				
Üretim Tesisi	Adana	Aydın	Mardin	Rize	Tekirdağ
İstanbul	927	573	1.469	1.136	146
Ankara	500	596	1.041	814	595
Bursa	818	439	1.359	1.170	310
Kayseri	306	795	663	656	930
İzmir	902	112	1.444	1.495	389

b. Model parametreleri

n: mağaza sayısı

m: üretim tesisi sayısı

j: mağaza indeksi

i: üretim tesisi indeksi

c. Karar değişkenleri

x_{ij} = i. arzdan j. talebe taşıma miktarı

c_{ij} = i. arzdan j. talebe taşıma maliyeti

d. Kısıtlar

1. Kısıt: Arz kısıtı

$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} \leq s_i, i = 1, 2, \ldots, m$

2. Kısıt: Talep kısıtı

$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = d_i, \ j = 1, 2, \ldots, n$

3. Denge koşulu

$\sum_{i}^{m} s_i = \sum_{j}^{n} d_j \ \forall \ i, j$

4. Kısıt: Negatif olmama kısıtı

$x_{ij} \geq 0 \ \forall \ i, j$

e. Doğrusal programlama modeli

Intel(R) Core(TM) i5-4440 CPU @ 3.10GHz işlemcili, 8 GB yüklü bellekli ve Windows 10 Pro işletim sistemli bir bilgisayarda IBM ILOG CPLEX Studio IDE (v.22.1.0) yazılımı kullanılarak çözüm elde edilmiştir.

Beş farklı üretim tesisinde üretilen mobilyaların beş farklı bölgeye taşınmasının minimum maliyetle gerçekleşmesi için oluşturulan model aşağıda verilmiştir.

```
/*********************************************
//index
```

```
{int} I = {1,2,3,4,5};
{int} J = {1,2,3,4,5};

//data
int arz[I] = [500,450,400,300,200];
int talep[J] = [300,350,550,200,450];
int maliyet[I][J] = [[927,573,1469,1136,146],
[500,596,1041,814,595],
[818,439,1359,1170,310],
[306,795,663,656,930],
[902,112,1444,1495,389]];

//decision variables
dvar float+ miktar[I][J];


//objective function
dexpr float tasimamaliyet =
sum (i in I, j in J) miktar[i][j]*maliyet[i][j];

//model
minimize tasimamaliyet;
subject to {
  ARZKISITI:
  forall(i in J)
    sum(j in I) miktar[i][j] = = arz[i];
    TALEPKISITI:
    forall(j in J)
    sum (i in J) miktar[i][j] = = talep[j];
  }
/*****************************************
```

3. Bulgular

Beş arz ve beş talep noktaları arasında minimum maliyet ile taşımanın gerçekleşmesi için yazılan ulaştırma modeli IBM ILOG CPLEX Optimization Studio yazılımında çalıştırılmıştır. 10 kısıtın, 25 değişkenin, 50 katsayının olduğu modelin çözümü 6 iterasyon sonunda gerçekleşmiştir. Modelin çalıştırılması sonucu aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

```
// solution (optimal) with objective 1021500
```

```
// Quality There are no bound infeasibilities.
// There are no reduced-cost infeasibilities.
// Maximum Ax-b residual          = 0
// Maximum c-B'pi residual        = 0
// Maximum |x|                    = 450
// Maximum |pi|                   = 920
// Maximum |red-cost|             = 1484
// Condition number of unscaled basis = 1,8e+01
miktar = [[0 0 0 50 450]
          [50 0 250 150 0]
          [250 150 0 0 0]
          [0 0 300 0 0]
          [0 200 0 0 0]];
```

4. Sonuç

Bu ulaştırma problemi için optimal çözüm değeri 1.021.500 TL olarak hesaplanmıştır. Bu değer beş farklı üretim tesisinden beş farklı mağazaya dokuz taşıma miktarının oluşturacağı en küçük maliyet değeridir. Ulaştırma işlemi bu maliyet değerinden daha küçük bir miktarda gerçekleştirilemez. Üretim tesislerinden mağazalara gerçekleştirilen taşıma miktarları Tablo 3'de sunulmuştur. Tablodan da görüleceği gibi en kısa taşıma maliyeti olan bağlantılara maksimum seviyede taşıma miktarı eklenmeye çalışılmış ancak bireysel maliyetten ziyade toplam maliyetin en düşük olduğu ulaştırma çözümü optimal çözüm olarak sunulmuştur. Örneğin Rize mağazasına en düşük taşıma maliyetli olan Kayseri üretim tesisinden bir taşıma olması beklenirken İstanbul ve çoğunlukla Ankara üretim tesislerinden mobilya sevki olmuştur. Kayseri'de üretilen ürünler ise benzer maliyet değerine sahip olan Mardin'e sevk edilmiştir.

Tablo 3. Optimal çözümü veren taşıma miktarları (birim)

	Mağazalar					
Üretim Tesisi	Adana	Aydın	Mardin	Rize	Tekirdağ	Σ
İstanbul				50	450	500
Ankara	50		250	150		450
Bursa	250	150				400
Kayseri			300			300
İzmir		200				200
Σ	300	350	550	200	450	1.850

Z_{max} = 50*1.136 + 450*146 + 50*500 + 250*1.042 + 150*814
+ 250*818 + 150*439 + 300*663 + 200*112
= 1.021.500 TL

Ulaştırma problemlerinde bozulan (dejenere) çözüm olmaması için m + n – 1 kadar atama olması beklenir. Bu uygulama probleminde 5 + 5 – 1 = 9 atama olması beklenirdi, nitekim 9 atama gerçekleşmiştir. Bu durumda dejenere çözüm yoktur sonucuna varılır.

Bu uygulama çalışması bize çeşitli üretim tesisleri ve mağazalar arasında oluşacak ulaştırma problemlerinin optimizasyon yöntemleri ile çözülebileceğini göstermiştir. Bu çalışma örnek oluşturması amacıyla basit tutulmuştur. Üretim ve mağaza sayılarının çok da fazla olduğu, arz ve talebin dengelenmediği, bir üretim tesisinden bir mağazaya mutlaka taşıma olması (veya olmaması) gibi özel koşulların olduğu daha karışık problemler de çözülebilir.

Ulaştırma problemlerinde minimum maliyetle taşıma mümkün olabilmektedir. İşletmeler açısında ulaştırma işlemlerinin en düşük maliyetle gerçekleştirilmesi tek avantaj değildir. Daha kısa sürelerde, daha az taşıma kaynakları (taşıt, şoför, yakıt vs.) kullanılarak taşımaların gerçekleştirilmesi bazı ek avantajlar sağlayacaktır. Müşterilere daha kısa sürelerde ürünlerin teslim edilmesi onların memnuniyetini artıracaktır. Sürdürülebilirlik ve çevre açısından daha az yakıt tüketimi daha olumlu karşılanacaktır.

Referanslar

1. Kobu, B. (2006). *Üretim Yönetimi*. Beta Basım Yayım.
2. Taha, H. A. (2003). *Operations research: An introduction*. Pearson Educación.
3. Ticaret Bakanlığı. (2021). *Mobilya Sektör Raporu*. İhracat Genel Müdürlüğü, Maden, Metal ve Orman Ürünleri Dairesi.
4. TÜİK. (2022). *Dış Ticaret İstatistikleri*.
5. Winston, W. L. (2022). *Operations research: Applications and algorithms*. Cengage Learning.

DÜNYADA NAR YETİŞTİRİCİLİĞİNİN GÜNCEL DURUMU

Dr. Öğr.Üy. Cenap YILMAZ

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Bahçe Bitkileri Bölümü- Eskişehir, Türkiye.
cyilmaz@ogu.edu.tr, https://orcid.org/0000-0002-5652-7675

Günümüzde nar yetiştiriciliği, Hindistan, İran, Çin, Türkiye, ABD, Afganistan, Fas, Filistin, Irak, İspanya, İsrail, İtalya, Kıbrıs, Mısır, Suriye, Suudi Arabistan, Tayland, Tunus, Güney Afrika Cumhuriyeti, Şili, Arjantin ve diğer bazı ülkelerde yapılmaktadır. Dünya nar üretimi yaklaşık 6.898.600 tonun üzerinde bulunmaktadır (Tablo 1). Dünya nar ticareti eskiye göre daha yüksek miktarlarda yapılmakta ve tahminen yıllık 400 bin tona yakın bir düzeyde bulunmaktadır.

ABD, Güney Afrika Cumhuriyeti, Hindistan, İspanya, İsrail, İran, Mısır, Tunus, Şili ve Türkiye nar ihraç eden ülkelerdir. Ülkemizde 2021 yılında yaklaşık 177 bin ton taze nar ihracatı gerçekleştirilmiş ve bu ihracattan ise yaklaşık 131 milyon dolar gelir elde edilmiştir. Dünyada nar hasat zamanları ülkelere göre değişim göstermektedir. Hindistan'da 3 sezon nar hasadı mevcutken diğer ülkelerde tek dönemde hasta yapılmaktadır (Tablo 2).

Tablo 1. Ülkelere göre nar üretim alanı ve miktarı

Ülkeler	Alan (Ha)	Üretim (ton)
Hindistan	276.060	3.148.000
İran	90.000	1.100.000
Çin	111.700	1.086.500
Türkiye	29.201	647.676
ABD	12.560	283.000
Azerbaycan	22.627	156.797
İsrail	2.500	60.000
Fas	5.000	58.000
İspanya	3.344	45.000
Afganistan	9.721	99.871
Tunus	-	74.000
Pakistan	11.000	45.000
Yunanistan	-	42.000
Mısır	1.974	33.000
İtalya	1033	13.956
Güney afrika	826	5.800
Toplam Üretim		6.898.600

Tablo 2. Nar üreten ülkelerin nar hasat periyotları

	Hasat dönemi
Türkiye	Ağustos-Kasım
İspanya	Ağustos-Kasım
Hindistan	Yıl boyu
İran	Eylül-Kasım
Şili	Mayıs-Haziran
Peru	Nisan-Temmuz

Mısır	Eylül-Kasım
İsrail	Ağustos-Kasım
Çin	Ağustos-Ekim
ABD	Ağustos-Kasım

TÜRKİYE

Nar ülkemizde yıllardır yetiştirilen geleneksel bir meyvedir. Son yıllarda nar meyvesi Avrupa ülkelerinin aradığı bir meyve türü olmuştur. Arap ülkeleri, narı kutsal bir meyve olarak gördüklerinden dolayı büyük bir ilgi göstermektedirler. Avrupa ülkeleri ise bunu, egzotik bir meyve olarak nitelendirmektedir.

Dünya nar üretimi 7 milyon tonun üzerindedir. Ülkemiz bunun 2021 yılı itibariyle 647.676 tonunu üretmektedir. Ülkemizin hemen hemen her bölgesinde nar yetiştiriciliği yapılmaktadır. Özellikle son yıllarda kapama nar bahçesi Akdeniz, Ege ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde artmaktadır (Tablo 3).

Ülkemizde nar yetiştiriciliği Devlet İstatistik Enstitüsünün verilerine göre 59 ilde yapılmaktadır. 2021 yılı verilerine göre en fazla nar üretiminin yapıldığı iller Antalya, Mersin, Adana, Muğla, Denizli, Adıyaman ve Hatay'dır (Tablo 3).

Ülkemizde 11 tarımsal bölge bulunmaktadır. Nar yetiştiriciliği bu bölgelere göre incelenirse, en fazla nar yetiştiriciliği Akdeniz, Ege ve Güneydoğu Bölgelerinde yapılmaktadır. Tüm bölgeler karşılaştırıldığında ise en yoğun nar üretimi Akdeniz Bölgesinde yapılmaktadır. Akdeniz Bölgesi, Türkiye nar üretiminin %60'ını karşılamaktadır (Tablo 5).

Narın anavatanlarından biri olduğu için ülkemizde pek çok nar çeşidi ve tipi bulunmaktadır. Bu zenginlikten yararlanmak için pek çok seleksiyon ıslahı çalışmaları yapılmıştır. Özellikle Ege ve Akdeniz Bölgesi'ndeki ümitvar nar tipleri belirlenerek günümüze pek çok nar çeşidinin çıkması sağlanmıştır.

Ülkemizde en fazla Hicaznar çeşidi ile üretim yapılmaktadır. Bu çeşit aynı zamanda en fazla ihraç edilen çeşittir.

Tablo 3. Yıllar İtibariyle Türkiye'nin Nar Üretimi ve Ağaç Sayısı (Tuik, 2022)

Yıllar	Ağaç Sayısı ('000 adet)		Üretim (Ton)
	Meyve Veren	Meyve Vermeyen	
2000	2.485	809	59.000
2001	2.530	840	60.000
2002	2.670	855	60.000
2003	3.190	1.100	80.000
2004	3.200	1.220	73.000
2005	3.220	1.409	80.000
2006	3.136	1.502	90.737
2007	3.611	3.367	106.560
2008	4.017	5.929	127.760
2009	5.092	5.794	170.963
2010	6.431	5.679	208.502
2011	7.881	6.432	217.572
2012	10.011	5.789	315.150
2013	11.087	5.089	383.085
2014	11.756	6.034	397.335
2015	13.310	4.072	445.750
2016	13.859	3.482	465.200
2017	13.662	3.123	502.606
2018	13.574	2.645	537.847
2019	13.739	2.420	559.171
2020	13.670	2.212	600.021
2021	14.128	2.051	647.676

Tablo 4. Ülkemizde İllere Göre Nar Üretim Değerleri ve Ağaç Sayıları (Tuik, 2022)

İller	Ağaç Sayısı (‘000 adet)			Alan (Ha)	Üretim (Ton)	Ağaç Başına Verim (kg)
	Toplam	Meyve Veren	Meyve Vermeyen			
Antalya	3.257.762	3.071.070	186.692	62.519	160.621	52
Mersin	1.963.879	1.774.253	189.626	40.106	104.390	59
Adana	1.138.300	1.012.070	126.230	21.892	83.889	83
Muğla	1.547.190	1.466.774	80.416	23.083	68.457	47
Denizli	1.552.771	1.343.680	209.091	23.814	44.242	33
Adıyaman	1.058.836	732.642	326.194	15.350	38.470	53
Hatay	969.820	892.718	77.102	14.428	31.888	36
Gaziantep	664.836	605.041	59.795	17.254	22.382	37
İzmir	573.818	509.999	63.819	7.263	19.454	38
Aydın	528.435	429.405	99.030	9.139	15.843	37
Şanlıurfa	912.728	711.551	201.177	15.708	11.681	16
Siirt	335.738	297.407	38.331	10.055	10.187	34
Osmaniye	127.509	120.377	7.132	1.961	6.325	53
Kilis	325.118	295.100	30.018	7.867	5.771	20
Manisa	185.553	170.390	15.163	3.123	4.537	27
Eskişehir	70.200	61.560	8.640	1.048	2.715	44
Karaman	118.200	71.200	47.000	2.030	2.259	32
Mardin	128.345	80.950	47.395	2.797	2.144	26
Diyarbakır	73.086	63.993	9.093	691	1.536	24
Şırnak	116.755	46.672	70.083	2.438	1.524	33
Burdur	47.639	37.385	10.254	1.004	1.446	39
Balıkesir	77.260	60.936	16.324	992	1.330	22
Çanakkale	61.557	38.150	23.407	816	1.197	31
Diğer iller	343.536	234.255	109.281	6.635	5.388	22
Türkiye	16.178.871	14.127.578	2.051.293	292.013	647.676	28

Tablo 5. Ülkemizdeki Tarım Bölgelerindeki Nar Üretim Değerleri ve Ağaç Sayıları (Tuik, 2022)

Tarımsal Bölgeler	Ağaç Sayısı (‘000 adet)			Alan (Ha)	Üretim (Ton)	Ağaç Başına Verim (kg)
	Toplam	Meyve Veren	Meyve Vermeyen			
Akdeniz-TR6	7.574.500	6.956.676	617.824	143.537	390.083	56
Ege-TR3	4.393.807	3.925.658	468.149	66.433	152.644	39
Güneydoğu Anadolu-TRC	3.645.232	2.856.096	789.136	72.874	94.174	33
Doğu Marmara-TR4	123.482	95.457	28.025	4.473	3.615	38
Batı Marmara-TR2	150.795	108.417	42.378	2.013	2.752	25
Batı Anadolu-TR5	124.001	74.251	49.750	2.083	2.329	31
Ortadoğu Anadolu-TRB	100.014	62.233	37.781	512	1.105	18
Batı Karadeniz-TR8	36.863	29.098	7.765	63	669	23
Doğu Karadeniz-TR9	27.477	17.377	10.100	0	274	16
İstanbul-TR1	2.315	1.965	350	25	20	10
Kuzeydoğu Anadolu-TRA	385	350	35	0	11	31
Toplam	16.178.871	14.127.578	2.051.293	292.013	647.676	
Ortalama						29

HİNDİSTAN

Hindistan nar üretimi 276 bin ha alandan 3.148.000 tondur. Hindistanda yıl boyu nar üretimi mevcuttur. Ülkenin her yerinde nar yetiştirebilmesine karşın ticari olarak Maharashtra, Gujarat, Andhra Pradesh and Karnataka eyaletlerinde nar yetiştiriciliği yapılmaktadır.

Nar bu ülkede en çok Maharastra eyaletinde yetiştirilmektedir. Ülkenin toplam nar üretiminin %85’i bu eyalette üretilmektedir. Ülkede ilk nar yetiştiriciliği bu eyalette başlamıştır. Maharastra eyaleti içinde nar daha çok Solapur, Sangli, Nashik, Ahmednagar, Pune, Dhule, Aurangabad, Satara, Osmanabad ve Latur gibi kuzey şehirlerinde yetiştirilmektedir. Bu eyalette daha çok Ganesh Bhagwa (Ruby Red) ve Mridula çeşitleri yetiştirilmektedir. Nar Maharastra da daha çok batı bölgelerde ve Marathwada bölgesinde yoğunlaşmaktadır.

Kaliteli ve ihracata uygun nar meyvesi elde etmek için kış döneminde nar bahçeleri 45 gün susuz bırakılmakta ve bu dönemin ardından budama yapılmakta ve sulamaya başlanarak yoğun bir çiçeklenme elde edilmektedir. Bu dönem üretilen meyveler en kaliteli ürünü oluşturmaktadır.

Hindistan'da nar çoğunlukla taze olarak pazarlanmaktadır. Bu amaçla üretilen narın bir kısmı depolanmaktadır. Nar üretim periyodu Kasım-Haziran ayları arasıdır.

Hindistan dünya nar üretiminin yaklaşık %50 sini sağlamasına rağmen ancak dünya nar ticaretinin %5'ini karşılamaktadır.

Ülkede en çok yetiştirilen ve en erkenci olan Ganesh çeşidi en çok ortadoğu ülkelerine ihraç edilmektedir. Avrupa ve diğer ülkeler için ise kırmızı çeşitler olan Bhagwa, Kesar ve Mridula çeşitleri kullanılmaktadır.

Ülkede nar sofralık ve meyve suyu üretimi dışında anardana, anar rub ve nar kabuğu tozu da işlenmektedir.

ÇİN

Çin'in toplam nar üretimi bir milyon tonun üzerindedir (Tablo 6). Başlıca nar üretim alanlar Shandong Eyaletindeki Zaozhuang Şehri, Anhui Eyaletindeki Huaiyuan Şehri, Henan Eyaletindeki Kaifeng Şehri, Shanxi Eyaletindeki Lintong Bölgesi, Hebei Eyaletindeki Yuanshi İlçesi, Yunnan Eyaletindeki Mengzi İlçesi, Sichuan Eyaletindeki Huili İlçesi ve Sincan'daki Yecheng İlçesidir. Mevcut germplazm kaynakları nedeniyle 300'den fazla çeşit ve birkaç mükemmel yerel çeşit ortaya çıkmıştır.

Tablo 6. Çin'in nar üretim alanı ve miktarı

Eyaletler		
Shandong	10.000	60.000
Anhui	6.700	72.000
Henan	7.000	35.000
Shan'xi	8.200	52.500
Hebei	5.800	30.000
Yunnan	19.000	260.000
Sichuan	32.000	500.000
Xinjiang Otonom Bölgesi	23.600	77.000
	111.700	1.086.500

İRAN

İran, 90.000 ha alanda 1.100.000 ton nar üretime sahiptir. Hemen hemen İran'ın her bölgesinde nar yetiştiriciliği yapılmaktadır (Tablo 7).

Fars ve Yezd şehirleri, başlıca nar üretim merkezleridir. Bu şehirlerin yanında İsfahan, Tahran ve pek çok şehirde nar üretimi yapılmaktadır.

Tablo 7. İran'da nar üreten eyaletler ve başlıca çeşitleri

Eyaletler	Ana çeşitler
Fars	Abr, Bereit, Farough, Ghojagh, Kadrou, Malas, Rabab, Rami, Syah, Shahvar,
Yezd	Malas, Meykhosh, Shahvar, Souski, Togh Gardan, Zagh
İsfahan	Malas, Naderi, Ravandi, Shahvar, Shirin, Zagh
Tahran	Arousak, Galou Barik, Ghojagh, Malas, Shirin,
Güney Horasan	Shisheh-cap
Razavi Horasan	Ardestani, Bajestani, Meshki, Khazar, Malas, Shisheh-cap
Huzistan	Malas, Shirin
Zencan	Malas, Meykhosh, Shahvar, Syah
Semnan	Malas, Sorkhak, Shahvar,
Sistan Belücistan	Bazmani, Sangani
Kum	Shahpasand
Kirman	Keyvani
Kirmanşah	Malas
Mazenderan	Kolbad, Lamsari, Malas, Shekar,
Merkezi	Alak, Malas, Agha Mohammad Ali, Shahvar, Syah

Ülkede en yaygın yetiştirilen çeşitler Ardestani Mahvalat, Bajestani Gonabad, Ghojagh Ghom, Khazar Bardaskan, Malas Saveh, Malas Yazd, Nadery Badroud, Rabab (Robab) Neyriz ve Shisheh-cap Ferdous nar çeşitleridir.

İran'da üretilen nar yaklaşık 50 kadar ülkeye ihraç edilmektedir. Afganistan, Ermenistan, Avusturya, Azerbaycan, Bahreyn, Bangladeş, Beyaz Rusya, Bosna-Hersek, Bulgaristan, Kanada, Çin, Danimarka, İngiltere, Fransa, Gürcistan, Almanya, Yunanistan, Macaristan, Irak, İtalya, Japonya, Kazakistan, Kuveyt, Malezya, Moldova, Hollanda, Yeni Zelanda, Kuzey kore, Umman, Pakistan, Polonya, Katar, Romanya, Rusya, Suudi Arabistan, Singapur, Güney Kore, Srilanka, İsveç, İsviçre, Tayland, Türkiye, Türkmenistan, Ukrayna, BAE ve Özbekistan.

Erken olgunlaşan ve ince kabuklu olan Ghand (Meshki) Bardaskan", "Breit Shiraz" and "Alak Saveh" çeşitleri havayolu ile özellikle Güney Kore'ye ihraç edilmektedir.

ABD

Amerika birleşik devletlerinde nar üretiminin hemen hemen tamamı Kaliforniya da yapılmaktadır bunun yanında Arizona eyaletinde ise az miktarda yetiştiriciliği mevcuttur. Kaliforniya eyaletinde nar yetiştiriciliği genellikle Tulare, Fresno ve Kern bölgelerinde, az miktarda ise Imperial ve Riverside bölgelerinde bulunmaktadır. 1989 yılına kadar nar istatistik verileri toplanmasına karşın, bu yıldan sonra toplanmamaktadır. Bu verilere göre ABD nar üretimi 1989 yılında 1200 ha alanda 17 bin ton olarak gerçekleşmiş ve bunun maddi değeri ise 4.8 milyon dolar olmuştur. 2017 yılında ABD'de nar üretimi 283.000 bin tona ulaşmıştır. ABD'de hasat genellikle ağustos-ocak ayları arasında yer almaktadır. Üretilen nar ihraç edilmemekte ve tüketim ihtiyacını tam olarak karşılayamamaktadır.

AFGANİSTAN

Afganistan narın anavatan sınırları içinde yer almaktadır ve nar diyarı olarak bilinir. Ülkede nar toplam meyve alanının %7'si kadar bir alanda yetiştirilmektedir. 2006 yılında 6000 ha alanda nar yetiştiriciliği yapılırken bu alan 2021 yılında 9.721 ha alanda 99.871 tona ulaşmıştır. Başta Kandahar, Helmand, Farah, Herat, Belh, Kapisa ve Nangarhar vilayetlerinde olmak üzere kırk sekiz nar çeşidi burada yetiştirilmektedir. Ancak ülkenin en iyi narı Kandahar bölgesinde üretilir. Arghandab nehri boyunca birçok nar bahçesi bulunmaktadır. Afganistan'daki nar çeşitleri geleneksel olarak yetiştirildikleri yerlerinin adlarıyla anılır. Ticari bahçeler Kandahar (%54) ve Kapisa (%14) eyaletlerinde yoğunlaşmaktadır. Ülkede nar üretimde 2. ürün olarak yer almaktadır. Nar, Afganistan da genellikle Balkh, Nimroz ve Kapisa bölgelerinde yetiştirilmektedir. Nar ağaçlarında ortalama verimlilik Kandahar'da 8.5 t/ha iken Arghandab bölgesinde 19.0 t/ha'a ulaşmaktadır. Kapisa eyaletinde ise küçük meyveli yerel çeşitlerden 3.0 t/ha kadar verim alınabilmektedir.

Afganistan'da Black Kandagar, Kabul, Red Kandagar ve White Kandagar gibi yerel çeşitlerle üretim yapılmaktadır.

PAKİSTAN

Pakistan'da 11.000 ha alanda 45.000 ton nar üretimi mevcuttur. Pakistan'da çoğunlukla Balucistan ve Punjab eyaletlerinde olmakla birlikte kısmen Sindh ve Kuzey Batı bölgelerinde de nar yetiştiriciliği yapılmaktadır. Ülkede yerel çeşitlerle birlikte Wonderful, Graneda, Ruby Red and Fleshman çeşitleri kullanılmaktadır. Nar sofralık tüketimle birlikte sanayi için yoğun şekilde kullanılmaktadır.

MISIR

Nar, Mısır'da özellikle Assiut eyaletinde yetiştirilmektedir. Mısır, 1974 ha alanda 33.000 ton nar üretimine sahiptir. Ülkede çoğunlukla Banati, Manfalouti, Arabi, Hegazy, Baladi, Wardi, Yellow, Black ve Nab El Gamal çeşitleri yetiştirilmektedir. Mısır pazarlarında Temmuz-Ekim arasında nar bulunmaktadır.

İSPANYA

İspanya nar üretimi 3.344 ha alanda 45 bin ton olarak gerçekleşmiştir. İspanya nar büyük oranda Alicante'de daha az miktarda ise Murcia'da yapılmaktadır. Ülkede yetiştiriciliği yapılan 2 nar populasyonu vardır. Birincisi eylül ortasından kasım sonuna kadar hasadı yapılan Mollar çeşidi, diğeri ise bu çeşitten daha erken olgunlaşan fakat meyveleri daha düşük kaliteli fakat erkenciliğinden dolayı daha yüksek fiyata satılana Valenciana çeşididir. Bu çeşitler dışında Mollar de jativa ve Tendral gibi geleneksek çeşitlerde kullanılmaktadır. İspanyada geleneksel nar yetiştiriciliği sık dikim şeklinde yapılmaktadır ve çoğunlukla 3x3 ve

En önemli ulusal pazarlarlar Madrid, Barselona, Bilbao, Zaragoza ve Valensiya'dır.

İSRAİL

İsrail'in nar üretimi son yıllarda 60 bin tona ulaşmıştır. ABD'ye direk sofralık nar ihraç eden tek ülkedir. Ülkede başlıca Wonderful, Louffani ve Mule Heads gibi 5-7 nar çeşidi kullanılmaktadır. Son yıllarda nar ıslahına önem verilerek yeni çeşitler elde edilmiştir. Fakat bu çeşitler henüz ticari bir boyuta ulaşmamıştır. Ülkede genellikle bahçe tesisinde 6x4 ve 6x5 m mesafeler kullanılmaktadır. Yarı bodur çeşitlerde ise 5x3 m mesafe kullanılmaktadır. Yeni nar çeşitleri ıslahında amaç koyu kırmızı kabuklu ve daneli, erkenci ve çekirdeksiz çeşitler elde etmektir.

Modern bahçelerde 1 veya 3-5 gövde bırakırken, eski bahçelerdeki nar ağaçları 5-12 gövdelidir. Bahçelerde sulama için genellikle damla sulama sistemi kullanılmaktadır. Yetiştiricilikte en sık karşılaşılan fizyolojik zararlar meyve çatlaması ve güneş yanıklığıdır. Yetiştirilen çeşitlerin hasadı genellikle Eylül-Kasım ayları arasında yapılmaktadır.

FAS

Fas'ın yıllık nar üretimi 5000 ha alanda 58.000 tondur. Nar bahçelerinde ortalama verimlilik 12 ton/ha'dır. Ülkede çoğunlukla yerel çeşitler bulunmaktadır. Zheri, Sefri, Djeibi, Gordo de jativa, Grenade rouge, Grenade jaune yetiştirilen başlıca nar çeşitleridir. Nar bahçelerinde genellikle 5x3.5 veya 5x3 m mesafeler kullanılmaktadır.

TUNUS

Tunus, 74 bin ton nar üretimi yapmaktadır. Bu üretimin yıllara göre değişmekle birlikte ortalama %1'i ihraç edilmektedir. Nar bahçesi tesisinde genellikle 6x6, 6x5 ve 6x4 m gibi mesafeler kullanılmaktadır. En yaygın çeşitler Zehri, Gabsi, Kalai, Tounsi ve Jebali'dir. Bu çeşitlerin derimi Eylül-Kasım arasında yapılmaktadır.

YUNANİSTAN

Yunanistan 42.000 ton nar üretimine sahiptir. Nar ülkede çoğunlukla Ege adaları Xios, Lesvos, samos, Rhodos, Kalimnos, Kos), Girit, Argos, Astros, orta Yunanistan (Lamia) ve Makedonya (Veria, Edessa, Pella)'da yetiştirilmektedir. Ülkede 35 yerel çeşit tanımlanmıştır ve bu çeşitlerin hasadı genellikle eylül-ekim aylarında yapılmaktadır.

İTALYA

Ülkede nar üretimi 13.956 tondur. İtalya'da nar yetiştiriciliği çoğunlukla Sardunya ve Sicilya'da yapılmaktadır. Nar üretim için genellikle yerel çeşitler kullanılmaktadır. Dente di cavallo tipica, Dente di cavallo a coccio, Dente di cavallo tardiva ve Dente di cavallo a coccio duro bu çeşitlerden birkaçıdır.

PORTEKİZ

Portekiz'de üretim çoğunlukla Algarve'de yapılmaktadır. Nar yetiştiriciliğinde De Jativa, Mollar d'Alcanar, Asseria ve Mollar d'Elche gibi yerel çeşitlerle yapılmaktadır. Geleneksel çeşitlerden biri olan Asseria, portekizdeki en erkenci nar çeşididir.

KIBRIS RUM DEVLETİ

Nar, ülkede çok popüler bir üründür. Chocolate, Sotirkatice ve Ftanofli adında 3 yerel çeşit ve yabancı olarak ise Wonderful çeşidi yetiştirilmektedir. Ülkedeki en iyi ve en önemli çeşit Chocolate'dır. Çok az miktarda İngiltere'ye ihracatı yapılmaktadır. Ülkede genellikle nar bahçeleri 3x3 m aralıklarla kurulmakta ve damla sulama sistemi kullanılmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Bartual, J., Fernandez-Zamudio, M.A. and De-Miguel, M.D. (2015). Situatıon of the Production, Research and Economics of the Pomegranate Industry in Spain. Acta Hortic. 1089, 345-349.DOI: 10.17660/ActaHortic.2015.1089.45.
2. Ferrara, G., Selahvarzi, Y., Ahmadpourmir, H., Mazzeo, A., Giancaspro, A., (2021) 'Production and growing regions.', Botany, Production and Uses. CABI International. doi: 10.1079/9781789240764.0059.
3. Karapetsi, L.; Pantelidis, G.; Pratsinakis, E.D.; Drogoudi, P.; Madesis, P. Fruit Quality Traits and Genotypic Characterization in a Pomegranate Ex Situ (*Punica granatum* L.) Collection in Greece. *Agriculture* **2021**, *11*, 482.
4. Shokoohi, Z. and Asgari, M. (2021) 'World pomegranate market.', Botany, Production and Uses. CABI International. doi: 10.1079/9781789240764.0548.
5. Yılmaz, C., (2007). Nar. Hasat Yayıncılık, İstanbul, 192 s. ISBN: 978-975-8377-52-2, 2007

BAĞ BUDAMA ATIKLARININ TARIMDA KULLANILMA POTANSİYELİ

Öğr.Gör. Dr. Cuma ARIK

T.C. Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Alaşehir Meslek Yüksekokulu,
Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Bağcılık Programı
ORCID: 0000-0003-1037-7031

GİRİŞ

Bağcılık dünya ve ülkemiz için önemli tarım kollarından biridir. Bu nedenden dolayı bağcılıktan elde edilen yaş üzüm kadar, bağ budama atıkları da oldukça önemlidir. Her yıl sürgünlerin %70-80'i kış budamasında ve %30-40'ı da yaz budamasında tarımsal atık olarak ayrılmaktadır (Çelik, 2007). 1 hektar bağ alanından genelde 2-4 ton bağ budama atığı elde edildiği ifade edilmektedir (Sanchez et al., 2002). Dünya üzerinde yaklaşık olarak 6 951 000 ha ve ülkemizde de 401 000 ha alanda bağcılık yapıldığı ve 1 ha bağ alanından yaklaşık 3 ton budama atığı elde edildiği kabul edildiğinde, her yıl dünyada yaklaşık 20 853 000 ton ve ülkemizde ise 1 203 000 ton budama atığı elde edildiği düşünülmektedir. Bu değerli tarımsal atık ne yazık ki ya evlerde/bağ kenarlarında yakılmakta ya da atılmaktadır, halbuki daha doğru şekillerde değerlendirilmesi muhtemeldir. Bağ budama atıklarının değerlendirilmesine yönelik çok sayıda çeşitli çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalardan biri de bağ budama atıklarının tarımda değerlendirilmesidir. Bekar (2016) da yapmış olduğu bir çalışmasında bu önemli konuya dikkat çekmektedir.

Tarımsal uygulamalarda çeşitli girdilerin çevreye olan zararlı etkisi göz ardı edilemez boyuttadır. Fakat bir yandan da tarımsal atıkların yine tarımda kullanılabileceği gerçeği aşikardır. Bu anlamda bağ budama atıkları da başta bağcılıkta olmak üzere tarımda çeşitli şekillerde kullanılabilme potansiyeline sahip olup, buna yönelik çeşitli araştırmalar mevcuttur. Bu derleme çalışmasında bu çalışmalara yer verilerek bu konuya dikkat çekilmesi ve ilerisi çalışmalara faydalı olması amaçlanmıştır. Ayrıca bağ budama atıklarının tarımsal faaliyetlerde kullanılması ve tarımda kimyasal kullanımının azaltılmasıyla çevreye olan zararın olabildiğince azaltılması hedeflenmektedir.

Bağ Budama Atıklarının Değerlendirilmesine Yönelik Çalışmalar

Bağ budama atıkları ya insan gücüyle ya da özel üretilmiş tarımsal makinelerle araziden toplanmaktadır. Çeşitli araştırmacılar, çalışmalarında özel geliştirilmiş bu makineleri denemeye almışlardır (Spinelli et al., 2010; Pari et al., 2018; Öngeren, 2021) (Şekil 1). Örneğin, Öngeren (2021) bağ budama atıklarının parçalanmasında kullanılacak bir makinenin modifikasyonu üzerine çalışmıştır; bağ budama atıklarının parçalanması sonucu parçacık boyut dağılımları 12.5 mm ile 50 mm arasında olmuştur. Toplanan bu değerli tarımsal atıklar, başta bağcılık olmak üzere yine tarımda değerlendirilebilmektedir.

Şekil 1. Bağ budama atıklarının tarımsal aletler ile toplanması & parçalanması

Bağ budama atıklarının bu kadar değerli olmasında, hiç şüphesiz lignoselülozik bir kaynak olması ve başta resveratrol olmak üzere sekonder bileşiklerce zengin olması önemli ölçüde pay sahibidir. Bununla ilgili olarak Chaher et al. (2013), asma sürgünlerinden yeni bir resveratrol oligomeri (türevi) olan (Z)-cis-miyabenol C (3); vitisinol C (1) ve (E)-cis-miyabenol C (2) oligostilbenleri; piceatannol, resveratrol, (E)- ε-viniferin (trans-ε-viniferin), ω-viniferin, vitisinol C ve (E)-miyabenol C gibi resveratrol bileşiklerini izole etmişlerdir ve asma sürgünlerinin vitisinol C gibi yeni biyoaktif stilbenlerin kaynağı olarak kullanılma potansiyeli olduğunu belirtmişlerdir.

Hayvan beslenmesinde kullanılması: Bağdaki budamalardan elde edilen odunlaşmış dallar, taze sürgünler, yapraklar, salkımlar ve diğer taze organlar hayvan beslenmesi için önem taşımaktadır. Ismaïlov ve Khalilov (1991), bağ budama atıklarını 20-30 mm kalınlığında kesip %22-28 bağıl nemde kuruttuktan sonra öğütüp hem tanelenmiş yeme hem de ezilmiş ota karıştırıp hayvan beslenmesinde kullanmışlardır. Molina-Alcaide et al. (2008) kimyasal bileşimi, ruminal parçalanma ve bağırsaklardaki sindirilebilirliğinden dolayı asma sürgünlerinin ve üzüm posasının geviş getiren canlılar için değerli bir enerji ve protein kaynağı olduğunu ifade etmişlerdir. Peiretti et al. (2017) de bağ yeşil budama atıklarının geviş getiren küçükbaş hayvanların beslenmesinde kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

Malç olarak kullanılması: Bağ budama atıklarından malç materyali olarak yararlanılabilmektedir ve bu malcın faydalarının anlatıldığı çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Aragüés et al. (2014) bağda plastik malç uygulamasının tuzluluk ve sodiklik üzerine %44 oranında azaltıcı etkide bulunurken, bağ budaması atığı malcında bu değerin daha fazla olduğunu (%77) açıklamışlardır. Fakat asma sürgünleri budamadan sonra bağ alanında öğütülmeden malç olarak kullanıldığında bağ alanında köklenip bağın düzenini bozacak ve bunun yanı sıra kültürel işlemleri zorlaştıracaktır. Bu yüzden öğütülmüş asma sürgünleri malç olarak kullanıldığında hem yabancı ot gelişimini sınırlandıracak hem de toprağa organik materyal olup toprak özelliklerine katkıda bulunacaktır. Bu olumlu

özelliklerinin dışında öğütülmüş asma sürgünleri hastalık ve zararlılara da konukçuluk yapabilir. Bununla ilgili olarak Jacometti et al. (2007), bağ budama artıklarının organik madde içeriğinden dolayı malç olarak kullanılabileceğini fakat ölü kol (*Phomopsis viticola*) ve külleme (*Botrytis cinera*) gibi hastalıklarla bulaşık alanlarda ise hastalığın yayılmasına neden olabileceğini ifade etmişlerdir. Bununla mücadele etmek için budama atıkları kükürtle karıştırılıp serilebilir.

Kompost yapımında: Bağ budama atığından elde edilmiş kompostun yetiştiricilik uygulamalarında olumlu sonuçlar verdiği çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Manios et al. (1985), 6.85 kg üre ile öğütülmüş 660 kg bağ budama atığını karıştırıp yaklaşık altı aylık kompostlaşma ve beş aylık olgunlaşma işlemiyle üretmiş oldukları kompostun C/N= 13.7, pH= 8.0, EC= 2.5 mmhos (1:25), NO3-N= 312.5 mg/100 g kuru madde, kütle yoğunluğu= 0.53 ve katı parçacık yoğunluğu= 1.25 değerlerine sahip olduğunu ve domates fidelerinde yetiştirme ortamı olarak kullanılmasıyla iyi sonuçlar verdiğini açıklamışlardır.

Bağ budama atıklarından elde edilen kompostun, mantar yetiştiriciliğinde kullanılabileceğini gösterir çalışmalar vardır. Pardo et al. (2002), mantar yetiştiriciliğinde asma sürgünlerinden elde edilen kompostun toprak yapısına ve su tutma kapasitesine olan katkılarından dolayı torf yerine kullanımının uygun olduğunu açıklamışlardır (Çizelge 1 ve 2). Aynı şekilde Sánchez et al. (2002) de Pleurotus mantarı yetiştiriciliğinde bağ budama atıkları ve üzüm posası (pomace) üzerine çalışma yapmışlardır; misel gelişimi ve mantar verimi bakımından en iyi ortam yüksek içerikli bağ budama atıklarından elde edilmiştir. Bağ budama atığında posaya ye göre daha yüksek oranda fenolik bileşik içeriği, toplam şeker içeriği ve C:N oranı ile daha düşük ham yağ ve toplam azot içeriği belirlenmiştir. Ayrıca %100 üzüm posası içeren tüm uygulamalarda daha düşük ve yavaş misel gelişimi olmuştur.

Çizelge 1. Bağ budama atığı kompostu ile siyah torfun karşılaştırılması

Özellik	Asma sürgünü kompostu	Siyah torf
% Nem	61.9	54.6
pH (H_2O, KCl)	7.69, 7.46	7.68, 7.62
Elektriksel iletkenlik (µS cm^{-1})	424	1746
Toplam azot %	2.93	1.17
Kül %	12.7	53.01
Organik madde %	87.28	46.99
C:N oranı	17.3	23.3
Ham lif %	44.99	11.66
Ham yağ %	0.39	0.16

pH tamponlama kapasitesi (meq H+ lt^{-1})	6.4	70.8
Katyon değişim kapasitesi (cmolc kg^{-1})	125	102
Partikül yoğunluğu (g cm^{-3})	1.537	2.107
Kütle yoğunluğu (g cm^{-3})	0.096	0.288
Toplam gözeneklilik %	93.8	86.3
Su tutma kapasitesi %	637	216
Kullanılabilir su %	10	18

Çizelge 2. Bağ budama atığı kompostu ile siyah torfun karşılaştırılması (devamı)

Özellik		**Asma sürgünü kompostu**	**Siyah torf**
Partikül büyüklüğü %	>5 mm	0.1	5.4
	5-4 mm	1.1	3.5
	4-1 mm	52.7	35.6
	<1 mm	46.1	86
Hidrolik iletkenlik (cm h^{-1})		538	8.6
Geçirgenlik (cm^2)		1.53.10-6	2.44.10-7
Toplam element konsantrasyonu (mg kg^{-1})	K	6600	2065
	Ca	33400	136250
	Na	760	8750
	Mg	2693	6420
	Fe	545	3305
	Mn	68.5	7.5
	Zn	66.0	24.0
	Cu	3.0	3.0
	B	32.0	50.5
	P	1445	580
	Mo	<4.0	<4.0
Patojen nematodlar		yok	yok
Akarlar (*Histiostoma* spp.)(100 gr kompostta)		189	yok

Bekar (2016) da yapmış olduğu derleme çalışmasında bağ budama atıklarının yetiştirme ortamı ve yakıt olarak değerlendirilmesine dikkat çekmektedir.

Bağ budama atığı kompostu, ayrıca ekim-dikim ortamlarına ilave edilmekte ve toprağa karıştırılmaktadır. Kristotakis ve Kabourakis (2011), bağ budama artığı ve alaca yapraklı kamış/kargı (*Arundo donax*) yongalarından elde etikleri kompost üzerinde organik domates fidesi yetiştiriciliği yapmışlardır. Substrattaki kompost oranı artıkça fidelerin besin alımı artmış ve bunun yanı sıra substrat pH'sı ve tuzluluğu da artmıştır. %40 asma budama artığı yongasının kullanıldığı substratta fide taze ağırlığı kontrolle (peat/torf bazlı substrat) benzerlik göstermiştir. Araştırma sonucunda kompost bazlı substratların fide yetiştiriciliğinde peat/torf bazlı substratların yerine kullanılabileceği belirlenmiştir.

Işler et al. (2022) killi, tınlı ve kumlu tınlı topraklarda prina ve bağ budama atıkları kompost uygulamalarının (%3 ve %6 bağ budama artığı kompostu ile %3 ve %6 prina kompostu) ardından toprak agregasyonundaki zamansal değişimleri incelemişlerdir. En yüksek agregat stabilitesi (toprak agregatlarının su erozyonu ve rüzgar erozyonu, büzülme ve şişme işlemleri ve toprak işleme gibi dış kuvvetlere maruz kaldıklarında bozulmaya karşı koyma kabiliyetinin bir ölçüsü) killi ve tınlı toprak için %6 bağ budama atığı kompostu 210. inkübasyon sürecinde ve kumlu tınlı toprak için %6 prina kompostu 120. inkübasyon sürecindedir; on beş günlük inkübasyonda toplam depolanan karbon düzeyi killi toprakta %131 ve %417, tınlı toprakta %72 ve %251 ve kumlu tınlı toprakta %21 ve %257 olarak belirlenmiştir; kompost uygulamalarıyla agregat ortalama ağırlık çapı azalırken agregat stabilitesi artmıştır; bağ budama artığı kompostu uygulaması, daha kısa sürede (90 gün) topraklardaki toplam karbon miktarının artışını sağlamıştır.

Bağ budama atıklarının mevcut çiftlik gübresi kompostlaşma sürecine olan etkileri de büyük önem taşımaktadır. Bununla ilgili olarak de Haro-Marti et al. (2014), çiftlik gübrelerinin kompostlaşma sürecinde amonyak şeklinde azot kaybından dolayı kompostlaşma için uygun bir karbon:azot oranına sahip olmadığını ve inek gübresine bağ budama atıklarının karıştırılıp kompost yapılmasıyla azot kaybında azalma (bir ton gübrede 8.63 lb (3.93 kg) azot kaybı) meydana geldiğini açıklamışlardır.

Bağ budama atıklarının parçalanarak toprağa gömülmesi, toprak verimliği üzerine önemli etkilerde bulunmaktadır. Erdal ve ark. (2010) bağ budama atıklarını yeşil gübre (8 kg fiğ (*Visia villosa* L.) +2 kg arpa karışımı) ve sertifikalı organik gübre (N:P:K 7:1, 5:3, 5) ile birlikte organik tarım yapılan bağ deneme alanlarında kullanmışlardır. Yilmaz et al. (2017), bağ budama atığını kıyıcıdan geçirip elde edilen yongaları iki yıl boyunca arazide yığın şekilde tuttuktan sonra bir hektar alana 7 233 kg miktarında toprağa karıştırmışlardır, bu uygulamayı iki yıl sürdürmüşlerdir (Şekil 2). Uygulamanın etkilerini görmek için arazinin 0-10 cm ve 10-20 cm derinliklerinden toprak örnekleri almışlardır. İkinci yılın sonunda yapılan analizde özellikle toprağın üst katmanında organik madde, katyon değişim kapasitesi, toplam azot, alınabilir fosfor, kalsiyum, magnezyum, sodyum ve bakır düzeyleri ile elektriksel iletkenlik değerinin önemli ölçüde artmış olduğu; diğer yandan pH değeri ve kütle yoğunluğuna bağlı olarak demir, çinko ve mangan içeriğinin azaldığı ve ayrıca uygulama yapılmış yüksek kum içerikli toprakta erişilebilir su içeriğinin önemli çıkmış olduğu belirlenmiştir. Araştırıcılar bağ budama atıklarının bu şekilde kullanılmasının çevrenin

korunması ve toprak verimliliğinin sürdürülmesinde önemli ölçüde katkıda bulunduğu vurgulamışlardır.

Şekil 2. Bağ budama atığı parçalayıcısı ve parçalanmış budama atığı

Su et al. (2020), bağ budama atıklarını öğüterek bahçe toprağına çeşitli oranlarda karıştırarak (1:100, 1:50, 1:30, 1:20 ve 1:10) Shine Muscat üzüm fidanlarını yetiştirmişlerdir. 1:50 ve 1:30 uygulamalarında kontrole oranla daha fazla kök uzunluğu, köklenme yüzey alanı ve kök sayısı belirlenmiş, ayrıca organik karbon içeriği gibi toprak özellikleri daha yüksek çıkmıştır. Bağ budama atığı ilavesinden 60 ve 150 gün incelemelerinde bakteri çeşitliliği ve popülasyonunda artış belirlenmiştir. Araştırıcılar, toprak mikroekolojisini iyileştirme, asmanın kök ve tüm organlarının gelişimini destekleme bakımından 50 birim bahçe toprağına 1 birim bağ budama atığı karışımını önermişlerdir.

Pisciotta et al. (2021), sulama yapılmayan bir bağda yeşil gübreleme (bakla, sonbaharda ekim ve ilkbaharda toprağa karıştırma) ve bağ budama atıklarının toprağa gömülmesinin üzüm verimi ve kalitesi üzerine önemli etkilerde bulunduğunu; bu uygulamaların azalan mineral azot gübresi kullanımıyla birlikte yer altı suyuna aşırı azot birikme tehlikesini de azaltacağını açıklamışlardır.

Biyokömür üretimi: Biyokömür, biyokütlenin yüksek sıcaklıkta ve oksijensiz ortamda ısıtılması (pirolizi) ile elde edilen bir maddedir (Günal ve Erdem, 2018). Tarım topraklarına biyokömür ilavesiyle toprak ve mahsul verimliliğini aynı anda artmakta, besin kaybı azalmakta, organik karbonu tutulmakta, CO^2 olmayan sera gazı emisyonları azalmakta, toprağın su tutma kapasitesi artmakta ve buna benzer önemli faydalar ortaya çıkmaktadır; bu faydalara biyokömürün topraklardaki mekanik stabilitesi ve kalsifikasyonunun neden olduğunu ve biyokömürün toprağın su tutma kapasitesi ve toprak yapısı üzerine etkisinin uzun vadeli olacağının beklenildiğini ifade edilmiştir (Baronti et al., 2014). Baronti et al. (2014), bağa 22 ve 44 ton ha^{-1} meyve bahçesi budama atığından elde edilen biyokömürü uygulamışlar ve sonuç olarak kuraklık sürecinde mevcut toprak su içeriğinde sırasıyla 22 ve 44 ton ha^{-1} için %3.2 - %45'e ve yaprak su potansiyelinde ise %24 - %37'ye varan bir artışın olduğunu açıklamışlardır. Biyokömür ile ilgili bu olumlu özellikler, bağ budama

atıklarından biyokömür üretilmesi konusunun da git gide önem kazanmasına sebep olmaktadır. Asma dallarından üretilen biyokömür yüksek gözenekli (%83), hafif (yığın yoğunluğu 275±59 kg m^{-3}), alkali reaksiyonlu (pH= 9.4), yüksek organik karbon içerikli (%29.88) ve yüksek enerji eşdeğerlikli (25.9 kJ g^{-1}) bir malzemedir (Doneva et al., 2018). Bağ budama atığından elde edilen biyokömürün faydalarıyla ilgili olarak;

Kercheva et al. (2018), asma sürgünlerinden elde edilen büyük biyokömür partiküllerinin yüksek oranlarda uygulanmasının su tutma kapasitesini %2 oranında azaltmasından dolayı daha derin toprak katmanlarında su transferini kolaylaştırmak için faydalı olabileceğini; çalışmanın devamında Doneva et al. (2018) de bu biyokömürün toprağın yığın yoğunluğunu azalttığını ve makro gözenekliliği artırdığını ve büyük partikülün, küçük partikül halindeki biyokömüre oranla da fazla su iletimine neden olduğunu açıklamışlardır. Bu sonuçlar, toprağa büyük partiküllü biyokömür ilavesinin toprak drenajını iyileştireceğini göstermektedir.

Calcan et al. (2022) ise bağ budama atığından yavaş piroliz yöntemiyle elde ettikleri biyokömürün tohumdan yetişen domates bitkisinin gelişimini artırdığını (%50) ifade etmişlerdir (Şekil 3).

Şekil 3. Bağ budama atığından elde edilmiş biyokömür

Yaprak gübresi olarak kullanımı: Asma sürgünü sulu ekstraktı aminoasitçe zengindir (toplam 579.2 mg L^{-1}); en fazla bulunanları Arginin (Arg), Glutamin (Gln), c-Aminobütirik asit (Gaba), Glutamik asit (Glu), Prolin (Pro), Alanin (Ala) ve Aspartik asit (Asp) (270.3 ± 5.8; 110.4 ± 3.4; 49.1 ± 1.5; 24.5 ± 0.0; 21.3 ± 0.5; 15.2 ± 0.9 mg L^{-1}) olup, diğerleri ise Serin (Ser), Treonin (Thr), Asparagin (Asn), Histidin (His), Ornitin (Orn), Triptofan (Trp), Valin (Val), Lizin (Lys), Sitrülin (Cit), Lösin (Leu), Glisin (Gly), Fenilalanin (Phe), Tirozin (Tyr) ve İzolösin'dir (Ile) (her birinin miktarı 10 mg L^{-1}' den az) (Sánchez-Gómez et al., 2016). Asma sürgün ekstraktlarının yaprak gübresi olarak kullanılmasının üzüm verimi, fenolik madde ve aminoasit içeriği üzerine olumlu etkileri saptanmıştır. Sánchez-Gómez et al. (2016), bağlara yaprak gübresi olarak asma sürgünü sulu ekstraktını bir ve iki kez ve meşe ekstraktını bir kez uygulamışlardır; elde edilen

sonuçlar, asma sürgünü atıklarından elde edilen sulu ekstraktların yaprak gübresi olarak kullanılma potansiyelini göstermiştir, özellikle bir kez uygulandığında şarapta amino asit içeriğini (özellikle prolin miktarı) artırmıştır, meşe sulu ekstraktı da benzer etkilerde bulunmuştur.

Sánchez-Gómez et al. (2016b) ve Sánchez-Gómez et al. (2017) de asma sürgün ekstraktlarını asma yapraklarına (ben düşme zamanında) uygulamışlar ve sonuçta üzüm verimi artmış ve şarap kalitesi artmış, alkol oranı düşmüş, çeşide özgü aroma ve özellikle hidroksinnamik asit olmak üzere fenolik madde olumlu etkilenmiş, daha yüksek çiçeksi, odunsu ve baharatsı bir tat ortaya çıkmıştır.

Tarımda hastalık ve zararlı mücadelesinde kullanılması: İçermiş oldukları sekonder metabolitlerden dolayı hem kış hem de yaz budamasında arta kalan asma yıllı dalı, taze sürgün ve yaprak gibi organlarından elde edilen ekstraktların hastalık ve zararlı mücadelesinde kullanılabilir olduğunu gösteren çeşitli çalışmalar bulunmaktadır.

a) Hastalık mücadelesi: Schnee et al. (2013), asma dalından elde edilen saf özütlerin *Plasmopara viticola* (mildiyo), *Erysiphe necator* (külleme) ve *Botrytis cinerea*'ya (kurşuni küf) karşı önemli antifungal aktivite sergilemiş olduğunu ifade etmişlerdir. Çalışmada tanımlanan altı bileşiğin (ampelopsin A, umutafenol, trans-resveratrol, ampelopsin H, ε-viniferin ve E-vitisin B) de *P. viticola*'ya karşı antifungal aktiviteler sergilediği; ε-viniferin maddesinin ayrıca *B. cinerea*'ya karşı düşük de olsa bir antifungal etki gösterdiği; fakat tanımlanan bu bileşiklerin hiçbirinin *E. necator* sporunun çimlenmesini engellemediği belirlenmiştir. Guerro et al. (2016) de trans-resveratrol, pterostilbene, ε-viniferin ve δ-viniferin olmak üzere stilbenlerin *P. viticola* ve *B. cinerea* üzerine antifungal aktivite gösterdiğini açıklamışlardır. Bunlardan başka;

Richard et al. (2016) bağ budama atıklarından elde edilen stilben ekstraktının (5 g lt^{-1}), mildiyö hastalık oranını %59-69 oranında azalttığını, enfekteli yaprak oranında %83-88 azalmaya neden olduğunu ve ayrıca zoospor çimlenmesinin (100 g lt^{-1}) ve zoospor salınımının (330 g lt^{-1}) da inhibe edildiğini açıklamışlardır.

Gabaston et al. (2017), *V. vinifera* atıklarından (dal, odun ve kök) elde edilen stilbenlerin (ampelopsin A, (E)-piceatannol, pallidol, (E)-resveratrol, hopeaphenol, isohopeaphenol, (E)-ε-viniferin, (E)-miyabenol C, (E)-ω -viniferin, r2-viniferin ve r-viniferin) mildiyö mücadelesinde sürdürülebilir bir araç olduğunu belirtmişlerdir.

Montibus et al. (2021), asma sürgünlerinden elde ettikleri ekstraktın *Fusairum graminearum* CBS 185.32 fungusunun radyal büyümesini sınırladığını ve

çalışmada yer alan diğer bitki ekstraktları ile birlikte umut verici olduğunu bildirmişlerdir.

Richard et al. (2021), asma dal ekstraktalarında dört yeni bileşik (trans-oksistilbenin C, trans-oksistilbenin D ve cis- ve trans-oksistilbenin E) de dahil olmak üzere toplam on bileşik tanımlamışlardır ve bu ekstraktın *P. viticola* ve *B. cinerea* büyümesi üzerindeki önleyici etkiler sergilediğini açıklamışlardır.

Görüldüğü üzere asma ekstraktlarında bolca bulunan ve patojenlere karşı savunma sisteminde anahtar rol oynadığı için *V. vinifera*'nın fitoaleksinleri olarak tanımlanan stilbenler (Billet et al., 2020), başta asma olmak üzere çeşitli bitkilerde hastalık oluşturan funguslara karşı oldukça etkilidir (Guerro et al., 2016; Gabaston et al., 2017; Billet et al., 2020). Asma ekstraktları, asmalara dışsal uygulandığı çalışmalarda da dikkat çekici antifungal etkilerde bulunmuştur; bu çalışmalarda yapraklarda mildiyo oranında %35 ve salkımlarda %38 ve hastalık şiddetinde ise sırasıyla %35 ve %43 oranında azalma meydana geldiği (Billet et al., 2019), bağlarda da mildiyöye karşı önemli bir kısmi koruma sağladığı (Billet et al., 2020) ve *B. cinerea*'nın yapraklarda oluşturduğu nekrotik lezyonlar azalmış ve miselyum büyümesinin engellenmiş olduğu (De Bona et al., 2019) bildirilmiştir. De Bona et al. (2019) da stilben uygulamasının asmanın bazı savunma mekanizmalarını teşvik etmesinden dolayı doğrudan bir mantar önleyici aktiviteye sahip olduğunu vurgulamışlardır.

Asma ekstraktlarının antifungal etkisi ile ticari fungusit etken maddelerinin etkilerinin karşılaştırılması da yapılmıştır. Apolonio-Rodríguez et al. (2017), yabani asmaların (*V. vinifera sylvestris*) yapraklarından elde edilen %12 (v v^{-1}) ekstraktlardaki resveratrolün in vitro ortamda *B. cinerea* misel büyümesini %72, misel sporülasyonunu %75 ve spor çimlenmesini %62 oranında engellediğini ve cyprodinil+fludioxonil uygulamasının engelleyici etkisinin ise sırasıyla %88.9, %85.5 ve %93.7 olduğunu açıklamışlardır. Billet et al. (2019) ise mildiyo inkulasyonu uygulamasında asma dal ekstraktının etkinliğinin 1 gr bakır g lt^{-1}'ye denk geldiğini ve uygulamanın ne fitotoksisiteye ne de fauna üzerine olumsuz etkide bulunmadığını bildirmişlerdir.

Bu çalışmaların tümü ekosistem için oldukça önemli bir meseleye dikkat çekmektedir; içermiş oldukları stilbenlerden dolayı bağ budama atıklarından uygun maliyetli ve en önemlisi çevreye dost doğal fungusitlerin geliştirilmesi, oldukça önem kazanan bir konudur (Lambert et al., 2013; Schnee et al., 2013; Guerro et al., 2016; Gabaston et al., 2017).

b) Zararlı mücadelesi: Stilbenler asmada büyük miktarlarda üretilen birer fitoaleksin olup hem patojenlere hem de zararlılara karşı da bitki savunmasında önemli görevler yapmaktadır (Gabaston et al., 2018). Pavela et al. (2017)

stilbenlerin asma dallarında yaklaşık 10 g kg^{-1} kuru ağırlık gibi yüksek bir konsantrasyonda yapısal olarak biriktiğini açıklamışlardır; bundan dolayı zengin stilben içerikli asma ekstraktlarının, zararlı mücadelesinde kullanılabileceğini gösterir çalışmalar yürütülmektedir.

Pavela et al. (2017), asma dallarından elde edilen %27 toplam stilben içerikli ekstraktın (başlıca E-piceatannol, E-resveratrol, isohopeaphenol, E-e-viniferin ve E-vitisin B) önemli derecede beslenme önleyici etkide veya akut toksisite göstermese de yine de önemli bir polifag zararlı olan *Spodoptera littoralis*'in larva (pamuk yaprak kurdu) popülasyonunda kronik ölüme neden olduğunu açıklamışlardır. Bahsedilen çalışmada E-vitisin B, sırasıyla 134 ve 298 µg cm^{-2}'lik LC50 (%50 lethal konsantrasyon) ve LC90 (%90 lethal konsantrasyon) değerleri ile en etkili bileşik olmuştur; bazı stilben karışımlarıyla insektisidal etkinlikte önemli bir artış gerçekleşmiştir. Bu sonuçların asma sürgünlerinin botanik insektisitlerin geliştirilmesi için iyi bir aktif madde kaynağı olduğunu göstermektedir.

Gabaston et al. (2018) de asma köklerinin stilbence zengin olduğunu ve elde edilen ekstraktın *Solanaceae* bitkilerinde zarar oluşturan patates böceğine karşı (*Leptinotarsa decemlineata*) beslenmeyi engelleme suretiyle larva gelişimini engellediğini; asma kökündeki yüksek konsantrasyondaki vitisin A ve vitisin B'nin en toksik bileşikler olmalarından dolayı bu etkiye katkıda bulunduklarını; açık havada yapılan saksı denemelerinde patates böceğinde ölüm oranının yüksek olduğunu ve stilben zengini bu ekstrakt sayesinde patates bitkilerinin korunduğunu; bu ekstraktın ayrıca toprak solucanı gibi faydalı canlılara zarar vermediğini ve bundan dolayı doğal insektisitlerin geliştirilmesi için umut verdiğini vurgulamışlardır.

Bağcılıkta aşısız / aşılı asma fidanı üretiminde kullanılması: *V. vinifera* L. asmalarının bir yıllık dalları kolay köklenebildiği için asma budamasıyla elde edilen sürgünlerden alınan çeliklerin uygun ortamda köklendirilmesiyle aşısız asma fidanı elde edilebilmektedir. Fakat bağ topraklarının çoğunda filoksera olmasından dolayı aşılı asma fidanı kullanımı ön plandadır. Filoksera anaç asmalarının yapraklarına, yerel asmaların ise köklerine zarar vermektedir; daha çok killi topraklarda faaliyet göstermekte olup kumlu topraklarda ise hareket etmekte zorlanmaktadır. Bundan dolayı kumlu topraklarda (nematod sorunu olmayan) bağ budaması ile arda kalan sürgünlerden alınan çeliklerin köklendirilmesiyle elde edilen aşısız asma fidanları ile bağ kurulabilmektedir. Bağ budaması ile elde edilen bir yıllık sürgünler aşı kalemi olarak masabaşı aşılamanın yanı sıra arazide anaç üzerine aşılamada ve/veya çeşit değiştirme aşılamalarında da kullanılabilmektedir.

SONUÇ

Dünya üzerinde geniş bir alan kaplayan bağ alanlarından elde edilen büyük miktardaki bağ budama atığı ne yazık ki büyük oranda evlerde/bağ kenarlarında yakılmakta ve/veya işe yaramaz görülüp atılmaktadır. Fakat tarımsal atıkların çeşitli şekillerde değerlendirilmesine yönelik çalışmalar incelendiğinde, yine değerli bir tarımsal atık olan bağ budama atıklarının çeşitli amaçlarda kullanılmak üzere değerlendirilebileceği görülmektedir. Bu derleme çalışmasında ise bağ budama atıklarından tarımsal faaliyetlerde yararlanılabilmesine yönelik çalışmalara değinilmiştir ve bu çalışmanın ilerisi çalışmalar için faydalı olması amaçlanmıştır. Bahsedilen çalışmalar değerlendirildiğinde bu çalışmada hedeflenenler şöyledir; bağ budama atıklarının kullanılma potansiyelleri hayata geçirildiğinde, bağ budama atıklarının yine bağa kazandırılması ve/veya diğer tarımsal ürünlerin yetiştirilmesinde kullanılması sağlanacaktır ve bu sayede başta toprak olmak üzere çevreye olabildiğince daha az kimyasal uygulanmış olacak çevre koruma bakımından faydaları olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Apolonio-Rodríguez, I., Franco-Mora, O., Salgado-Siclán, M.L. & Aquino-Martínez, J.G. (2017). In Vitro Inhibition of *Botrytis cinerea* with Extracts of Wild Grapevine (*Vitis* spp.) Leaves. Revista mexicana de fitopatología, 35 (2), online. https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.1611-1
2. Aragüés, R., Medina, E.T. & Clavería, I. (2014). Effectiveness of Inorganic and Organic Mulching for Soil Salinity and Sodicity Control in A Grapevine Orchard Drip-Irrigated with Moderately Saline Waters. Spanish Journal of Agricultural Research, 2014, 12 (2), 501-508. http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2014122-5466
3. Baronti, S., Vaccari, F.P., Miglietta, F., Calzolari, C., Lugato, E., Orlandini, S., Pini, R., Zulian, C. & Genesio, L. (2014). Impact of Biochar Application on Plant Water Relations in *Vitis vinifera* (L.). European Journal of Agronomy, 53, 38-44., https://doi.org/10.1016/j.eja.2013.11.003
4. Bekar, T. (2016). Bağcılıkta Atık Teknolojisi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6 (1), 17-24.
5. Billet, K., Delanoue, G., Arnault, I., Besseau, S., Oudin, A., Courdavault, V., Marchand, P.A., Giglioli-Guivarc'h, N., Guérin, L. & Lanoue, A. (2019). Vineyard Evaluation of Stilbenoid-Rich Grape Cane Extracts against Downy Mildew: A Large-Scale Study. Pest Managment Science, 75, 1252-1257. https://doi.org/10.1002/ps.5237
6. Billet, K., Malinowska, M.A., Munsch, T., Unlubayir, M., de Bernonville, T.D., Besseau, S., Courdavault, V., Oudin, A., Pichon, O., Clastre, M., Giglioli-Guivarc'h, N. & Lanoue, A. (2020). Stilbenoid-Enriched Grape Cane Extracts for the Biocontrol of Grapevine Diseases. Plant Defence: Biological Control, 22, 215–239. https://doi.org/10.1007/978-3-030-51034-3_9
7. Calcan, S.I., Pârvulescu, O.C., Ion, V.A., Răducanu, C.E., Bădulescu, L., Madjar, R., Dobre, T., Egri, D., Moţ, A., Iliescu, L.M. & Jerca, I.O. (2022). Effects of Biochar on Soil Properties and Tomato Growth. Agronomy, 12 (8), 1824. https://doi.org/10.3390/agronomy12081824

8. Chaher, N., Arraki, K., Dillinseger, E., Temsamani, H., Bernillon, S., Delaunay, J.C., Mérillon, J.M., Monti, J.P., Izard, J.C., Atmani, D. & Richard, T. (2013). Bioactive stilbenes from Vitis vinifera grapevine shoots extracts. Journal of the Science of Food and Agriculture, 94 (5), 951-954. https://doi.org/10.1002/jsfa.6341
9. Çelik, S. (2007). Bağcılık (Ampeloloji). Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, s.428, Tekirdağ-Türkiye.
10. de Bona, G.S., Adrian, M., Negrel, J., Chiltz, A., Klinguer, A., Poinssot, B., Héloir, M.C., Angelini, E., Vincenzi, S. & Bertazzon, N. (2019). Dual Mode of Action of Grape Cane Extracts against *Botrytis cinerea*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 67 (19), 5512-5520. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b07098
11. de Haro-Marti, M., Agenbroad, A. & McCammon, T. (2014). Composting of Dairy Manure and Grape Vine Prunings using Three Different Composting Techniques. Proceedings of the Idaho Nutrient Management Conference, 7, Idaho, March 6, 2014, pp:33-37.
12. Doneva, K., Kercheva, M., Stoimenov, G., Stoinov, S. & Dimitrov, E. (2018). Biochar of Grape Vine Canes: Characteristics and Effect on Thermal Properties of Meadow-Cinnamonic Soil. Journal of Balkan Ecology, 21 (2), 125-134.
13. Erdal, Ü., Üner, K., Göçmez, S., Okur, B., Ongun, A.R. & Çakmak, R. (2010). Bağ Yetiştiriciliğinde Organik ve Konvansiyonel Tarım Uygulamalarının Verim, Kalite ve Toprak Özellikleri Üzerine Etkileri. [The effects of Organic and Conventional Farming Practices on Yield, Quality and Soil Properties in Vineyard Growing.] In: Alay Vural, Ayşen (Ed.) Organik Tarım Araştırma Sonuçları 2005-2010. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Ankara, Turkey, s. 333-340.
14. Gabaston, J., Cantos-Villar, E., Biais, B., Waffo-Teguo, P., Renouf, E., Corio-Costet, M.F., Richard, T. & Mérillon, J.M. (2017). Stilbenes from *Vitis vinifera* L. Waste: A Sustainable Tool for Controlling *Plasmopara viticola*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 65 (13), 2711-2718. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b00241

15. Gabaston, J., El Khawand, T., Waffo-Teguo, P., Decendit, A., Richard, T., Mérillon, J.M. & Pavela, R. (2018). Stilbenes from Grapevine Root: A Promising Natural Insecticide against *Leptinotarsa decemlineata*. Journal of Pest Science, 91, 897–906. https://doi.org/10.1007/s10340-018-0956-2
16. Guerrero, R.F., Biais, B., Richard, T., Puertas, B., Waffo-Teguo, P., Merillon, J.M. & Cantos-Villar, E. (2016). Grapevine Cane's Waste is a Source of Bioactive Stilbenes. Industrial Crops and Products 94, 884–892. http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.09.055
17. Günal, E. & Erdem, H. (2018). Biyokömür; Tanımı, Kullanımı ve Tarım Topraklarındaki Etkileri. ADÜ Ziraat Dergisi, 2018, 15(2), 87-93. doi: 10.25308/aduziraat.405858
18. Ismaĭlov, N. & Khalilov, R.T. (1991). Chopping Grapevine Cuttings in a Feed Preparation Line. *Tekhnika v Sel'skom Khozyaĭstve*, 6, 48. ISSN: 0131-7105 (cabdirect.com, record number: 19922455268).
19. Işler, N., İlay, R. & Kavdir, Y. (2022). Temporal Variations in Soil Aggregation Following Olive Pomace and Vineyard Pruning Waste Compost Applications on Clay, Loam, and Sandy Loam Soils. Environmental Monitoring and Assessment 194, 418. https://doi.org/10.1007/s10661-022-10093-w
20. Jacometti, M.A., Wratten, S.D. & Walter, M. (2007). Management of Understorey to Reduce the Primary Inoculum of *Botrytis cinerea*: Enhancing Ecosystem Services in Vineyards. Biological Control, 40 (1), 57–64. https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2006.10.001
21. Kercheva, M., Dimitrov, E., Doneva, K. & Stoimenov, G. (2018). Biochar of Grape Vine Canes: Effect on Water Properties of Meadow-Cinnamonic Soil. Journal of Balkan Ecology, 21(2), 135-140.
22. Kristotakis, I.K. & Kabouraki, E.M. (2011). Grape Vine Waste and Giant Reed Biomass Compost as Peat and Mineral Fertilizer Substitutes for Producing Organic Tomato Transplants. Journal of Crop Improvement, 25 (6), 664-679. https://doi.org/10.1080/15427528.2011.600425

23. Lambert, C., Richard, T., Renouf, E., Bisson, J., Waffo-Téguo, P., Bordenave, L., Ollat, N., Merillon, J.M. & Cluzet, S. (2013). Comparative analyses of stilbenoids in canesof major Vitis vinifera L. cultivars. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 61 (47), 11392–11393. http://dx.doi.org/10.1021/jf403716y
24. Manios, V.I., Tsikalas, P.E. & Verdonck, O. (1985). Decomposition of Vine-Canes in Heap and Evaluation of the Produced Compost. Acta Horticulturae, 172, 39-54. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1985.172.3
25. Molina-Alcaide, E., Moumen, A. & Martín-García, A.I. (2008). By-products from Viticulture and the Wine Industry: Potential as Sources of Nutrients for Ruminants. Journal of Science and Food Agriculture, 88 (4), 597–604. https://doi.org/10.1002/jsfa.3123
26. Montibus, M., Vitrac, X., Coma, V., Loron, A., Pinson-Gadais, L., Ferrer, N., Verdal-Bonnin, M.N., Gabaston, J., Waffo-Téguo, P., Richard-Forget, F. & Atanasova, V. (2021). Screening of Wood/Forest and Vine By-Products as Sources of New Drugs for Sustainable Strategies to Control Fusarium graminearum and the Production of Mycotoxins. Molecules, 26 (2), 405. https://doi.org/10.3390/molecules26020405
27. Öngören, N. (2021). Bağ Budama Atıklarının Parçalanmasında Kullanılacak Bir Makinanın Modifikasyonu ve Performansının Değerlendirilmesi, T.C. Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Diyarbakır, s. 58.
28. Pardo, A., De Juan, J.A. & Pardo, J.E. (2002). Production, Characterization and Evaluation of Composted Vine Shoots as a Casing Soil Additive for Mushroom Cultivation. Biological Agriculture and Horticulture, 19 (4), 377-391. https://doi.org/10.1080/01448765.2002.9754940
29. Pari, L., Suardi, A., Frąckowak, P., Adamczyk, F., Szaroleta, M., Santangelo, E., Bergonzoli, S., Del Giudice, A. & Dyjakon, A. (2018). Two Innovative Prototypes for Collecting Pruning Biomass: Early Performance Tests and Assessment of the Work Quality. Biomass and Bioenergy, 117, 96-101. https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2018.07.010

30. Pavela, R., Waffo-Teguo, P., Biais, B., Richard, T. & Mérillon, J.M. (2017). *Vitis vinifera* Canes, A Source Of Stilbenoids against *Spodoptera littoralis* Larvae. Journal of Pest Science**,** 90, 961–970. https://doi.org/10.1007/s10340-017-0836-1
31. Peiretti, P.G., Masoero, G. & Tassone, S. (2017). Comparison of the Nutritive Value and Fatty Acid Profile of the Green Pruning Residues of Six Grapevine (*Vitis vinifera* L.) Cultivars. Livestock Research for Rural Development, 29 (10), 1-10.
32. Pisciotta, A., Di Lorenzo, R., Novara, A., Laudicina, V.A., Barone, E., Santoro, A., Gristina, L. & Barbagallo, M.G. (2021). Cover Crop and Pruning Residue Management to Reduce Nitrogen Mineral Fertilization in Mediterranean Vineyards. Agronomy, 11 (1), 164. https://doi.org/10.3390/agronomy11010164
33. Richard, T., El Khawand, T., Taillis, D., da Costa, G., Pedrot, E., Cluzet, S., Decendit, A. & Fonayet, J.V. (2021). Chemical Process to Improve Natural Grapevine-Cane Extract Effectivity against Powdery Mildew And Grey Mould. OENO One, Institut des Sciences de la Vigne et du Vin (Université de Bordeaux), 55 (1), 81-91. https://doi.org/10.20870/oeno-one.2021.55.1.3453
34. Sanchez, A., Ysunza, F., Beltran-Garcia, M.J. & Esqueda, M. (2002). Biodegradation of Viticulture Wastes by *Pleurotus* : A Source of Microbial and Human Food and its Potential Use in Animal Feeding. Journal of Agriculture Food Chemistry, 50(9), 2537-2542.
35. Sánchez-Gómez, R., Garde-Cerdán, T., Zalacain, A., Garcia, R., Cabrita, M.J. & Salinas, M.R. (2016). Vine-Shoot Waste Aqueous Extract Applied as Foliar Fertilizer to Grapevines: Effect on Amino Acids and Fermentative Volatile Content. Food Chemsitry, 197 (A), 132-140. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.10.034
36. Sánchez-Gómez, R., Zalacain, A., Pardo, F., Alonso, G.L. & Salinas, M.R. (2016a). An Innovative Use of Vine-Shoots Residues and Their "Feedback" Effect on Wine Quality. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 37 (A), 18-26. https://doi.org/10.1016/j.ifset.2016.07.021
37. Sánchez-Gómez, R., Zalacain, A., Pardo, F., Alonso, G.L. & Salinas, M.R. (2017). Moscatel Vine-Shoot Extracts as a Grapevine

Biostimulant to Enhance Wine Quality. Food Research International, 98, 40-49. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.01.004

38. Schnee, S., Queiroz, E.F., Voinesco, F., Marcourt, L., Dubuis, P.H., Wolfender, J.L. & Gindro, K. (2013). Vitis vinifera Canes, a New Source of Antifungal Compounds against Plasmopara viticola, Erysiphe necator, and Botrytis cinerea. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 61 (23), 5459–5467. https://doi.org/10.1021/jf4010252
39. Spinelli, R., Magagnotti, N. & Nati, C. (2010). Harvesting Vineyard Pruning Residues for Energy Use. Biosystems Engineering, 105 (3), 316-322. https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2009.11.011
40. Su, H., Zhang, H., Wang, C., Huang, J., Shang, J., Zhang, N. & Li, K. (2020). Grape Pruning Material Improves Root Development and Soil Microecology in 'Shine Muscat' Grape Soils. HortScience, 55 (12), 2011-2022. https://doi.org/10.21273/HORTSCI15400-20
41. Yilmaz, E., Canakci, M., Topakci, M., Sonmez, S., Agsaran, B., Alagoz, Z., Citak, S. & Uras, D.S. (2017). The Effects of Application of Vine Pruning Residue on Soil Properties and Productivity under Mediterranean Climate Conditions in Turkey. Fresenius Environmental Bulletin, 26 (8), 5447-5457.

KIRSAL KALKINMA ARACI BAĞLAMINDA TATUTA/WWOOF TÜRKİYE AĞINDAKİ EKOLOJİK ÇİFTLİKLERİN SÜRDÜRÜLEBİLİR TURİZM UYGULAMALARINDAKİ YERİ VE ÖNEMİ

Dr. Öğr. Üyesi Damla YILDIZ[1]
Doç. Dr. Ufuk COŞGUN[2]

[1]Karabük Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü
KARABÜK, damlayildiz@karabuk.edu.tr

[2]Karabük Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü
KARABÜK, ufukcosgun@karabuk.edu.tr

1. GİRİŞ

Geçmişten beri turizm endüstrisine yön veren ve deniz-kum-güneşe dayalı olarak gerçekleştirilen kitle turizm etkinliklerinin yerini günümüzde ilk önce alternatif turizm türleri terimi sonrasında ise sürdürülebilir turizm kavramı almıştır (Erdoğan, 2003). Türkiye Turizm Stratejisi 2023 Eylem Planı (2007-2013)'te alternatif turizm türlerinin geliştirilmesi vurguları yapılmaktadır (T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, 2007). Hatta 11. Kalkınma Planı'nda daha fazla gelir bırakan turizm çeşitlerinin ve çevreye duyarlı, sorumlu turizm anlayışı ile sürdürülebilir turizm uygulamalarının geliştirilmesi teşvik edilmektedir (T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2019). Kitle turisti ile ekoturist arasında birçok temel ayrımlar bulunduğu bilinmektedir. Kitle turistinin aksine yeni turist profili seyahat edeceği yer hakkında önceden daha fazla bilgi alan hatta gideceği destinasyonlar hakkında araştırma yapabilen bir yapıya sahiptir. Bu bağlamda gerek Dünyada gerekse Türkiye'de turizm faaliyetlerinin alternatif turizm şeklindeki evrilmeleri yönünde kırsal alanlara doğru hareketlilik eğilimi gözlenmektedir (Ahipaşaoğlu ve Çeltek, 2006). Kırsal turizm kırsal alanlarda pek çok turizm türüne faaliyet imkanı sağlamaktadır. Özellikle kırsal alanlardaki tarım çiftliklerinin çeşitlendirmeye giderek küçük ölçekli turizm yatırımlarına dönüşmeleri, dünyada gittikçe yaygınlaşmaktadır. Yeni Zelanda, Filipinler, Avustralya, Amerika vb ülkelerde çiftliklerin organizasyonunda profesyonel birlikler yer almakta ve çiftliklere ziyaretçi kabulü bunların vasıtasıyla gerçekleştirilmektedir. Birlikler bu alandaki hizmetlerini İsviçre'de "Bo Po Lantgard", İtalya'da "Agri Tour" ve Almanya'da "Bauernhofurlaub" şeklindeki bir yapıyla yürütmektedirler (Selvi ve Demirer, 2012).

Alternatif turizm çeşidi olarak değerlendirilen kırsal turizm, turistlerin doğal ortamlarda dinlenmek ve değişik kültürlerle bir arada olmak amacıyla bir kırsal yerleşmeye gidip, orada konaklamaları ve o yöreye özgü etkinlikleri izlemeleri ya da katılmalarıyla gerçekleşern bir turizm türüdür. Çiftlik turizmi ve tarım turizmi de kırsal turizmle iç içe geçmiş iki turizm türüdür. Ancak kırsal turizm sadece çiftlik yönelimli bir turizm türü sayılamaz. Çiftlik yönelimleri tatilleri de bünyesinde barındırmakla beraber çevresel turizm ve doğa turizminin gerektirdiği bazı özel ilgi alanlarını da içeren çok yönlü kompleks bir faaliyettir (Ahipaşaoğlu ve Çeltek, 2006). Kısacası kırsal turizm çeşitli şekilleriyle tarım faaliyetlerini de içine alan sürdürülebilir kırsal kalkınmanın en önemli araçları arasında yer almaktadır (Kaymaz ve Birinci, 2018).

1971 yılında İngiltere'de kurulan WWOOF (**W**orld**W**ide **O**pportunities on **O**rganic **F**arms: Organik Çiftliklerde Dünya Çapında Fırsatlar) dünyadaki ilk gönüllü turizm ve kırsal turizm kuruluşlarından biridir. Günümüzde WWOOF

132 ülkeye yayılmış durumdadır. Türkiye'de ise bu organizasyonlar Buğday Derneği tarafından yürütülen TaTuTa adlı bir proje tarafından gerçekleştirilmeye başlanmıştır. WWOOF Türkiye ise TaTuTa (Ekolojik Çiftliklerde Tarım Turizmi ve Gönüllü Bilgi, Tecrübe Takası projesinin kısaltılmış hali) adıyla 2004 yılında Buğday Derneği tarafından kurulmuştur (URL-1, 2022). TaTuTa/WWOOF Türkiye'nin üyesi olduğu WWOOF Federasyonu, ziyaretçilere doğa dostu tarımsal üretim alanlarında yaşama ve öğrenme fırsatı sunarak ekolojik tarım uygulamaları hakkında farkındalık yaratmak için çabalayan, doğa dostu üretim yapan çiftçilerle bağlantı kurulmasına destek olan dünya çapında bir topluluktur (URL-2, 2022). Kırsal turizmin özel bir alanı olarak görülen "Ekolojik tarım turizmi" (Civelek vd., 2013; Civelek vd., 2014; Çeltek, 2014; Köroğlu vd., 2019) genellikle çiftlik turizmi, tatil çiftlikleri, çiftliğe dayalı turizm, tarım turizmi, agro-turizm veya agri-turizm kavramlarıyla benzer anlamlarda kullanılmaktadır (Ahipaşaoğlu ve Çeltek, 2006; Selvi ve Demirer, 2012; Kaymaz ve Birinci, 2018).

TaTuTa/WWOOF güven ve takasa dayalı kültürel ve eğitsel deneyimleri teşvik ederek, sürdürülebilir bir küresel toplum inşa etmek için, gönüllüler ile ekolojik üreticileri birbirine bağlama gibi bir görevi üstlenmiştir. Dünyanın her yerinden insana doğa dostu tarımsal üretimi yerinde deneyerek ve yardıma ihtiyaç duyanlara el uzatarak, kırsalı ve yerel kültürü tanıyarak, suni gübre ve pestisitlere değil yoğun emeğe dayalı ekolojik üretim hareketine destek olarak, ekolojik yaşam hareketinden insanlarla tanışarak, doyurucu bir tecrübe elde ederek ekolojik yaşam deneyimi yaşama, öğrenme ve paylaşma fırsatı sağlamayı amaçlayan bir bilgi ve kültür takası programıdır. Bir Ev Sahibi olarak gönüllülerin ücretsiz işçi olmadığını benimsemeniz önemlidir. Gönüllüler, doğa dostu yaşam ve üretim şekilleri hakkında öğrenmek, yardım etmek ve bu hareketin içinde yer almak için zaman ve emek sunan insanlardır. Gönülllü "Doğa dostu tarım öğrenmek için bir ev sahibine (çiftçi/üretici/yetiştirici) yardım eden ve/veya onunla bilgisini, tecrübesini paylaşan kişi" olarak tanımlanmıştır. Ev sahibi ise "Gönüllü ziyaretçilere ev sahipliği yapan ve onlara doğa dostu tarım öğreten bir çiftçi/üretici/yetiştirici" şeklinde ifade edilmiştir (URL-2, 2022).

Yüzünü kırsala dönmüş ziyaretçileri doğa dostu üreticilerle bilgi ve kültür takası yoluyla buluşturan dünya çapında bir hareket olan bu sistemde ziyaretçiler ve/veya gönüllüler ve/veya woofer ile ev sahibi çiftlik işletmeleri yer almaktadır. Sistem anahatlarıyla aşağıdaki gibi işlemektedir:

- Ziyaretçiler yani Wwoofer olarak adlandırılan "gönüllüler" ayrıntılı ev sahibi işletmeler listesine ve arama filtrelerine erişim sağlamak amacıyla sisteme kayıt işlemini gerçekleştiriler. Bu arama özellikleri sayesinde gönüllüler kendi ilgi alanı ve beklentilerine hitap eden **ev sahiplerini bul**arak **iletişime**

geçmektedirler. Sonrasında z**iyaretini planla**yan bu gönüllüler dilerse de **hikayelerini paylaş**maktadırlar.

- Bu sistemde gönüllüler günlük zamanın neredeyse en az yarısını ev sahibi çiftlik ya da yerleşimlerden birinde işlere yardım ederek geçirirler. Bununla birlikte ev sahibi işletmelerle arasında para alışverişinin söz konusu olmadığı bu sistemde gönüllüler, sürdürülebilir tarım ve ekolojik yaşam konusu öğrenmelerinin yanı sıra konaklama ve yeme-içme ihtiyaçlarını da karşılarlar.
- WWOOF Türkiye/TaTuTa Ev Sahibi listesinde *ekolojik/organik ve sertifikasızlar da dahil* doğa dostu tarım çiftliği/alanı bulunmaktadır. TaTuTa/WWOOF Türkiye'ye başvuran ve ekolojik tarım ilkeleriyle üretim yapan her çiftlik, bahçe veya topluluk, sertifikası olsun veya olmasın, bilgi ve kültür takası programına dahil olabilir.
- Söz konusu bu program, 18 yaş ve üzeri herkese açıktır. Sisteme dahil olmak için tek kişilik kayıt bedeli 150 TL iken çift/iki arkadaş/aile için bu bedel 250 TL olmaktadır. Bu bedel 2 yıl süreyle ev sahibi işletmelerin profillerinin gönüllüler listesinde yayınlanmasını, ev sahipleri listesine erişim ve iletişim imkanını kapsamaktadır. Buğday Derneği üyeleri için ise aidat borçlarının bulunmaması koşuluyla ücretsiz bir şekilde sisteme kayıt işlemini gerçekleştirmektedirler.
- İşletmelerin sistemdeki ev sahipleri listesinde yayınlanması ve gönüllüler listesine erişim ücretsizdir. Ev Sahipleri bu programın yanı sıra ekolojik yaşam odaklı diğer eylemlerin sürdürülebilirliği için Buğday Derneği'ne bağış yapabilmektedirler. Bununla birlikte ev sahibi aileden en az birinin Buğday Derneği'ne üyelik gerçekleştirmesi umulmaktadır.
- Türkiye'de doğa dostu üretimde yer almasının yanı sıra gönüllülere ev sahipliğinde bulunmayı arzulayan herhangi bir üretici, topluluk, çiftlik veya bahçe projesi bu programa başvurabilmektedir.
- Ev sahibinin sorumlulukları arasında gönüllülere doğa dostu üretim tekniklerini öğrenme imkanı sağlayan proje ve faaliyetler sunmak yer almaktadır.
- WWOOF standardına göre gönüllülere temiz ve rahat konaklama alanı, yemek, ekolojik yaşam ve üretim uygulamaları öğrenme fırsatı sunan ev sahibi işletmeler, tüm bunların karşılığı olarak da haftalık yaklaşık 20-30 saat gönüllü yardımı bekleyebilmektedirler.
- Ev sahibi listesinde yer alan her işletme; çiftliğini/yerleşim-üretim alanını, bölgesini, ürünlerini, yaşam şeklini ve genel işleri açıklamaktadır. İdeal gönüllünün karşılamasını beklediği belli kriterleri, gönüllüden neler beklediğini, kendileriyle ne kadar kalmalarını tercih ettiğini, haftada yaklaşık kaç saat

yardıma ihtiyaç duyduğunu, nasıl bir konaklama ve yemek düzeni sunacağını da ayrıntılı bir şekilde açıklamaktadır.

Ayrıca yapılan literatür taramasında, TaTuTa ev sahibi işletmelerinin incelendiği çok sayıda çalışmayla (McIntosh ve Campbell, 2001; Selvi ve Demirer, 2012; Artuğer vd., 2013; Civelek, 2013; Civelek vd., 2014; Çeltek, 2014; Ahmadova ve Akova, 2016; Savgın, 2016; Şimşek, 2016; Kızılay vd., 2017; Şahbudak ve Şimşek, 2017; Kaymaz ve Binici, 2018; Savgın ve Zengin, 2018; Şekerli, 2018; Yıldırım, 2018; Cicik, 2019; Köroğlu vd., 2019; Poyraz, 2019; Üzülmez ve Ercan İştin, 2019; Fırat, 2021) karşılaşılmıştır. Buna karşın 2017-2021 faaliyet raporunda açıklandığı üzere; ömrünü teknik açıdan doldurmuş olan TaTuTa sitesi (tatuta.org) pasif hale geldikten sonra, 2020 Eylül ayında WWOOF Federasyonu'nun ortak web platformu projesine dahil olunarak birçok üye ülkeyle aynı tasarım ve özelliklere sahip yeni web sitesine geçilmiştir (URL-1, 2022). Bu çalışmayı özgün kılan taraflarından biri WWOOF Türkiye/TaTuTa ev sahibi listesindeki çiftliklerin dünya çapındaki topluluk çerçevesinde değerlendirildiği sınırlı sayıda çalışma (Fırat, 2021) bulunduğundan dolayı bu konuda farkındalık oluşturulmak istenmesidir.

Araştırmanın amacı, Türkiye'de "güven ve takasa dayalı kültürel ve eğitsel deneyimleri teşvik ederek, sürdürülebilir bir küresel toplum inşa etmek için, gönüllüler ile ekolojik üreticileri birbirine bağlayan dünya çapında bir hareketin parçası" olarak görülen ekolojik tarım turizmi alanında hizmet veren ekolojik çiftliklerin mevcut durumunun tespit edilmesidir. Türkiye'nin genel olarak kırsal, tarım, çiftlik turizmi potansiyelini ortaya koyacak çalışmalar ise henüz çok fazla değildir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma "Tarama modeli" kapsamında tasarlanmıştır. Türkiye'deki TATUTA/WWOOF ev sahibi işletmeleri içeren "https://wwoofturkey.org/tr" internet sitesindeki 79[1] adet TATUTA/WWOOF ev sahibi işletmeler detaylı bir şekilde incelenmiştir. Konuyla ilgili geniş bilgi edinebilmek için verilerin toplanmasında "Doküman incelemesi yöntemi" ve verilerin analizi aşamasında ise nitel araştırma tekniklerinden "İçerik analizi yöntemi" kullanılmıştır. Doküman incelemesi, araştırılması hedeflenen olgu veya olgular hakkında bilgi içeren yazılı materyallerin analizini kapsar. Dokümanların tek başına bir

[1] Çalışmanın verilerinin toplandığı zamanda (9 Haziran-3 Temmuz 2022) 79 ev sahibi işletme olsa da, üye girişi yapılmasına rağmen bir işletmenin bilgilerine ulaşılamamış ve değerlendirmeler 78 ev sahibi işletme üzerinden gerçekleştirilmiştir.

araştırmanın tüm veri setini oluşturması durumunda, araştırmanın amacına göre kapsamlı bir içerik analizine tabi tutulması gereklidir (Yıldırım ve Şimşek, 2021).

İnceleme sonucunda "https://wwoofturkey.org/tr" internet sitesindeki TATUTA/WWOOF ev sahibi işletmeleri hakkında bilgiler Microsoft Excel çalışma sayfası aracılığıyla kayıt altına alınmıştır. Daha sonra bu çiftlik işletmelerine ait bilgilerin hangi başlık altında değerlendirileceğine ilişkin sınıflandırmalar yapılmıştır. TATUTA/WWOOF ev sahibi işletmelerin değerlendirme ve yorumları analiz edilmiştir.

Veriler 9 Haziran-3 Temmuz 2022 tarihleri arasında elde edilmiştir. 9 Haziran-3 Temmuz 2022 tarihleri arasında https://wwoofturkey.org/tr adresinden "Ev sahibi bul" ile 79 ev sahibinin bilgilerine ulaşılmaya çalışılmıştır. Ev sahiplerinin "Varsa çiftlik adı, Ev sahiplerine yapılan değerlendirmeler ve ev sahiplerinin paylaştığı fotoğraflar" gibi bazı bilgilere "Üye kaydı açılarak üye girişiyle" verilere ulaşılmıştır. Veriler incelenen ev sahibi işletmelere ait elde edilen ikincil verilerin kategorize edilmesiyle oluşturulmuştur. Verilerin analizinde, frekans ve yüzde dağılımlarından yararlanılmıştır. Ayrıca ev sahibi işletmelerin vermiş oldukları bilgilerde çoklu cevaplar yer aldığından, çoklu cevap (multiple response) analizi de uygulanmıştır.

Araştırmanın evrenini "http://www.tatuta.org/?lang=tr&" internet sitesindeki 79 adet çiftlik işletmesi oluşturmaktadır. Araştırmanın incelendiği zaman dilimi içerisinde (9 Haziran-3 Temmuz 2022) 1 adet ev sahibi işletmelerin bilgilerine üye girişi yapılmasına rağmen ulaşılamamış olduğundan dolayı 78 adet ev sahibi işletme değerlendirmeye alınmış ve araştırmanın örneklemini oluşturmuştur. Bu bağlamda bu çalışma ulaşılabilen alan yazın ve 9 Haziran-3 Temmuz 2022 tarihleri arasında aktif olan 78 adet TATUTA/WWOOF ev sahibi işletmesi ile sınırlı tutulmuştur.

Çalışmada, kırsal turizme alternatif olarak sunulan ve kısa zamanda geniş kitlelere kadar uzanan TATUTA/WWOOF ev sahibi işletmesi çiftliklere ait sunulan bilgiler analiz edilerek bu işletmelerin kırsal turizm bağlamında sürdürülebilir kırsal kalkınma aracı olarak değerlendirilme potansiyellerinin irdelenmesine çalışılmıştır. Kırsal turizm kavramı içerisinde alternatif olarak turistlere sunulabilecek, yerel ve doğal kaynakların kullanımı ile kitle turizmine alternatif olan doğa dostu tarım/çiftlik işletmeleri oldukça önem arz etmektedir.

2.2. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırmanın birtakım sınırlılıkları bulunmaktadır. Öncelikle araştırma "http://www.tatuta.org/?lang=tr&", internet sitesinde mevcut olan 79 adet TATUTA/WWOOF ev sahibi işletmeleri ile sınırlandırılmıştır. Veriler 09.06.2022-03.07.2022 tarihleri arasında, aktif olan 78 işletmenin vermiş

oldukları bilgiler ile sınırlandırılmıştır. Bu yüzden çalışmanın diğer bir sınırlılığını TATUTA/WWOOF ev sahibi işletmelerinin tek bir sitede incelenmesi oluşturmaktadır. Sitede sürekli ziyaretçiler/gönüllüler ya da ev sahibi işletmeler aktif giriş yaptığından, bilgilerini güncellediğinden, yorum yaptığı için bilgiler değişebilmektedir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma ile, Türkiye'deki TATUTA/WWOOF ev sahibi işletmeleri içeren "https://wwoofturkey.org/tr" internet sitesinde mevcut 79 adet TATUTA/WWOOF ev sahibi işletmeden bilgilerine ulaşılan 78 işletme detaylı bir şekilde incelenmiştir. Ev sahibi işletmeler "Hakkında, Değerlendirmeler, Fotoğraf ve video" olmak üzere üç kısma ayrılarak tanıtılmıştır. Hakkında kısmı; Genel bilgiler (ev sahibi tipi, arazi alanı, kullanılan organik yöntemler, yöntemler, faaliyetler, hayvanlar, ürünler vb.), diğer bilgiler (aynı dönemde en fazla kabul edilen gönüllü sayısı, yardım edilebilecek işler, kışın ziyaretçi kabulü, haftasonu ziyaretine açık olma durumu, çocukla gönüllülük, evcil hayvanla ziyaret, çiftleri kabul, tercih edilen ziyaretçi süresi, gönüllü çaışmada beklenen süre), deneyim (bir TaTuTa/WWOOF ev sahibi olmaya teşvik eden faktörler, daha önce gönüllülük durumu vb.) ve konaklama (evde yaşayanlar, evde bulunan evcil hayvanlar, sofradaki gıdanın yaklaşık ne kadarının organik/doğa dostu/zehirsiz üretim olduğu, yemek, yemek düzeni, konaklama, odalar, internet erişimi, internet erişimiyle ilgili ayrıntı, sigara içilme durumu, bisiklet temin edebilme vb.) şeklinde kategorize edilmiştir. İnternet sitelerinden elde edilen verilerin analizi gerçekleştirilmiş, frekans ve yüzde değerleri hesaplanarak tablolar halinde sunulmuş, değerlendirmeleri yapılmış ve yorumlanmıştır.

Türkiye'deki TATUTA/WWOOF ev sahibi işletmelerin başvuru alma durumlarına ilişkin bilgiler Tablo 1'de gösterilmiştir. Başvuru alma durumları "Başvuruya açık, kapalı ve sonraki mevsimde başvuruya açık" şeklinde sınıflandırılmıştır.

Tablo 1. Ev sahibi işletmelerin başvuru alma durumu dağılımı

Başvuru alma durumu	**f**	**%**
Başvuruya açık	63	80,8
Kapalı	10	12,8
Sonraki mevsimde başvuruya açık	5	6,4
Toplam	**78**	**100,0**

Tablo 1'e göre Türkiye'deki TATUTA/WWOOF ev sahibi işletmelerin %80,8'i başvuruya açık, %12,8'i başvuruya kapalı ve %6,4'ü ise sonraki mevsimde başvuruya açık olarak bildirilmiştir (Tablo 1). Bu işletmelerin büyük

oranda (%80,8) başvuruya açık olması, söz konusu sistemin aktif bir şekilde işleyişine devam etmesi açısından önemli görülmektedir.

Tablo 2. Ev sahibi işletmelerin bulunduğu illerin dağılımı

No	İl Adı	f	%	No	İl Adı	f	%
1	Adana	1	1,3	20	İzmir	10	12,8
2	Amasya	1	1,3	21	Kars	1	1,3
3	Ankara	2	2,6	22	Kastamonu	1	1,3
4	Antalya	3	3,8	23	Kayseri	1	1,3
5	Artvin	2	2,6	24	Kırşehir	1	1,3
6	Aydın	1	1,3	25	Kocaeli	2	2,6
7	Balıkesir	3	3,8	26	Manisa	3	3,8
8	Bilecik	1	1,3	27	Mersin	1	1,3
9	Bolu	2	2,6	28	Muğla	8	10,3
10	Burdur	1	1,3	29	Nevşehir	1	1,3
11	Bursa	2	2,6	30	Ordu	1	1,3
12	Çanakkale	4	5,1	31	Osmaniye	1	1,3
13	Çankırı	1	1,3	32	Rize	2	2,6
14	Denizli	1	1,3	33	Sakarya	2	2,6
15	Diyarbakır	1	1,3	34	Samsun	7	9,0
16	Erzincan	1	1,3	35	Sinop	1	1,3
17	Erzurum	3	3,8	36	Yalova	1	1,3
18	Giresun	2	2,6	37	Zonguldak	1	1,3
19	Hatay	1	1,3	**TOPLAM**		**78**	**100,0**

Tablo 2'de ev sahibi işletmelerin bulunduğu iller ile bu illerde kaç adet işletmenin yer aldığı bilgilerine yer verilmiştir. Söz konusu bu işletmeler tüm illerde yer almamakla birlikte, bir ilde birden fazla işletmenin faaliyet gösterdiği ortaya çıkmıştır. Tablo 2'ye göre en fazla işletme ilk üç sıralamaya göre; %12,8'i İzmir (10 işletme), %10,3'ü Muğla (8 işletme) ve %9'u ise Samsun (7 işletme)'da yer almaktadır. Görüldüğü gibi bu çiftlikler 37 ilde faaliyet gösterirken, 44 ilde henüz yerini alamamıştır. Poyraz (2019) çalışmasında, TaTuTa çiftliklerinin hak ettiği kadar ilgiyi ve yeteri kadar desteği göremediğini iddia etmiştir. Bu bağlamda Marmara Bölgesi'ndeki toplam 11 ilin 7'sinde (%63,6), Ege Bölgesi'ndeki toplam 8 ilin 5'inde (%62,5), Karadeniz Bölgesi'ndeki toplam 18 ilin 10'unda (%55,5), Akdeniz Bölgesi'ndeki toplam 8 ilin 6'sında (%75), Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki toplam 15 ilin 73'ünde (%20), G. Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki toplam 8 ilin 1'inde (%12,5) ve İç Anadolu Bölgesi'ndeki toplam 13 ilin 5'inde (%38,5) bu işletmelerin faaliyet gösterdiği ortaya çıkmıştır. Buna göre en fazla işletmenin Akdeniz Bölgesi'nde yer aldığı bulunmuştur.

Ev sahibi işletmelerde konuşulan diller değerlendirildiğinde; işletmelerin konuşma dili yelpazesinde 8 farklı dile (Almanca, Arapça, Ermenice, Fransızca, İngilizce, İspanyolca, Türkçe, Urdu) yer verdiği görülmüştür. Sırasıyla en fazla

konuşulan diller: Türkçe (%55), İngilizce (36,6) ve Almanca (%4,6)'dır (Tablo 3). Çiftliklerin TaTuTa üyeliği nedeniyle, uluslararası WWOOF takas ağında da görünürlükleri bulunduğundan uluslararası ölçekte turist ağırlayabilirler (Kızılay vd., 2017).

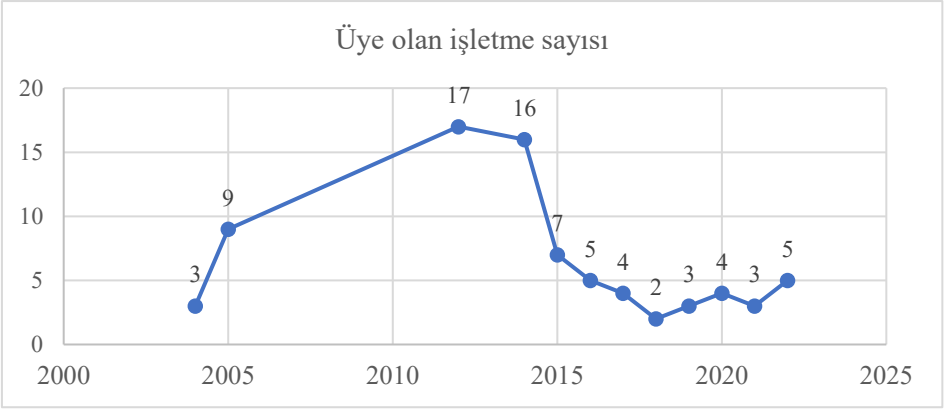
Tablo 3. Ev sahibi işletmelerde konuşulan dillerin durumu

No	Konuşulan dil adı	f	%
1	Almanca	6	4,6
2	Arapça	1	0,8
3	Ermenice	1	0,8
4	Fransızca	1	0,8
5	İngilizce	48	36,6
6	İspanyolca	1	0,8
7	Türkçe	72	55,0
8	Urdu	1	0,8
Toplam		**131***	**100**

*Birden fazla cevap seçeneği bulunmaktadır.

Ev sahibi işletmelerin 72'sinde Türkçe ve/veya Türkçeyle birlikte bir ve/veya birden fazla başka dil konuşulduğu bulunmuştur. Yani sadece 6 işletmede hiçbir şekilde Türkçe konuşulmamaktadır. Türkçe konuşulmayan 6 ev sahibi işletmenin ise 5'inde İngilizce ve 1'inde Arapça konuşulmaktadır.

Şekil 1'de ev sahibi işletmelerin üye oldukları yıllara yer verilmiştir. Her yıl sisteme dahil edilen işletme sayısı değişmektedir. 2015 yılına kadarki yaklaşık 10 yıllık süre zarfında 50 işletme sisteme üyelik gerçekleştirmişken, 2015 sonrası 2021 yılına kadar sadece 28 işletmenin yeni üyeliği bulunmaktadır.



Şekil 1. Ev sahibi işletmelerin üye oldukları yıl

İlk üyelik 2004 yılında olup bu yılda üç işletmenin üyeliğinin olduğu, 2012 yılına kadar bu üyeliklerin artarak devam ettiği ve en fazla üyeliğin olduğu yılın 17 üye ile 2012 yılı olduğu bulunmuştur. 2012 yılından sonra azalmaya başlayan üyelik sayısı, sonraki yıllarda inişli-çıkışlı bir şekilde devam etmiştir. En az

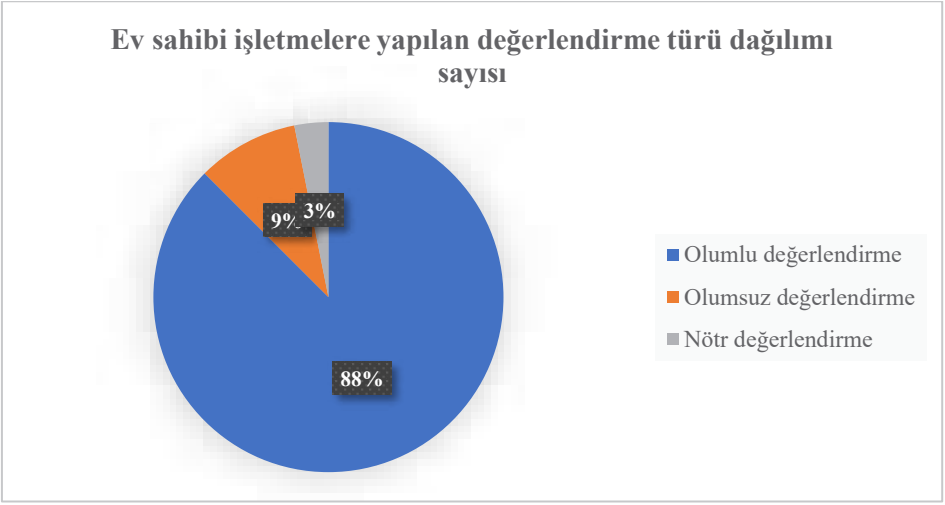
üyelik sayısı sadece 2 işletmenin üyelik yapılarak katıldığı 2018 yılıdır (Şekil 1). Şahbudak ve Şimşek (2017) çalışmasında Türkiye'deki TaTuTa ve benzeri oluşumların sayılarının arttırılarak ekolojik yaşam alanlarının çoğaltılması önerilmektedir.

Tablo 4. Ev sahibi işletmelerin yanıtlama süresi

No	Yanıtlama süresi	f	No	Yanıtlama süresi	f
1	Aynı gün içinde	5	13	14 gün içinde	1
2	2 gün içinde	14	14	16 gün içinde	2
3	3 gün içinde	8	15	17 gün içinde	1
4	4 gün içinde	3	16	18 gün içinde	1
5	5 gün içinde	5	17	25 gün içinde	1
6	6 gün içinde	2	18	31 gün içinde	1
7	7 gün içinde	6	19	34 gün içinde	1
8	9 gün içinde	4	20	43 gün içinde	1
9	10 gün içinde	4	21	66 gün içinde	1
10	11 gün içinde	1	22	178 gün içinde	1
11	12 gün içinde	2	23	Bilgi yok	12
12	13 gün içinde	1	**Toplam**		**78**

Ev sahibi işletmelerin gönüllülerin sorularını yanıtlama sürelerine Tablo 4'te yer verilmiştir. Buna göre 66 işletmenin yanıtlama sürelerine ilişkin bilgilere ulaşılırken, 12 işletmenin yanıtlama sürelerine dair bilgiye ulaşılamamıştır. Ev sahibi işletmelerden yanıtlama süresi belli olan işletmeler değerlendirildiğinde 22 farklı yanıtlama süresi ortaya çıkmıştır. İşletmelerin %72,3'ünün misafirlerine yanıt verme süresi en fazla 10 gündür. İşletmelerin yanıtlama süresi en az "aynı gün içinde" ve en fazla da "178 gün içinde" olarak bulunmuştur (Tablo 4). İşletmelerin yanıtlama süresinin kısa olması bu işletmelerin yararına bir durum olup, sistemin işlerliği açısından dikkate alınması gereken bir durumdur.

Ev sahibi işletmelerin misafirlerini yanıtlama oranı değerlendirildiğinde; işletmelerin 33 farklı yanıtlama oranı değişkeni bulunmaktadır. Yanıtma oranı yüzdesi 0 ile 100 arasında değişen değer aralığındadır. Ev sahibi işletmelerin yanıtlama oranları incelendiğinde; 11 işletmenin yanıtlama oranı puanı %25'in altında, 13 işletmenin yanıtlama oranı puanı %25-49, 14 işletmenin yanıtlama oranı puanı %50-74 iken işletmelerin yarısından fazlasının (40 işletme) yanıtlama oranı %75'in üzerindedir (URL-2, 2022).



Şekil 2. Ev sahibi işletmelere yapılan değerlendirme türlerinin durumu

Ev sahibi işletmelere yapılan değerlendirme oranları ve ev sahibi işletmelere yapılan değerlendirme türlerinin durumuna yer verilmiştir. 78 işletmenin 25'i için değerlendirme yapıldığı ortaya çıkmış, bu bağlamda da bu 25 işletme için yapılan değerlendirmelerin oranları ve değerlendirme türü dağılımları hesaplanarak yorumlanmıştır. 78 ev sahibi işletmeden 25 işletme için değerlendirmelerde bulunulmuştur. Değerlendirme oranı "%100" olan 21 işletme bulunmaktadır. Geriye kalan dört işletme için %33, %35, %75 ve %83 oranında değerlendirmeler söz konusu olmuştur (Şekil 2). Şekil 2'de görüldüğü üzere 25 ev sahibi işletme için toplamda 96 değerlendirme yapılmıştır. İşletmelere yapılan değerlendirmelerde olumlu, olumsuz ve nötr değerlendirme olmak üzere 3 farklı değerlendirme türü söz konusu olmuştur. Ev sahibi işletmelere en az 1 değerlendirme en fazla 16 değerlendirme yapılmıştır. Ev sahibi işletmelere yapılan yorumların %88'i (84 adet) için olumlu değerlendirme, %9'u (9 adet) için olumsuz değerlendirme ve %3'ü (3 adet) için de nötr değerlendirme yapılmıştır.

Tablo 5. Ev sahibi işletmelerin ev sahibi tipi sınıflandırması

Sıra no	Ev sahibi tipi	f	%
1	Aile çiftliği	47	36,2
2	Bağ	6	4,6
3	Ev ve bahçe	5	3,8
4	Küçük çiftlik	17	13,1
5	Eğitim merkezi	6	4,6
6	Ekoturizm işletmesi	8	6,2
7	Karma yapılı çiftlik	6	4,6
8	Kırsal turizm işletmesi	11	8,5
9	Çiftlik	10	7,7

10	Eco retreat	1	0,8
11	Meyvelik	5	3,8
12	Meyve ağacı fidanlığı	1	0,8
13	Ağaçlık	1	0,8
14	Kır evi	1	0,8
15	Kooperatif topluluk	1	0,8
16	Pazarcı	1	0,8
17	Topluluk çiftliği	3	2,3
Toplam		**130***	**100,0**

*Birden fazla cevap seçeneği bulunmaktadır.

Ev sahibi tipleri sınıflandırılmasına göre azalan sıralamayla; %36,2'si aile çiftliği, %13,1'i küçük çiftlik, %8,5'i kırsal turizm işletmesi ve %7,7'si çiftlik sınıflandırmasında yer almıştır (Tablo 5). Ev sahibi işletmelerin arazi alanı dağılımları değerlendirildiğinde; 38 farklı arazi alanı büyüklüğü olduğu bulunmuştur. İşletmelerden 51'sinin arazi alanı bilgisine yer verilmişken 27 işletmenin arazi alanı durumu hakkında bilgiye ulaşılamamıştır. Ev sahibi işletmelerin min arazi alanı 1 dönüm iken max 600 dönüm araziye sahip işletmeler de bulunmaktadır. Ev sahibi işletmelerin ortalama 95,86 dönüm araziye sahip oldukları görülmektedir (URL-2, 2022).

Tablo 6. Ev sahibi işletmelerin organik sertifikasyon durumu

Organik sertifikasyon varlığı		**f**	**%**
Evet	Sertifika adı verilmemiş	29	37,2
	De control	3	3,8
	Magenta	1	1,3
	Orser	2	2,6
	IMO	1	1,3
	Toplam	36	46,2
Bilgi yok		42	53,8
Genel toplam		**78**	**100**

Ev sahibi işletmelerin organik sertifikasyon varlığı durumu hakkındaki bilgilere Tablo 6'da yer verilmiştir. Ev sahibi işletmelerin organik yöntemler konusunda verdikleri bilgiler değerlendirildiğinde; 42 işletmenin bu konuda herhangi bir bilgi vermediği, 29 işletmenin sertifika adı vermeden evet yanıtını verdiği görülmektedir. Sadece 7 işletme kullandığı organik sertifika adını vermiş olup, "*De control, Magenta, Orser, IMO*" olmak üzere dört farklı sertifika bildirilmiştir (Tablo 6). Kullanıldığı iddia edilen organik yöntemlerden bazıları; kompost, yeşil gübre, malç, permakültür, bitkisel sprey, doğal keçi gübresi, doğal hormon, sinek tuzağı, solucan gübresi, yağmur hendeği vb şeklindedir. Ayrıca; herhangi bir organik sertifikaya sahip olduğu konusunda bilgisi bulunmayan 12 işletme de bu konuda işletmelerinde kullanmaya çalıştıkları organik yöntemler hakkında fikir beyan etmişlerdir. Örneğin organik sertifika bilgisi olmayan ama

organik yöntemler kullanmaya çalıştıklarını iddia eden işletmelerin "Sertifikasyonu sürdürmesek de organik tarımın izin verdiği uygulamalar dışında tarımsal girdi kullanmıyoruz", "Ulaşmaya çalıştığımız hedef mümkün olan en az müdahale ile tarım ve hayvancılık" şeklinde ifadeleri bulunmaktadır (URL-2, 2022).

Tablo 7. Ev sahibi işletmelerin kullandığı yöntemler

Sıra no	Yöntem adı	f	%
1	Biyodinamik tarım	4	2,7
2	Biyolojik mücadele	3	2,1
3	Kompost	12	8,2
4	Ekolojik/Organik tarım	41	28,1
5	Yeşil gübre	7	4,8
6	Malçlama	11	7,5
7	Toprak işlemesiz tarım	3	2,1
8	Permakültür	12	8,2
9	Zehirsiz tarım	41	28,1
10	Ekim Nöbeti (Münavebe/Rotasyon)	3	2,1
11	Otlatma yönetimi	4	2,7
12	Mera hayvancılığı	2	1,4
13	Mera tavukçuluğu	2	1,4
14	Doğal atçılık	1	0,7
Toplam		**146***	**100,0**

*Birden fazla cevap seçeneği bulunmaktadır.

Ev sahibi işletmelerin hangi tür yöntemleri kullandığına dair bilgilere Tablo 7'de yer verilmiştir. Buna göre işletmelerin 14 farklı yöntem kullandığı ortaya çıkmıştır. Ev sahibi işletmelerin %28,1 oranıyla neredeyse yarısının (41 işletme) ekolojik/organik tarım ile zehirsiz tarım yöntemlerini kullandıkları bulunmuştur. Yine işletmelerin azalan sıralamayla; kompost, permakültür ve malçlama yöntemlerini kullandıkları ortaya çıkmıştır (Tablo 7). Yapılan bir çalışmada Çeltek (2014), çiftlik turizminin tarımın alternatifi değil tamamlayıcı olarak düşünülmesi gerektiğini bildirmiştir.

Tablo 8. Ev sahibi işletmelerin aynı dönemde en fazla kabul edilen gönüllü sayısı

Aynı dönemde en fazla kabul edilen gönüllü sayısı	f	%
2	49	62,8
3	8	10,3
4	8	10,3
5	5	6,4
6	3	3,8
8	2	2,6

9	1	1,3
12	1	1,3
Bilgi yok	1	1,3
Toplam	**78**	**100,0**

Tablo 8'de ev sahibi işletmelerin aynı dönemde en fazla kabul ettikleri gönüllü sayısına yer verilmiştir. 77 işletmenin bu konuda bilgileri yer alırken, bir işletmenin kabul edilen gönüllü sayısı bilgisine ulaşılamamıştır. Ev sahibi işletmelerin aynı dönemde en fazla kabul ettiği min gönüllü sayısı 2 iken max gönüllü sayısı 12 olarak bildirilmiştir. İşletmelerin %62,8'i aynı dönemde en fazla 2 gönüllü kabul ettiğini, %10,3 oranında 3 ve %10,3 oranında da 4 adet gönüllü kabul edilebileceği konusuna yer vermişlerdir (Tablo 8).

Tablo 9. Ev sahibi işletmelerin faaliyetleri

Sıra no	**Faaliyet adı**	**f**	**%**	**Sıra no**	**Faaliyet adı**	**f**	**%**
1	Arıcılık	16	3,4	18	Doğadan toplama	17	3,6
2	Baharat	5	1,1	19	Güneş enerjisi kullanımı	8	1,7
3	Yem üretimi	7	1,5	20	Ekmek yapımı	11	2,4
4	Fermente gıdalar	21	4,5	21	Süt ürünleri	14	3,0
5	Ormancılık	1	0,2	22	Pekmez yapımı	17	3,6
6	Bahçecilik	68	14,5	23	Bağcılık	18	3,8
7	Çiçekler	6	1,3	24	Ahşap işçiliği	10	2,1
8	Sebze	69	14,7	25	Kendine yeterlilik	6	1,3
9	Gurme gıda	5	1,1	26	Tahıl	13	2,8
10	Tahıl-atalık	10	2,1	27	El sanatları	8	1,7
11	Sera	11	2,4	28	Staj	2	0,4
12	Tarla bitkileri	16	3,4	29	Dokumacılık	1	0,2
13	Tıbbi aromatik bitkiler	13	2,8	30	Topluluk destekli tarım	3	0,6
14	Mantar	5	1,1	31	Balıkçılık	1	0,2
15	Meyve	57	12,2	32	Makine ve ekipman mekaniği	1	0,2
16	Tohum alma	10	2,1	33	Solucan gübresi üretimi	5	0,4
16	Pazarcılık	10	2,1	34	Bilgi yok	1	1,1
17	Enerji üretimi	2	0,2	**Toplam**		**468***	**100,0**

*Birden fazla cevap seçeneği bulunmaktadır.

Ev sahibi işletmelerin 33 farklı faaliyet içerisinde yer aldığı görülmektedir. 77 işletmenin faaliyetleri hakkında bilgiye ulaşılmış olup, bir işletmenin faaliyet bilgisi bulunmamaktadır. Ev sahibi işletmelerin en yüksek oranda gerçekleştirildiği faaliyetlerin sırasıyla; sebze (%14,7), bahçecilik (%14,5) ve meyve (%12,2) şeklinde olduğu bulunmuştur. 33 farklı faaliyet türüne sahip olan işletmeler 467 adet faaliyete yer vermiştir (Tablo 9).

Tablo 10. Ev sahibi işletmelerin güncel projeleri

Proje adı	f	%
Ahşap inşaat, çevre düzenlemesi	1	1,3
Çiftliğimiz pandemi sürecinde 2021 yılında da kapalıdır. Gönüllü kabul etmiyor.	1	1,3
Genel peyzaj düzenlemesi, yeni botanik bahçeleri, koyun ağılı, yeni kümes yapımı, çimlendirme, çadırlar için gölgelik pergola yapımı, ateş alanı düzenlemesi, yürüme yolları yapımı	1	1,3
Yağmur suyu hasadı (hendek- biyolojik gölet)	1	1,3
Bilgi yok	74	94,9
Toplam	**78**	**100,0**

Ev sahibi işletmelerin güncel projelerine Tablo 12'de yer verilmiştir. Buna göre 74 işletmenin güncel projeleri hakkında bilgiye ulaşılamamış olup, sadece 4 işletme güncel projeleri hakkında bilgi vermiştir. (Tablo 10).

Tablo 11'de ev sahibi işletmelerin sahip olduğu hayvanlar konusundaki bilgilere yer verilmiştir. İşletmelerde 15 farklı hayvan adı söz konusu olup, 6 işletmenin ise hayvan yoktur ifadesini kullandığı bulunmuştur.

Tablo 11. Ev sahibi işletmelerin sahip olduğu hayvan durumu

Sıra no	Hayvan adı	Sayı (Fr)	Yüzde (%)
1	Arıcılık	15	8,7
2	İnek	12	6,9
3	Kedi	22	12,7
4	Köpek	28	16,2
5	Ördek	6	3,5
6	Kümes hayvanları	15	8,7
7	Tavuk	21	12,1
8	Koyun	10	5,8
9	Kaz	7	4,0
10	Eşek	3	1,7
11	At	5	2,9
12	Tavşan	1	0,6
13	Hindi	2	1,2
14	Keçi	4	2,3
15	Domuz	1	0,6
16	Hayvan yoktur	6	3,5
17	Bilgi yok	15	8,7
Toplam		**173***	**100,0**

*Birden fazla cevap seçeneği bulunmaktadır.

Ev sahibi işletmelerin 63'ü sahip oldukları hayvanların bilgilerine yer vermiş olup, 15 işletmenin hayvan durumu hakkındaki bilgilere ulaşılamamıştır. Ev sahibi işletmelerin sahip olduğu hayvanlar azalan sırayla; köpek (%16,2), kedi (12,7) ve tavuk (%12,1) şeklinde bildirilmiştir (Tablo 11).

Tablo 12. Ev sahibi işletmelerin ürünleri

Sıra no	Ürün adı	f	%	Sıra no	Ürün adı	f	%
1	Bal	14	3,9	20	Örgü ürünleri	1	0,3
2	İşlenmiş ürünler (salça, pekmez, reçel, kurutma vb.)	43	12,1	21	Et ürünleri	4	1,1
3	Şarap	9	2,5	22	Sabun	7	2,0
4	Bitkisel yağlar	4	1,1	23	Yün	2	0,6
5	Tıbbi bitkiler	12	3,4	24	Dokuma ürünler	1	0,3
6	Sebze	47	13,2	25	Yoğurt	8	2,2
7	Cider (Elmadan yapılan bir içki)	3	0,8	26	Glutensiz ekmek	1	0,3
8	Meyve	42	11,8	27	Çay	3	0,8
9	Ekmek	11	3,1	28	Tavuk ürünleri	9	2,5
10	Ekşi maya	8	2,2	29	Tahıl	7	2,0
11	Bakliyat	7	2,0	30	Cilt bakım ürünleri	2	0,6
12	Zeytinyağı	13	3,7	31	Domuz eti ürünleri	1	0,3
13	Turşu	15	4,2	32	Kefir	1	0,3
14	Solucan gübresi	4	1,1	33	Unlu mamüller	6	1,7
15	Yumurta	15	4,2	34	Kuzu ürünleri	1	0,3
16	Konserve	10	2,8	35	Tereyağ	3	0,8
17	Taş değirmen unu	6	1,7	36	Sığır eti ürünleri	1	0,3
18	El sanatları	5	1,4	37	Bilgi yok	14	3,9
19	Peynir	16	4,5	**Toplam**		**356***	**100,0**

*Birden fazla cevap seçeneği bulunmaktadır.

Tablo 12'de ev sahibi işletmelerin ürünlerine yer verilmiştir. 14 işletmenin ürün bilgisi hakkında bilgi bulunmamakta olup, ürün bilgisi bulunan işletmelerin ise 36 farklı türde ürüne yer verdiği görülmüştür. Ev sahibi işletmelerin ürünleri azalan oran sıralamasıyla; sebze (%13,2), işlenmiş ürünler (%12,1) ve meyve (%11,8) şeklindedir (Tablo 12).

Gönüllülerin ev sahibi işletmelere yardım edebilecekleri işlere Tablo 13'te yer verilmiştir. Buna göre işletmelerde 27 farklı iş kategorisi ortaya çıkmış olup, üç işletmenin bu konuda bilgisine ulaşılamamıştır.

Tablo 13. Ev sahibi işletmelere yardım edilebilecek işler

Sıra no	Yardım edilebilecek iş adı	f	%	Sıra no	Yardım edilebilecek iş adı	f	%
1	Bahçe işleri	58	9,1	16	Yemek yapma	18	2,8
2	Genel	69	10,8	17	Tohum alma/Ayırma	19	3,0

3	Hasat/Toplama	62	9,7	18	Doğa koruma projesi	2	0,3
4	Bakım onarım	23	3,6	19	Bilgisayar/İnternet işlerinde yardım	7	1,1
5	Ekim/Dikim	47	7,3	20	Yabancı dil konusunda yardım	6	0,9
6	Budama	30	4,7	21	Hayvan bakımı	30	4,7
7	Ot yolma/Çapalama	44	6,9	22	Temizlik (Süprüntü, çöp vb)	12	1,9
8	Süt sağımı	5	0,8	23	Yumurta toplama	15	2,3
9	Mutfakta yardım	24	3,8	24	Gıda işleme/Konserve yapımı	38	5,9
10	Çiftlik işleri	41	6,4	25	Sanat projesi	7	1,1
11	Odun toplama ve kesme	22	3,4	26	Çiftçilik	1	0,2
12	Tarla bitkileri yönetimi	15	2,3	27	Doğal malzeme kullanımlı inşaat	13	2,0
13	Peyzaj	6	0,9	28	Bilgi yok	3	0,5
14	Parkur bakımı	1	0,2	**Toplam**		**640***	**100**
15	Gıda kurutma	22	3,4				

*Birden fazla cevap seçeneği bulunmaktadır.

Gönüllülerin ev sahibi işletmelere yardım edilebilecekleri işler azalan ilk üç oran sıralamasıyla; %10,8'i genel işler, %9,7'si hasat/toplama ve %9,1'i bahçe işlerinden oluşmaktadır (Tablo 13).

Tablo 14. Ev sahibi işletmelerin tercih ettiği ziyaret süresi

Sıra no	Tercih edilen ziyaret süresi	f	%
1	Günübirlik	1	1,2
2	1 haftadan az	2	2,4
3	En az 1 hafta	44	53,7
4	En az 2 hafta	18	22,0
5	2-3 hafta	1	1,2
6	En az 3 hafta	6	7,3
7	En az 4 hafta	1	1,2
8	En az 1 ay	1	1,2
9	1-3 ay	2	2,4
10	Esnek	4	4,9
11	Uzun dönem	1	1,2
12	Bilgi yok	1	1,2
Toplam		**82***	**100,0**

*Birden fazla cevap seçeneği bulunmaktadır.

Ev sahibi işletmelerin tercih ettiği ziyaret süresine Tablo 14'te yer verilmiştir. Sadece bir işletmenin tercih ettiği ziyaret süresi ile ilgili bilgi bulunmazken, diğer

77 işletme 11 farklı ziyaretçi süresi bildirmiştir. Ev sahibi işletmelerin tercih ettiği ziyaret süresi min günübirlik olarak iletilmişken, max 1-3 aylık bir süre belirtilmiştir. Tam bir süre aralığı vermeyen işletmeler esnek, uzun dönem vb süreleri de bildirmiştir. İşletmeler tercih edilen süreler konusunda %53,7 oranında en az 1 hafta, %22 oranında en az 2 hafta ve %7,3 oranında en az 3 hafta şeklinde bildirilmiştir (Tablo 14).

Tablo 15'te ev sahibi işletmeler hakkında diğer bilgiler kısmında yer alan ziyaretçilerle ilgili kışın ziyaretçi kabulü, haftasonu ziyaretine açık olma durumu, çocukla gönüllülük, evcil hayvanla ziyaret, sadece çiftleri kabul etme durumu ile ilgili bilgilere yer verilmiştir.

Tablo 15. Ev sahibi işletmeler hakkında diğer bilgiler kısmında yer alan ziyaretçilerle ilgili bilgiler

Kışın ziyaretçi kabul ediliyor mu?	**f**	**%**
Evet	32	41,0
Hayır	45	57,7
Bilgi yok	1	1,3
Toplam	78	100,0
Haftasonu ziyaretine açık mı?	**f**	**%**
Evet	20	25,6
Hayır	57	73,1
Bilgi yok	1	1,3
Toplam	**78**	**100,0**
Çocukla gönüllülük var mı?	**f**	**%**
Evet	61	78,2
Hayır	16	20,5
Bilgi yok	1	1,3
Toplam	**78**	**100,0**
Evcil hayvanla ziyaret kabul ediliyor mu?	**f**	**%**
Evet	33	42,3
Hayır	44	56,4
Bilgi yok	1	1,3
Toplam	**78**	**100,0**
Sadece çiftler mi kabul ediliyor?	**f**	**%**
Evet	0	0,0
Hayır	76	97,4
Bilgi yok	2	2,6
Toplam	**78**	**100,0**

Ev sahibi işletmelerin kışın ziyaretçi kabul etme durumları değerlendirildiğinde; bu konuda bilgiye yer vermeyen sadece bir işletme haricinde 78 işletmenin 45'i (%57,7) kabul ettiğini, 32'si (%41) kabul etmeğini bildirmiştir. Haftasonu ziyaretine açık olma durumuna göre; bu konuda bilgisine

ulaşılamayan bir işletme dışında işletmelerin %73,1'i haftasonu ziyaretine kapalı olduğunu ve %25,6'sı ise açık olduğunu bildirmiştir. Çocukla gönüllük değerlendirildiğinde; bu konuda bilgiye yer vermeyen sadece bir işletmenin haricinde %78,2'sinin çocukla ziyareti kabul ettiği ama %20,5'inin kabul etmeği bilgisine yer verilmiştir. İşletmelerin %56,4'ü evcil hayvanla ziyareti kabul etmezken %42,3'ü evcil hayvanla ziyareti kabul ettiğine dair bilgiye yer vermiştir. Bir işletmenin bu konuda bilgisine ulaşılamamıştır. Sadece çiftleri kabul edip etmeme durumuna bakıldığında; iki işletme bu konuda herhangi bir bilgiye yer vermemiş olup, neredeyse tamamı (%97,4) çift olup olmamanın misafir olmak için önemli olmadığına yer vermiştir (Tablo 15).

Ev sahibi işletmelerin 66 tanesi onları ev sahibi olmaya teşvik eden nedenler konusunda bilgiye yer vermezken, sadece 12 tanesi bu konuda etkili olan faktörleri bildirmiştir. Bu faktörler genel yapı itibariyle "çiftliğin sürdürülebilirliği için işbirliği, deneyim paylaşımı, kent insanının kırsal yaşama dahil edilmek istenmesi, doğa dostu yaşam sürdürmek, birlikte yaşamak/paylaşmak/üretmek, doğaya saygı duyan insanlarla tanışmak, organik tarımı gerçekleştirme hayali, bilgi paylaşımı, ekoloji dostu yaşam kurma, alternatif yaşam biçimlerinin gönüllülerin görmesini sağlamak, evin bulunduğu bölgenin ve ikliminin endemik bitki örtüsü çeşitliliğine sahip olması vb." olarak belirtilmiştir (URL-2, 2022). Çiftlik turizminin önemli katkılar sunduğu organik tarım gibi çevre dostu uygulamalar tarımın çevre üzerindeki olumsuz etkilerini azaltıcı rol oynamaktadır (Fırat, 2021).

Tablo 16. Ev sahibi işletmelerin kaç saat gönüllü çalışma beklediği

Sıra no	Gönüllü çalışma beklenen süre	f	%
1	4 saat	4	5,1
2	5 saat	16	20,5
3	5-6 saat	1	1,3
4	6 saat	30	38,5
5	7 saat	14	17,9
6	8 saat	3	3,8
7	25 saat	2	2,6
8	30 saat	2	2,6
9	30-35 saat	1	1,3
10	35 saat	2	2,6
11	Bilgi yok	3	3,8
Toplam		**78**	**100,0**

Tablo 16'da ev sahibi işletmelerin kaç saat gönüllü çalışma beklediği konusundaki tercihlerine yer verilmiştir. Gönüllü beklenen çalışma süresiyle 3 işletmenin bilgisine ulaşılamamıştır. Gönüllülerden beklenen çalışma 10 farklı süre olarak kategorize edilmiştir. Ev sahibi işletmelerin gönüllülerden beklediği çalışma süresi min 4 saat olup max 35 saat çalışmaları istenmektedir. İşletmelerin %38,5'i 6 saat çalışma beklerken, %20,5'i 5 saat ve %17,9'u da gönüllülerden 7 saatlik bir çalışma istediklerini bildirmişlerdir (Tablo 16).

Tablo 17. Ev sahibi işletmelerin evinde yaşayanlar

Sıra no	Evde yaşayanların bilgisi	f	%
1	Ev sahibi aile/çift	23	29,5
2	Ev sahibi aile/çift ve çocuk/çocuklar	8	10,3
3	Ev sahibi aile/çift ve büyük/büyükler	5	6,4
4	Ev sahibi aile/çift ve çocuk/çocuklar ve büyük/büyükler	6	7,7
5	Ev sahibi aile/çift ve çiftlik çalışanları/personel	4	5,1
6	Çiftlik çalışanları/personel	3	3,8
7	Ev sahibi aile/çift ve çiftlik çalışanları/personel	1	1,3
8	Sadece/Uzun dönem gönüllüler	4	5,1
9	Bilgi yok	24	30,8
Toplam		**78**	**100,0**

Tablo 17'de ev sahibi işletmelerin kendileriyle birlikte evinde yaşayanlar hakkındaki bilgilere yer verilmiştir. İşletmelerin 24'üne (%30,8) ait herhangi bir bilgi bulunmazken, 54 işletmenin (%69,2) evlerinde yaşayanlar 8 farklı kategoride değerlendirilmiştir. İlk üç azalan sıralamayla; ev sahibi işletmelerin %29,5'inin evinde "Ev sahibi aile/çift", %10,3'ünün evinde "Ev sahibi aile/çift ve çocuk/çocuklar" ve %7,7'sinin evinde "Ev sahibi aile/çift ve çocuk/çocuklar ve büyük/büyükler" yaşayacağı bilgisine yer verilmiştir. En fazla üç farklı aile yapısında grup birlikte yer alacaktır (Tablo 17).

Ev sahibi işletmelerin daha önceki dönemlerde gönüllü olup olmadıkları değerlendirildiğinde; konu hakkında 3 işletme hakkında herhangi bir bilgi bulunmamaktadır. Ev sahibi işletmelerin geçmişteki gönüllülük durumu değerlendirildiğinde; %88,5'i daha önce kendisinin gönüllü olduğu bilgisini vermiş olup, sadece %7,7'si daha önce kendisinin gönüllü olmadığını bildirmiştir. Evet cevabı veren 6 işletmeden sadece 3 tanesi gönüllüğün nerede olduğuna dair bilgi sunmuştur. Bu bilgilere göre ev sahibi işletmeler daha önce gönüllü oldukları yerleri "Ferma Nikola Lenivets-Kaluga/Rusya, Fethiye, Muğla ve Yalova" olarak açıklamışlardır (URL-2, 2022).

Tablo 18. Ev sahibi işletmelerin evinde bulunan evcil hayvanlar

Sıra no	Evcil hayvan adı	f	%
1	Kedi	14	15,2

2	Köpek	28	30,4
3	Arı	1	1,1
4	Kaz	1	1,1
5	Tavuk	1	1,1
6	Güvercin	1	1,1
7	Yok	2	2,2
8	Bilgi yok	44	47,8
Toplam		**92**	**100,0**

*Birden fazla cevap seçeneği bulunmaktadır.

Tablo 18'de ev sahibi işletmelerin evinde bulunan evcil hayvanlara ait bilgilere yer verilmiştir. 44 işletme evinde bulunan evcil hayvanlar hakkında bilgiye ulaşılamamış olup, 2 ev sahibi evlerinde herhangi bir evcil hayvan bulunmadığını bildirmiştir. Geriye kalan 32 ev sahibi işletme 6 farklı hayvan türünü evinde bulundurmaktadır. Ev sahibi işletmeler evlerinde bulunan evcil hayvanlara yönelik azalan sıralamayla %30,4 köpek ve %15,2 kedi bulunduğu bilgisini vermiştir. Bu iki hayvan türü dışında arı, kaz, tavuk, güvercin de bulunmaktadır. (Tablo 18).

Ev sahibi işletmelerin sofralarındaki gıdanın yaklaşık ne kadarının organik/ doğa dostu/ zehirsiz üretim olduğu değerlendirildiğinde; bu konuda 34 işletmeye ait herhangi bir bilgi bulunmamaktadır. Üretim yüzdesi min %4 ile ifade edilerken max %100 olduğu bildirilmiştir. 44 ev sahibi işletmenin 9'u (%11,5) sofrasındaki gıdanın yaklaşık %70'inin organik/doğa dostu/ zehirsiz üretim olduğunu, 6'sı (%7,7) %80 cevabını ve 4'ü %5,1 oranıyla %50 ve %60 bilgisini vermiştir (URL-2, 2022).

Tablo 19. Ev sahibi işletmelerin yemek bilgileri

Sıra no	**Yemek tercihleri**	**f**	**%**
1	Hepçil	68	74,7
2	Ovo-Vejetaryan (yumurta dahil)	5	5,5
3	Vegan	4	4,4
4	Lakto-Vejetaryan (süt ürünleri dahil)	6	6,6
5	Ovo-Lakto-Vejetaryan (yumurta ve süt ürünleri dahil)	8	8,8
Toplam		**91***	**100,0**

*Birden fazla cevap seçeneği bulunmaktadır.

İşletmeler 5 farklı yemek bilgisi sunmuştur. Ev sahibi işletmeler %74,7 oranıyla en fazla hepçil yemek tercihine yer vermiştir. Ev sahibi 68 işletme hepçil, 8 işletme Ovo-Lakto-Vejetaryan (yumurta ve süt ürünleri dahil), 6 işletme Lakto-Vejetaryan (süt ürünleri dahil), 5 işletme Ovo-Vejetaryan (yumurta dahil) ve 4 işletme ise Vegan olarak yemek bilgisi vermiştir (Tablo 19).

Çiftliklerde 5 farklı yemek tercihlerine yer verilmesi farklı beslenme seçeneklerinin sunulduğunu göstermektedir. Kızılay vd. (2017) çalışmasında dört farklı vejeteryan türüne de cevap verebilen işletmelerin hem beslenme hem de turistik anlamda vejetaryanlar için uygun birer tatil alternatifi olabilme potansiyeli taşıdığını iddia etmektedir.

Tablo 20'de ev sahibi işletmelerin odaları ile ilgili bilgilere yer verilmiştir. İşletmelerin 4'ünde ev sahibi işletmelerin odaları ile ilgili bilgi bulunmamaktadır. İşletmeler misafirlerine sundukları odaların durumu değerlendirildiğinde; 45 işletme tek kişi veya çift için özel oda, 23 işletme paylaşımlı veya özel oda, 15 işletme doluluk durumuna bağlı oda sunmakta ve 13 işletme de birden fazla gönüllü varsa paylaşımlı oda hizmeti sunmaktadır (Tablo 20).

Tablo 20. Ev sahibi işletmelerde odaların kullandırılma durumu dağılım

Sıra no	Odaları kullandırma hizmeti durumu	f	%
1	Doluluk durumuna bağlı	15	15,0
2	Birden fazla gönüllü varsa paylaşımlı oda	13	13,0
3	Paylaşımlı veya özel oda	23	23,0
4	Tek kişi veya çift için özel oda	45	45,0
5	Bilgi yok	4	4,0
Toplam		**100***	**100,0**

*Birden fazla cevap seçeneği bulunmaktadır.

Tablo 21'de ev sahibi işletmelerin yemek düzeni bilgisine yer verilmiştir. 25 işletmenin yemek düzeni bilgisi bulunmamaktadır. İşletmeler 9 farklı yemek düzeni ortaya koymuştur. Ev sahibi işletmeler %35,7 "Tüm öğünler ev sahibiyle aileyle birlikte yenir", %14,3 "Ev sahibi ve gönüllüler yemek hazırlığı ve bulaşık yıkamada yardımlaşır" ve %7,1 "Bazı öğünler ev sahibi aileyle birlikte yenir" şeklinde bilgi vermiştir (Tablo 21).

Tablo 21. Ev sahibi işletmelerin yemek düzeni

Sıra no	Yemek düzeni şekli	f	%
1	Ev sahibi ve gönüllüler yemek hazırlığı ve bulaşık yıkamada yardımlaşır	14	14,3
2	Bazı öğünler ev sahibi aileyle birlikte yenir	7	7,1
3	Gönüllü bazı öğünleri kendi hazırlar	6	6,1
4	Gönüllülerin kendi mutfağı vardır	2	2,0
5	Gönüllü kahvaltıyı kendi hazırlar	1	1,0
6	Sırayla herkes yemek yapar	4	4,1
7	Gönüllü öğle yemeğini kendi hazırlar	1	1,0
8	Gönüllülere malzeme verilir ve tüm öğünlerini kendileri hazırlar	3	3,1
9	Tüm öğünler ev sahibiyle aileyle birlikte yenir	35	35,7
10	Bilgi yok	25	25,5
Toplam		**98***	**100,0**

*Birden fazla cevap seçeneği bulunmaktadır.

Ev sahibi işletmelerde konaklamanın ne şekilde gerçekleştirilebileceğine dair bilgiye Tablo 22'de yer verilmiştir. İşletmelerin 8 farklı konaklama alternatifi sunduğu görülmüştür. Ev sahibi işletmeler misafirlerini konaklatmak için azalan ilk üç sıralamayla; %37,6 ev sahibiyle aynı evde, %30,8 ayrı ev ve %12,0 kendi çadırını getir alternatiflerini tercih etmiştir (Tablo 22). Bu anlamda ev sahibi işletmeler gönüllülerin çeşitli tercihlerine hitap edebilecek geniş yelpazede konaklama seçenekleri sunduğu görülmüştür.

Tablo 22. Ev sahibi işletmelerde konaklama

Sıra no	Konaklama adı	f	%
1	Ayrı ev	36	30,8
2	Çadır	12	10,3
3	Dağ evi (Chalet)	1	0,9
4	Ev sahibiyle aynı evde	44	37,6
5	Karavan	2	1,7
6	Kendi çadırını getir	14	12,0
7	Kulübe	6	5,1
8	Stüdyo daire (Separate studio)	2	1,7
Toplam		**117***	**100,0**

*Birden fazla cevap seçeneği bulunmaktadır.

Ev sahibi işletmelerin misafirlerine sundukları internet erişimi, sigara içilmesine izin verip verilmemesi ve bisiklet temin edebilme durumu bilgilerine Tablo 23'te yer verilmiştir. Sadece 2 işletmenin söz konusu bilgilerine ulaşılamamış, 76 işletme için değerlendirmelerde bulunulmuştur.

Tablo 23. Ev sahibi işletmelerin misafirlerine sundukları hizmetlerle (internet erişimi imkanı, sigara içilmesine izin ve bisiklet temin edebilme durumu) ilgili bilgiler

İnternet erişimi sağlanıyor mu?	f	%
Evet	50	64,1
Hayır	26	33,3
Bilgi yok	2	2,6
Toplam	**78**	**100,0**
Sigara içiliyor mu?	**f**	**%**
Ev dışında sigara içilebilir	66	84,6
Sigara içilmez	10	12,8
Bilgi yok	2	2,6
Toplam	**78**	**100,0**
Bisiklet temin ediliyor mu?	**f**	**%**
Evet	17	21,8

Hayır	58	74,4
Bilgi yok	3	3,8
Toplam	**78**	**100,0**

Ev sahibi işletmelerin %64,1'i internet erişimine sahip olduklarını bildirmiş iken %33,3'ü internet erişimlerinin bulunmadığını bildirmişlerdir. Evet diyen 50 kişi bulunmakta olup bunlardan 34'ü bilgi vermemiş, 16'sı bilgi vermiştir (çiftlikte sadece belli noktalarda çeken internet, sınırsız internet, limitli internet, cep telefonu interneti, sabit internet bağlantısı, Wi-fi vb). Hayır diyen 26 kişi var, 6'sı bilgi vermiş (sadece iletişim, cep telefonu interneti, bakkalın interneti vb). Böylelikle 22 ev sahibi işletmenin internet erişimi ile ilgili ayrıntı bilgi verdiği ve 56 ev sahibi işletmenin ayrıntıya yer vermediği görülmektedir (Tablo 23).

Ev sahibi işletmelerin %84,6'sı ev dışında sigara içilmesine izin vermekte olup %12,8'i sigara içilmesine izin vermediğini bildirmiştir (Tablo y). Ev sahibi işletmelerin %21,8'i bisiklet temin edebileceğini bildirmiş, %74,4'ü ise bisiklet temin edemeyeceği bilgisini vermiştir (Tablo 23).

Ev sahibi işletmeler misafirlerine işletmelerinde edinecekleri deneyimi görsel olarak sunmak adına işletme, işletmedeki etkinlikler, misafirlerin geçmişte yaşadıkları anılardan kareler vb. fotoğraflar yüklemektedirler. Ev sahibi işletmelerin eklediği fotoğraf sayısı değerlendirildiğinde; hiç fotoğraf eklemeyen 5 işletmenin olduğu, min 2 fotoğraf ve max 40 fotoğraf yüklendiği bilgisine ulaşılmıştır. İşletmelere ait toplam 198 fotoğraf bulunmaktadır. İşletmelerin büyük çoğunluğunun (%34,6) yüklediği fotoğraf sayısı 9 adettir (URL-2, 2022). Cicik (2019) çalışmasında TaTuTa çiftliklerinin alternatif turistik faaliyetler açısından bir çekicilik unsuru olarak her geçen gün daha fazla tanınmaya başladığını bildirmiştir. Bu anlamda çiftlik sahiplerinin işletmelerine ait bilgilerini sürekli güncel tutmalarında, yaptıkları faaliyetleri fotoğraflar ve/veya bilgilendirmeler aracılığıyla sunarak kamunun bilgi ve bilinç düzeyini artırmalarında fayda görülmektedir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, TATUTA/WWOOF Türkiye ev sahibi işletmelerden bilgilerine ulaşılan 78 işletmenin mevcut durumunun tespit edilmesi ve bu ekolojik çiftliklerin kırsal turizm bağlamında sürdürülebilir kırsal kalkınma aracı olarak değerlendirilme potansiyellerinin irdelenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Çalışma kapsamında aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- Ev sahibi işletmelerin %80,8'i başvuruya açık olduğunu bildirmiştir.
- En fazla işletme azalan sıralamayla İzmir, Muğla ve Samsun illerinde yer almaktadır.

- İşletmelerde en fazla Türkçe, İngilizce ve Almanca konuşulmaktadır.
- Ev sahibi işletmelerin ilk üyelikleri 2004 yılındadır.
- İşletmelerin %72,3'ünün misafirlerine yanıt verme süresi max. 10 gün olarak bulunmuştur.
- Ev sahibi işletmelerin sadece 25'i için yapılan toplam 96 değerlendirmenin %87,5'i olumludur.
- Ev sahibi tiplerinde ilk üç sınıflandırma aile çiftliği, küçük çiftlik, kırsal turizm işletmesidir.
- İşletmeler min 1 dönüm, max 600 dönüm ve ortalama 95,86 dönüm araziye sahiptir.
- Ev sahibi işletmelerin neredeyse yarısı ekolojik/organik tarım ile zehirsiz tarım yöntemlerini kullandıklarını bildirmiştir. Hatta sadece 7 işletme kullandığı organik sertifika adını vermiştir.
- İşletmelerde ilk üç faaliyet sırasıyla; sebze (%14,7), bahçecilik (%14,5) ve meyve (%12,2) dir.
- Ev sahibi işletmelerin aynı dönemde en fazla kabul ettiği min gönüllü sayısı 2 iken max 12'dir.
- İşletmelerin sahip olduğu ilk üç hayvan türü köpek, kedi ve tavuk olarak bulunmuştur.
- Gönüllülerin ev sahibi işletmelere yardımları genel işler, hasat/toplama ve bahçe işleridir.
- Ev sahibi işletmelerin %57,7'i kışın ziyaretçi kabul ettiğini, %25,6'sı haftasonu ziyaretine açık olduğunu, %78,2'sinin çocukla ziyareti kabul ettiğini, %56,4'ü evcil hayvanla ziyareti kabul etmediğini, %97,4'ü çift olup olmamanın misafir olmak için önemli olmadığını bildirmiştir.
- İşletmelerin tercih ettiği ziyaret süresi min günübirlik iken, max 1-3 aylık süredir.
- Ev sahibi işletmeler gönüllülerden min 4 saat, max 35 saat çalışma beklemektedirler.
- Ev sahibi işletmelerin evinde en fazla üç farklı yapıda aile yaşayacağı bildirilmiştir.
- İşletmelerin %88,5'i daha önce kendisinin de gönüllü olduğu bilgisini vermiştir.
- Ev sahibi işletmelerin evlerindeki evcil hayvanlar köpek, kedi, arı, kaz, tavuk ve güvercindir.
- Sofrasındaki gıdanın yaklaşık oranda organik/doğa dostu/ zehirsiz üretim bilgisini veren 44 işletmenin sadece 4'ü %50'nin altında olduğunu belirtmiştir.
- İşletmeler %74,7 oranıyla en fazla hepçil yemek tercihine yer vermiştir.

- İşletmelerin %35,7'si "Tüm öğünler ev sahibiyle aileyle birlikte yenir" bilgisini vermiştir.
- İşletmeler misafirlere kendileriyle aynı evde, ayrı ev ve kendi çadırını getir tercihini sunmuştur.
- Ev sahibi işletmelerin %45'i tek kişi veya çift için özel oda hizmeti sunmaktadır.
- Ev sahibi işletmelerin %64,1'i internet erişimine sahip olduklarını, %84,6'sı ev dışında sigara içilmesine izin verdiklerini, %21,8'i bisiklet temin edebileceğini bildirmiştir.

WWOOF Türkiye/TaTuTa ev sahibi listesindeki çiftlikler doğa dostu üretim tekniklerini bilgi ve kültür değişimi yoluyla, ziyaretçiler yani Wwoofer olarak adlandırılan "Gönüllüler" için sunmakta ve gönüllülerin kendi ilgi alanı, talep ve beklentilerine hitap eden alternatif turizm türleriyle kırsal alanlara doğru yeni eğilimlere yönelik fırsatları gündeme getirmiştir.

Çiftlikler sürekli değişim halinde olduğundan bu çalışmanın verileri ileride gerçekleştirilecek çalışmalar için altlık oluşturarak destek sağlayacak olup ev sahibi işletmelerin ilerleme, değişim, gelişim kısacası evrilme süreçleri konusunda kıyaslama imkanı sunacaktır.

KAYNAKÇA

1. **Ahipaşaoğlu, S. & Çeltek, E. (2006).** *Sürdürülebilir Kırsal Turizm*. Gazi Kitabevi. ISBN: 975-6009-45-4.
2. **Ahmadova, S. & Akova, O. (2016).** Türkiye'de Organik Ekoturizm Çiftlikleri Üzerine Bir Araştırma. *Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6 (1): 14-29.
3. **Artuğer, S., Özkoç, G. & Kendir, H. (2013).** TaTuTa (Tarım-Turizm-Takas) Çiftliklerinin Pazarlanması ve Tanıtılması İçin Öneriler. *Uluslararası Sosyal ve Ekonomik Bilimler Dergisi,* 3(1): 01-05.
4. **Cicik, Ş. (2019).** *TaTuTa Çiftliklerindeki Uygulamaların Permakültür Gönüllülerinin Motivasyonlarına Etkisi.* Mersin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, mersin.
5. **Civelek, M. (2013).** *Sürdürülebilirlik Kapsamında Agro-Turizm ve Kırsal Kalkınma İlişkisi: Muğla Yöresindeki TaTuTa Çiftliklerinin Agro-Turizm Potansiyeli Yönünden Değerlendirilmesi.* Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Turizm İşletmeciliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Muğla.
6. **Civelek, C., Dalgın, T. & Çeken, H. (2014).** Agro-Turizm ve Kırsal Kalkınma İlişkisi: Muğla Yöresindeki Agro-Turizm Alanlarında Bir Araştırma. *Turizm Akademik Dergisi*, 1 (1), 15-28.
7. **Çeltek, E. (2014).** Çiftlik Turizminde Ürün Geliştirme: Ekolojik Tarım Turizmi Çiftlikleri Üzerine Bir İnceleme. *Uluslararası Hakemli Beşeri ve Akademik Bilimler Dergisi UHBAB)*, 3(8): 90-114. ISSN Print: 2147-4168, Online: 2147-5385.
8. **Erdoğan, N. (2003).** *Çevre ve (Eko)Turizm.* Erk Genel Yayın ve Dağıtım, Ankara. ISBN: 975-93139-2-2.
9. **Fırat, A. (2021).** *Türkiye'de Yer Alan Permakültür Alanları ve Ekolojik Yaşam Çiftliklerinin Ekolojik Sürdürülebilirlik Kapsamında Değerlendirilmesi.* Kilis 7 Aralık Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kilis.
10. **Kaymaz, Ç.K. & Birinci, S. (2018).** Agriturizm ve Agroturizmin TaTuTa (Tarım-Turizm-Takas) Kapsamında Değerlendirilmesi ve Uzundere-Tortum İlçelerinde Kırsal Kalkınmaya Etkisi. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences (IJANS)*, 1 (2): 115-126, E-ISN: 2651-3617.
11. **Kızılay, K.S., Atınçoğlu, T. & Dönmez, B. (2017).** Dünyayı Vejetaryenlik Kurtaracak… Hayvansal Gıda Tüketmeyerek Başlayacak Her Şey… TaTuTa Çiftlikleri ve Vejetaryen Tatil Alternatifleri. *The First*

International Congress on Future of Tourism: Innovation, Entrepreneurship and Sustainability (Futourism 2017), Proceeding Book, 779-789.

12. **Köroğlu, Ö., Buzlukçu, C., Ulusoy Yıldırım, H. & Oflaz, M. (2019).** Ekolojik Tarım Turizm Faaliyetlerine Katılan Ziyaretçilerin Ekolojik Çiftliklere Yönelik Beklenti ve Algılarının Tespit Edilmesi. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 7 (1), 25-45. DOİ: 10.21325/jotags.2019.352
13. **McIntosh, A. & Campbell, T. (2001).** Willing Workers on Organic Farms (WWOOF): A Neglected Aspect of Farm Tourism in New Zealand. *Journal of Sustainable Tourism.* 9 (2), 111-127 http://dx.doi.org/10.1080/09669580108667393.
14. **Poyraz, Y. (2019).** *TaTuTa'ya Bağlı Çiftliklerde Alternatif Yaşam Deneyimi, Ekotopya Düşüncesi ve Gönüllülük Motivasyonu.* Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Radyo Televizyon ve Sinema Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
15. **Savgın, E.C. (2016).** *Çiftlik Turizmine Yönelik Kavramsal Bir Model Önerisi.* Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Turizm İşletmeciliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Sakarya.
16. **Savgın, C. & Zengin, B. (2018).** Türkiye'de Çiftlik Turizmine Yönelik Kavramsal Bir Model Önerisi. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 6 (86), 239-258.
17. **Selvi, M.S. & Demirer, D. (2012).** Ekolojik Tatil Çiftliklerinin TATUTA Projesi Deneyimine İlişkin Örnek Olay İncelemesi. *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi*, 23 (2), 187-202. ISSN: 1300-4220 (1990-2012).
18. **Şahbudak, E. & Şimşek, O. (2017).** An Alternative Ecological Life Model: TaTuTa Project (Agricultural Tourism and Volunteer Knowledge, Experience Exchange on Ecological Farms). *Journal of Current Researches on Social Sciences (JoCReSS)*, 7 (3), 313-332, doi: 10.26579/jocress-7.3.21.
19. **Şekerli, S. (2018).** *Tarım Turizmi (TaTuTa) Projesi Kapsamında Faaliyet Gösteren Ekolojik Çiftliklerde Bir Araştırma: İzmir İli Örneği.* İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Turizm İşletmeciliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
20. **Şimşek, O. (2016).** *Alternatif Bir Ekolojik Yaşam Modeli: TaTuTa (Ekolojik Çiftliklerde Tarım Turizmi ve Gönüllü Bilgi, Tecrübe Takası) Projesi.* Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sosyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Sivas.

21. **T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, (2019).** On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023). Ankara, https://www.sbb.gov.tr/kalkinma-planlari/ (Erişim tarihi: 10.10.2022)
22. **T. C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, (2007).** Türkiye Turizm Stratejisi 2023: Eylem Planı (2007-2013). Ankara, https://www.ktb.gov.tr/TR-96696/turkiye-turizm-stratejisi.html (Erişim tarihi: 10.10.2022)
23. **Üzülmez, M. & Ercan İştin, A. (2019).** Türkiye'de Yer Alan Ekolojik Çiftlik (TaTuTa) Özelliklerinin İncelenmesi Üzerine Bir Araştırma. *VIII. National IV. International Eastern Mediterranean Tourism Symposium*, 19-20 April 2019, Anamur/Mersin/Turkey.
24. **Yıldırım, G. (2018).** *Kırsal Turizm Kapsamında Türkiye'de Çiftlik Turizminin Değerlendirilmesi: TaTuTa Çiftlikleri Örneği*. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Turizm İşletmeciliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Konya.
25. **Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2021).** *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri* (12. Baskı), Ankara, ISBN: 978-975-02-6982-0, Seçkin Yayıncılık, 448 s.
26. **İnternet Kaynakları:**
27. **URL-1, (2022).** Buğday Ekolojik Yaşamı Destekleme Derneği. https://www.bugday.org/blog/ (Erişim tarihi: 03.11.2022)
28. **URL-2, (2022).** TATUTA/WWOOF Türkiye. https://wwoofturkey.org/tr (Erişim tarihi: 03.07.2022)

BOR İLE BİTKİ İNTERAKSİYONU

Prof. Dr. Eray TULUKCU

Selçuk Üniversitesi Çumra Meslek Yüksekokulu,
Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Tıbbi Aromatik Bitkiler Programı.
Konya/Türkiye, https://orcid.org/0000-0002-1893-144X,
eraytulukcu@selcuk.edu.tr

GİRİŞ

Borun bitki besin maddesi olarak ilk tespiti 1857 yılında yapılmasına rağmen bitki gelişmesine olan katkısı 20. asrın başlarında anlaşılmıştır. Bu elementin bitki gelişmesi için gerekli olduğu ilk defa Fransa'da mısır bitkisinde ve daha sonra 1923 yılında İngiltere'de bazı baklagil bitkilerinin yetiştirilmesinde ortaya konulmuştur. İlerleyen yıllarda borun bitki bünyesindeki fonksiyonlarına ait farklı bilgi ve bulgular birbirini takip etmiştir (Tulukcu 2004).

Bor; periyodik tablonun III-A grubunda yer alan, mikro besleyiciler içinde metal olmayan tek elementtir. Doğada da ^{10}B (%18,98) ve ^{11}B (%81.02) olmak üzere iki kararlı izotopu bulunmaktadır. Oksijene eğilimi büyüktür. Yeryüzünde oksijen bileşikleri şeklinde bulunur ve daha çok Ca ve Na boratları halindedir (Kavruk 1999). Bor; bitkiler, hayvanlar ve insanlar için mutlak gerekli bir mikro element olup, çoğu bitkinin normal gelişebilmesi için gerekli olan esansiyel mikro besin elementinden birisidir.

Bor bitkide büyümeyi etkileyen hormonların oluşumunda, kök gelişiminde, tomurcuk ve çiçek oluşumunda artış sağlar. Sebzelerde ve meyve ağaçlarında meyve sayısını artırır. Daldan düşen meyve sayısını en aza indirir. Bor RNA sentezinde, bölünme, farklılaşma, olgunlaşma, respirasyon ve büyüme gibi pek çok hücre içi aktivitede görev yapmaktadır. Bunlara ilave olarak polenlerin çimlenmesi, gelişmesi, polen tüplerinin stabilitesi üzerine etkilidir. Nispeten immobil olan bu besin maddesi ksilem de taşınmaktadır. Bor noksanlığı altındaki bitkilerde Çiçeklenmenin azalması ve oluşan çiçeklerin dökülmesi, sıklıkla görülen bir problemdir (Tulukcu 2004; Güneş vd. 2017).

Bitkiler değişik kısımlarında çok sayıda element içerirler. Yapılan çözümlemeler bitkilerin farklı yerlerinde en az 60 elementin bulunduğunu göstermiştir. Belirlenen bu 60 elementin bilgilerimize göre 17 tanesi bitki gelişmesi için mutlak gereklidir. Bitki gelişmesi için gerekli olan ilk on element makro elementler ve son yedi element mikro elementler olarak isimlendirilir (Kaçar 1986).

Toprak özellikleri ne olursa olsun bitkilerin bora tepkilerini kontrol eden esas faktör, toprak çözeltisinde yada besin çözeltisinde bitkiler için elverişli formda bulunan bor konsantrasyonudur (Mass 1984). Bor, bitkinin ihtiyaç duyduğu miktardan az olan arazilerde noksanlık, fazla olan yerlerde ise toksite bakımından bitki gelişmesi üzerinde çok önemli etkiye sahiptir. Yüksek pH' lı topraklar ile yüksek azot ve kalsiyum (kireç), bor noksanlığını artırıcı faktörlerdir.

Bitkilerin bor beslenme durumunun belirlenmesinde genç yaprakların analizi önem taşımaktadır. Yaprak örneklemesi sırasında gelişmesini tamamlamış yaşlı yaprakların örneklere dahil edilmesi, analiz sonuçlarında gerçek değerin

bulunamamasına ve bu yapraklardan elde edilen sonuçların yanlış yorumlamalara neden olabilmektedir.

Tablo 1. Toprak Çözeltisindeki Bor Konsantrasyon Miktarına Göre Bitki Sınıfları

Sınıflar	Hassas		Orta Dayanıklı		Dayanıklı	
Birim	mol B/m^3	mg B/lt	mol B/m^3	mg B/lt	mol B/m^3	mg B/lt
Alt sınır	0.028	0.3	0.093	1.0	0.37	4.0
Üst Sınır	0.093	1.0	0.37	4.0	1.39	15

Tablo 2. Bitki Gruplarına Göre Sulama Suyunda Toksite Oluşturmayacak Bor Sınırları

Sınıflar	Hassas		Orta Dayanıklı		Dayanıklı	
Birim	mol B/m^3	mg B/lt	mol B/m^3	mg B/lt	mol B/m^3	mg B/lt
Alt sınır	0,028	0,3	0,093	1	0,19	2,06
Üst Sınır	0,093	1	0,19	2,06	0,37	4

Dünyanın farklı bölgelerinde bitki yetiştiriciliğinde, ortaya çıkan bor eksikliğinin ülkemizde de önemli bir beslenme problemi olduğu görülmektedir. Ülkemiz topraklarının yaklaşık %85,5'inde yüksek pH, %56,4'ünde aşırı kireç, %61,9'unun ağır bünyeli (killi-tın-kil) ve %94'ünün de organik madde bakımından düşük düzeydedir. Bu durum bitkiler için yeterlilik ve toksisite sınırı oldukça dar olan B'un tarımsal üretimde ürün arttırıcı olarak kullanmanın önemini göstermektedir (Barut ve ark. 2018).

Ülkemizde ciddi anlamda bor (B) noksanlığının ilk tespitleri, Isparta yöresinden alınan toprak örneklerinin analizleri ile ortaya konulmuştur. Konya, Afyon, Karaman, Aksaray, Niğde, Nevşehir ve Kayseri illerini kapsayan Orta Anadolu'nun Güney Bölgesi tarım topraklarında mikro besin elementleri durumlarına göre bu toprakların %90'ında demir, %62'sinde çinko, %27'sinde bor, %5'inde mangan, %2' sinde bakır noksanlığı ve %18'inde bor fazlalığı belirlenmiştir (Gezgin ve ark. 2002). Borun bitkideki işlevi üzerindeki bilgilerimiz henüz tam olarak yeterli değildir. Bu konuda her gün yeni araştırmalar ışığında bor elementinin bitkilere olan etkileri ortaya konmaktadır.

BİTKİDE BOR

Bitkilerde bor immobildir ve bitkinin bir organından ötekine taşınmaz. Kültür bitkilerinin bor kapsamları yönünden aralarında önemli farklılıklar vardır. Kum kültürlerinde yapılan araştırmalar, yetişme ortamındaki yarayışlı bor kapsamına göre bitkilerdeki bor içeriklerinin de değiştiğini göstermektedir (Eaton 1944; Zada ve Afzal 1997). Bitkide B'un fazlalığı veya eksikliği sadece bir elementi

değil bitkinin diğer besin elementleriyle genel beslenme dengesini de etkiler (Tariq ve Mott, 2007).

Çoğunlukla tarla bitkilerinin kuru ağırlık ilkesine göre bor kapsamları, bitki türüne ve gelişme dönemine göre değişmekle birlikte, 3 ppm ile 100 ppm arasında değişiklik gösterir. Bitkiler çok olağan dışı hallerde 100 ppm'den fazla bor ihtiva eder, 200 ppm'e yakın bor içerdikleri zaman borun zehirli etkileri oluşur. Bitki kuru maddesinde 20 ppm bor kritik düzey olarak kabul edilir. Bor gereksinmeleri yüksek olan bitkilerin fazla miktarda alınan bora dayanmalarını sağlayan fizyolojik bir mekanizmaya sahip olmalarına karşın, bor gereksinmeleri az olan bitkiler böyle bir mekanizmaya sahip değillerdir.

Bitkiler tarafından borun genellikle $B_4O_7^{2}$-$H_2BO_7^{2}$-HBO_3^{2} yada BO_3^{2} iyonlarından biri şeklinde absorbe edildiğine inanılmıştır. Bitkiler çok az miktarda bora ihtiyaç duyarlar. İhtiyaç duyulan miktardan biraz fazla bor bile bitkide olumsuz gelişmeler yapmakta hatta bitki gelişimini durdurmaktadır.

Genellikle tahılların bor ihtiyaçları düşük olurken, tahıllara göre baklagillerin, pancar, lahana ve benzeri bitkilerin bor ihtiyacı göreceli olarak daha yüksektir. Pamuk, tütün, marul, domates gibi bora talepleri fazla olan kimi bitkilerin her zaman bor içerikleri yüksek olmayabilir. Bor ihtiyacı yüksek olan kimi bitkilerin kökleri ve kök absorpsiyon güçleri düşük olduğu için, topraktaki borun ihtiyaçlarından fazla olmasını isterler. Genel olarak bor ihtiyacı yüksek olan bitkiler bor toksitesine karşı daha dayanıklıdırlar (Taner 2003).

Bitkilerin değişik organları içerisinde bor, en fazla yapraklar ve üreme organlarında ve en azda kök, meyve ve tohumlarda bulunur. Bor tahıl bitkilerinin tamamında 5-10 ppm, yapraklarında 25-30 ppm kadardır. Genellikle çift çenekli bitkiler vegetatif dönemlerinde tek çenekli bitkilere göre daha fazla bor absorbe ederler (Aydeniz ve Brohi 1991; Bostancı 1998).

Baklagillerin bora çok yüksek bir gereksinim gösterdiği bilinmektedir. Bunun ana nedenlerinden biri olarak azot fiksasyonu sürecinin ve nodül oluşumunun bor eksikliğinden çok fazla etkilenmesi olarak gösterilmektedir. Örneğin, bezelye bitkisinin bor noksanlığı koşullarında yetiştirilmesi durumunda köklerde nodül oluşumunun önemli düzeyde azalma gösterdiği ve nitrogenaz enzim aktivitesinin azaldığı saptanmıştır (Güneş ve ark 2017).

Yapılan çeşitli araştırmalar borun bitkide çok önemli görevlere sahip olduğunu ortaya koymuştur. Bor protein sentezi ile yakından ilgilidir. Bor noksanlığı görülen bitkilerin olgunlaşmış organlarında amonyum halindeki azot ile çözünebilir organik azotun, amino asitlerin ve amidlerin biriktiği buna karşın protein miktarının azaldığı saptanmıştır (Bostancı 1998).

Bor bitkilerde karbonhidrat metabolizması ile karbonhidratların taşınması üzerine önemli etki yapmaktadır. Yeteri kadar bora sahip olmayan bazı kültür

bitkileri yapraklarında şeker ve nişasta konsantrasyonu artmaktadır. Fakat bor noksanlığında bitkinin büyüme noktalarında ihtiyaç duyulan şeker taşınamadığından önemli zararlar ortaya çıkmaktadır. Aynı şekilde borun yağ metabolizması ile pektin sentezinde görev yaptığı belirlenmiştir. Mısır bitkisinin apikal meristem dokuları üzerinde yapılan mikro kimyasal araştırmalar sonunda yeterli düzeyde borun bulunmaması halinde hücrelerde pektinin karşıtı olarak yağ miktarının arttığı saptanmıştır. (March ve Shive 1941; Taner 2003). Bor yetersizliği bitkilerde tane dizilişinde hatalara sebep olmaktadır (Anantawiroon ve ark. 1997).

Borun hücre membranının bileşenlerinin şekil alması ve aktivitesine doğrudan etkide bulunduğu da ileri sürülmüştür. Bor ihtiyacının nedeni henüz tam olarak bilinmemektedir. Ancak borun urasil gibi azot bazlarının sentezinde gerekli olduğu görülmüştür. Urasil RNA'nın gerekli bir bileşeni olup, yokluğunda ribozomlar gibi RNA içeren birimler teşekkül edememekte dolayısıyla protein sentezi olumsuz yönde etkilenmektedir. Ribonükleik asit sentezi, riboz oluşumu ve proteinlerin sentezi meristematik dokulardaki en önemli olaydır. Adı geçen olaylar bor noksanlığı sonucu düzensizleştiğinde tüm meristematik büyüme olayları da olumsuz yönde etkilenmektedir. Azot bazı, aynı zamanda uridin difosfat glikoz (UDPG)'un ön basamağıdır. UDPG, en önemli şeker taşıma formu olan sukroz oluşumunda gerekli bir koenzimdir. UDPG sentezinin sınırlanmasıyla birlikte asimilasyon ürünlerinin taşınması olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu durum çoğunlukla bor noksanlığı çeken bitkilerde gözlenen bir olaydır. Bor noksanlığı sonucu yapaklarda oluşturulan asimilasyon ürünleri bitkinin diğer kesimlerine ancak zayıf bir şekilde taşınmaktadır (Kavruk 1999).

Bitkilerde bor noksanlığını gidermek amacıyla kullanılabilecek çok sayıda değişik bor kaynakları bulunmaktadır. Bunlardan en önemlileri: ETİDOT-67 (disodyum oktaborat tetrahidrat; Na2B8O13.4H2O; % 20.9 B), boraks (Na2B4O7.10 H2O; %11 B), solubor (Na2B8O13.4H2O, % 20 B), sodyum tetraborat (Na2B4O2.5H2O; % 14 B), borik asit (H3BO3 %17 B), üleksit (NaCaB5O9.8H2O, %13.3 B) ve kolemanit (Ca2B6O11.5H2O; % 15.8 B) olarak bilinenlerdir (Güneş ve ark. 2017).

Borun bitkilerde katyon absorpsiyonunu olumlu yönde, anyon absorpsiyonunu ise olumsuz yönde etkilediği öne sürülmüştür. Bor ile bitkilerin kalsiyum alımı ve bitkilerin kalsiyumdan yararlanmaları arasında yakın ilişki vardır. Kalsiyum içerikleri az olan bitkilerin ortamda bulunabilecek bor fazlalığına karşı dirençleri çok az olmaktadır. Buna karşın kalsiyumca zengin olan bitkilerin bor gereksinmeleri ise yüksektir. Araştırmacılar gelişme ortamına verilen artan miktarlardaki kalsiyumun kültür bitkilerinde bor noksanlığını artırırken, zehirli etkisini önemli ölçüde azalttığını bildirmektedirler. Ortama

artan miktarlarda borun verilmesi halinde bitkilerin genç yapraklarında çözünebilir kalsiyum miktarının azaldığı ve yaşlı yapraklarında ise çoğaldığı saptanmıştır. Bitkilerde bor ile potasyum arasında da yakın ilişki vardır. Örneğin potasyumca zengin ortamlarda yetiştirilen bitkilerde bor noksanlığı daha çabuk ve belirgin bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Bununla beraber bor taşınmasını etkileyen faktörler bor alımını ve yapraklarda birikimini etkileme eğilimindedir. Bu yüzden bitki türleri arasında bor alımı yönünden önemli farklılıklar mevcuttur. Bor içeriği farklı olan sulama suları kullanılmasında ise bitkilerde değişik miktarlarda bor biriktiği tespit edilmiştir (El- Sheikh vd. 1971).

Normal bitki gelişmesi için ihtiyaç duyulan düzeyden sadece biraz fazla olan bor düzeylerinin birçok bitki çeşidi için zehir etkisi yaptığını, sulama suyunda bir ppm borun duyarlı bitkilerde gözle görülebilir zehirlenme belirtilerine yol açtığını ve 10 ppm borun ise dayanıklı bitkileri bile etkilediğini bildirmişlerdir. Araştırıcılar, bor zehirlenme belirtisinin yaprak uçlarının sararması ile başlamakta olduğunu ve nekroz ile geliştiğini ve sonra yan damarlar arasında ilerleyerek orta damara doğru yayıldığını, yaprakların kavrulmuş bir görünüm kazandığı ve olgunlaşmadan döküldüğünü bildirmişlerdir (Brohi vd 1994).

BİTKİLERDE BOR ALIMI VE TAŞINMASI

Bor bitkilerde nispeten immobil bir element olup muhtemelen disosiye olmayan borik asit formunda alınmasına rağmen, borun pasif yada aktif şekilde mi alındığı henüz tam olarak bilinmemektedir. Ancak ayçiçeği köklerinde depolanan borun kısmen pasif olarak absorbe edildiği ve absorbe edilen borun, daha sonra serbest yüzeydeki polisakkaritlerle borat kompleksleri oluşturduğu bilinmektedir .

Bazı araştırmacılara göre ise bor alımı metabolik olmayan bir olaydır. Kesilmiş arpa köklerinde serbest yüzeyde yer alan boru teşhis etmişlerdir. En fazla toplam bor serbest su yüzeyinde ya da borat polisakkarit kompleksler biçiminde dönüşümlü olarak hücre duvarlarına bağlı halde bulunduğu görülmüştür. Bor alımı köklere doğru su akışını takip etmektedir. Bor içeriği çoğunlukla bitkinin alt kısımlarından üst kısımlarına doğru artış göstermektedir. Transpirasyon hızı borun bitki üst kısımlarına taşınmasını etkilemektedir. Bu da göstermektedir ki, bor temelde ksilem yoluyla taşınmaktadır. Bu durum yaprak uç ve kenarlarında bor birikiminin temel nedenidir (Bowen ve Nissen 1976).

Bor birikimi bazı durumlarda toksik etkilere de yol açabilmektedir. Borun transpirasyon akışıyla birlikte taşınması aynı zamanda bor noksanlığının daima yeni gelişen uçlarda başlama nedenini de izah etmektedir. Kalsiyum için de durum böyledir. Kalsiyum gibi borda floem özsuyunda yok denecek kadar az bulunmaktadır.

BOR NOKSANLIK VE TOKSİTESİNİ ETKİLEYEN ÇEVRE FAKTÖRLERİ

Sıcaklık:

Bor alımının toprak ve bitki sisteminde fiziksel bir olay olduğuna dair önemli bulgular mevcuttur. Besin çözeltisi çalışmalarında artan sıcaklık arpa bitkisi köklerinde bor konsantrasyonunu artırmamış, buna karşılık bitkinin üst kesimlerinde bor konsantrasyonunun artmasına yol açmıştır. Söz konusu durum sıcaklığın transpirasyon oranına etkisinden ileri gelmektedir. Bir diğer besin çözeltisi çalışmasında ise arpa bitkisinde bor alımının kök sıcaklığına göre hava sıcaklığından daha fazla etkilendiği saptanmıştır (Oertli 1993). Mısır sürgünlerince bor alımının toprak sıcaklığının 12'den 20°C ye yükselmesiyle az miktarda değiştiği, buna karşılık kuru madde miktarının yaklaşık 7 kat, evapotranspirasyonun ise dokuz kat arttığı saptanmıştır. Sıcaklığın çok düşük olduğu koşullarda da bitkilerin bor noksanlığına karşı duyarlı olduğu bilinmektedir. Hava sıcaklığının çok düşük olduğu koşullarda bitkilerde kısırlık probleminin bor yetersizliği ile daha da artmaktadır (Güneş ve ark. 2017).

Toprak Nemi :

Bor noksanlığı sonucu kök gelişimi sınırlı kalmakta, su stresi sonucu bu durum daha da şiddetlenmektedir. Su stresi bor noksanlığının etki alanı ve şiddetini diğer mikro besin elementlerine göre daha yüksek düzeyde etkilemektedir. Bor noksanlığının önceden saptanması amacıyla yapılan toprak analizleri göstermiştir ki, elverişli toprak boru çoğunlukla yüzey toprağında bulunmaktadır. Dolayısıyla, yüzey toprak tabakasının kuruması bu bölgelerden su ve bor alımını sınırlandırmaktadır. Böylece borun bitki meristemlerine sağlanması ve ksilemdeki bor hareketi de sınırlı kalmaktadır. Borun bitkilerde dağılımı transprasyonla gerçekleştiğinden, toksik etki ilk olarak yaprak ucu ve kenarlarında görülmektedir. Dolayısıyla transprasyon oranını etkileyen çevre faktörleri dolaylı olarak bor toksitesini de etkilemektedir. Yüksek sıcaklık ve düşük nem koşullarının bir sonucu olarak artan transprasyon muhtemelen bor toksitesini hızlandırmaktadır. Su stresi kökenli bor, noksanlığının yol açtığı etkilere dair diğer bir teori ise, su stresinin toprakta organik olarak bağlı borun mineralizasyonu ve bitkilere elverişliliğini sınırlandırmasıdır. Buna karşılık organik formdaki borun bitkilere elverişliliği hakkında pek az bilgi mevcuttur. Bitkilerde bor toksitesi temelde toprak suyunun bor konsantrasyonuna bağlıdır (Tulukcu 2004; Alkan ve ark. 1997).

Işık :

Genel olarak yüksek ışık intensitesi bor noksanlığını artırmakta ve bor toksite şiddetini azaltmaktadır. Uzun gün koşulları da aynı zamanda bor noksanlığını artırmaktadır. Yapılan bir araştırmada arpa bitkilerince toplam bor alımının

yüksek ışık intensitesi ve uzun fotoperiodlarda muhtemelen artan transpirasyon nedeniyle arttığı bildirilmiştir (Oertli 1993). Bor yetersizliği altındaki bitkiler, aşırı ışık ve sıcaklık koşullarına çok duyarlıdır. Yüksek ışık yoğunluğu altında ve uzun güneşli günlerde eğer bitkilerin bor beslenmesi yetersiz düzeyde ise yapraklarda bor noksanlığı belirtileri daha hızlı gelişir ve "ışık yakması-zararlanması" olarak bilinen fotooksidatif zararlanma ortaya çıkmaktadır (Güneş ve ark. 2017).

Redoks Potansiyeli:

Toprağın su altında kalmasıyla bor konsantrasyonlarının önemli ölçüde etkilenmediği bildirilmiştir. Ancak yıkanma potansiyelinin yüksek olduğu topraklarda, organik madde miktarı da düşükse bor noksanlığının ortaya çıkma ihtimali o derece artar. (Ponnamperuma 1985; Tulukcu 2004). Bor, oksidasyon-redüksiyon (yükseltgenme-indirgenme) reaksiyonlarına maruz kalmamaktadır.

SONUÇ

Bor; periyodik tablonun III-A grubunda yer alan, mikro besleyiciler içinde metal olmayan tek elementtir. Birçok kullanım alanı olan bor son yılarda teknolojik yönden halkın gündemini meşgul etmektedir. Bir maden olarak gündeme gelen bor bitki besin elementleri yönüyle insan sağlığı açısından da önemi bulunmaktadır.

Toprakta bulunuş durumuna göre bor toksite ve noksanlık sınırları çok dar olan bir elementtir. Bitkiler arasında da bor toksitesine dayanıklı ve noksanlığına karşı hassas olmaları arsında kesin sınırlar belirlenememiştir. Bitkide bulunduğu organa göre toksite veya noksanlık gösterebilen bir bitki besin elementidir. Ancak bitkiler tarafından az veya çok mutlak alınması gereken esansiyel besin elementlerinden biridir.

Bor bitki enzim aktivitelerinde, şeker ve nişasta konsantrasyonu ve karbonhidrat taşınma metabolizmasında, mitoz bölünme aşamalarında, polen canlılığının sağlanmasında, DNA sentezinde, protein metabolizması gibi bitkide bir çok hayati olayda görev almaktadır.

Bor, mikro elementler arasında, önemli fonksiyonlara sahip bir bitki besin maddesi olmasına rağmen, ülkemizde yeterince tanınmamaktadır. Orta Anadolu ve Geçit Bölgelerinde bor (B)'un alımında bölgesel değişkenlikler göstermesine rağmen bazen noksanlık, bazen de fazlalık görülmektedir.

Şu anda bilindiği kadarı ile ülkemiz ve Dünya topraklarının çoğunluğu, bor yönünden yeterli değildir. Borun topraktan süratle yıkanması ve bu elementin toprak içinde bitkiler tarafından alınamayan formlara dönüşmesi, bu yetersizliğin ana nedenlerindendir. Özellikle bölgemizde kalsiyum, potasyum ve bor arasında bitki besin ortamındaki ilişkileri de önemli bir konu olup, alkali

topraklarda bor alımı, bahsedilen bu elementler tarafından önemli ölçüde kısıtlanmaktadır.

Orta Anadolu topraklarının büyük çoğunluğunun alkali yapıda olması, bor noksanlığının daha sık görülmesine yol açmaktadır. Bor temel bir bitki besini olduğu için, gübre olarak kullanımıda çok uzun zamandır incelenmekte ve yaygınlaşmaktadır.

Bor noksanlığın giderilmesinde borlu gübre uygulamaları yapılabilir. Bunun yanında bu problemi gidermede en etkili yol bu noksan alanlara uygun yeni çeşitlerin geliştirilmesidir. Tahıl üretiminin önemli yer aldığı ülkemizde ve özellikle bölgemizde bor noksanlık ve toksitesine dayanıklı yeni çeşitlerin geliştirilmesi için ıslah çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Ayrıca bor içeriği yönüyle sorunlu alanlarda mevcut yetiştirme tekniklerinin iyileştirilmesi ile daha sağlıklı bitki gelişimini sağlayarak bor toksite ve noksanlığının tolere edilmesi sağlanabilir.

KAYNAKLAR

1. Alkan, A., Torun, B., Özdemir, A., Başbay, G., Çakmak, İ. (1997). Değişik Buğday Arpa Çeşitlerinde Bor Toksitesi Üzerine Çinkonun Etkileri. I. Ulusal Çinko Kongresi. Eskişehir.
2. Anantawiroon, P., Subedi, K.D., Rerkasem, B. (1997). Screening Wheat For Boron Efficiency. Boron İn Soils And Plants 101 – 104 Netherlands.
3. Aydeniz, A., Brohi, A. (1991). Gübreler ve gübreleme. Cumhuriyet Üniversitesi, Tokat Ziraat Fakültesi Yayınları: 10. Tokat.
4. Barut H., Aykanat S., Aşıklı S., Eker S. (2018). "Bitkisel Üretimde Bor" Uluslararası Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 1(1): 33-46
5. Bostancı, Ç. (1998). Bitkide ve Toprakta Bor. Bitirme Ödevi. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi. Toprak Blm. Adana.
6. Bowen J, E., Nissen P. (1976). Boron Uptake by Excised Barley Roots: I. Uptake into the Free Space. Plant Physiology, Volume 57, Issue 3, Pages 353–357
7. Brohi, A., Aydeniz, A., Karaman, M., R., Erşahin, S. (1994). Bitki Besleme. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 4 Tokat.
8. Eaton, F., M. (1944). Deficiency, Toxicity and Accumulation of Boron in Plants. J. Agr. Res. 69:237-277.
9. El- Sheikh, A.M., Ulrich, A., Awad, S., K., Mawardy, A., E. (1971). Boron Tolerance of Squash, Melon, Cucumber and Corn. J. Am. Soc. Hort. Sci. 96:536-537.
10. Gezgin, S., Dursun, N., Hamurcu, M., Harmankaya, M., Önder, M., Sade, B., Topal, A., Soylu, S., Akgün, N., Yorgancılar, M., Ceyhan, E., Çiftçi, N., Acar, B., Gültekin, İ., Işık, Y., Şeker, C., & Babaoğlu. M. (2002). Determination of B contents of soils in Central Anatolian cultivated lands and its relations between soil and water characteristics. In: Goldbach H. E., Rerkasem, B., Wimmer, M. A., Brown, P. H., Thellier, M., Bell, R. W., editors. Boron in Plant and Animal Nutrition. New York, NY, USA: Kluwer Academic Publishers, pp. 391–400.
11. Güneş A, Gezgin S, Kalınbacak K, Özcan H, Çakmak İ. (2017). Bor elementinin bitkiler için önemi. Bor Dergisi. BORON 2 (3), 168 – 174.
12. Kaçar, B. (1986). Gübreler ve Gübreleme Tekniği. T.C. Ziraat Bankası Kültür Yayınları Ankara.
13. Kavruk, A. (1999). Borlu Topraklarda Yetişen Bitkilerde Mineral Alımı. E.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Biyoloji Anabilim Dalı.

14. March, R., P., Shive, J., W. (1941). Boron as a Factor in The Calcium Metabolism of The Corn Plant. Soil Sci. 51:141-151.
15. Mass , E., V. (1984). Salt Tolerance of Plants. In: Handbook of Plant Science in Agriculture, B.R. Christie, Ed. CRC Press, Inc, Cleveland, Ohio.
16. Oertli J, J. (1993). The Mobility of Boron in Plants, Plant Nutrition from Genetic Engineering to Field Practice, 10.1007/978-94-011-1880-4, (393-396).
17. Ponnamperuma, F.N. (1985). Chemical kinetics of wetland rice soils relative to soil fertility. In: Welland soils: characterization, classification and utilization. Proceedings of a workshop (26 mar-5 abr, 1984). IRRI. Los Baños, Laguna, Filipinas. p. 71-87.
18. Taner S. (2003). Bor Toksik Alanda Yetiştirilen Makarnalık Buğday (*Triticum durum* L.) Genotiplerinin Verim ve Bazı Verim Öğelerinin Belirlenmesi. S.Ü. Fen Bilimleri Enst. Yüksek Lisans Tezi, Konya.
19. Tariq, M., Mott, C. J. B. (2006). Effect of applied boron on the accumulation of cations and their ratios to boron in radish (*Raphanus sativus* L.). Soil and Environment, 25, 40–47.
20. Tulukcu, E. (2004). Diallel Melezleme Yöntemiyle Bor İçeriği Düşük Topraklara Uygun Ekmeklik Buğday Anaç ve Melezlerinin Belirlenmesi ile Verim Ögelerinin Kalıtımı Selçuk Ü. *Fen Bilimleri Ens., Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Konya*.
21. Zada, K., Afzal, M. (1997). Effects Ot Boron And Iron On Yield And Yield Components Of Wheat Kluwer Academic Publishers. Netherlands.

NEMATOD (*Meloidogyne* spp.) BULAŞIK SERADA DOMATES YETİŞTİRİCİLİĞİNDE SOLARİZASYON ve MİKORİZA UYGULAMASININ BİTKİ BÜYÜMESİ VE VERİME ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Garip YARŞI[1]
Yusuf ÇELİK[2]
Adem ÖZARSLANDAN[3]

[1]Silifke Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Mersin Üniversitesi/Türkiye
[2]Silifke Uygulamalı Teknoloji ve İşletmecilik Yüksekokulu, Mersin Üniversitesi, Mersin,Türkiye
[3]Silifke Uygulamalı Teknoloji ve İşletmecilik Yüksekokulu, Mersin Üniversitesi, Mersin,Türkiye
**Sorumlu yazar: ggyarsi@gmail.com*

GİRİŞ

Türkiye 2020 yılı domates üretimi yaklaşık 13 milyon tondur. Bunun yaklaşık 4 milyon tonu örtü altında gerçekleştirilmiştir (TUİK 2020). Kök-ur nematodları bitki paraziti nematodlar içinde en önemli grubu oluşturmakta ve %25-100 arasında ürün kaybına neden olmaktadır(Seid ve ark., 2015). Yapılan başka bir çalışmada ise, dünya geneline bakıldığında kök-ur nematodlarının domateslerde %42-54, patlıcan yetiştiriciliğinde %30–60 oranında verimi azalttığı bildirilmiştir (Netscher ve Sikora, 1990). Örtü altı üretim alanlarında ortamın hastalık ve zararlı gelişimine uygun olması toprak sıcaklığının yüksek olmasına bağlanmaktadır (Lopez-Perez ve ark., 2011; Aydınlı ve Mennan, 2016). Kök-ur nematodlarına karışı uygulanan yöntemler genellikle kimyasal uygulamalar şeklindedir. Ancak kimyasal ilaçların pahalı olması ve çevre ekolojisine zarar vermesi olumsuz yanını oluşturmaktadır. Bu zararlı etkilerini ortadan kaldıracak alternatif mücadele yöntemleri tercih edilir duruma gelmiştir. Bu yöntemlerin en önemlisi solarizasyondur. Ayrıca hem solarizasyon hem de azaltılmış kimyasalların birlikte kullanılması da yaygın bir uygulama şeklidir (Djian-Caporalino ve ark., 2011 ;Seid ve ark., 2015). Nematoda dayanıklı çeşitlerin kullanılması son yıllarda tercih edilebilir bir mücadele yöntemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayıca bazı araştırıcılar yaptıkları çalışmalarda mikrobiyal mikroorganizmaların (fungus ve bakteri) kök-ur nematodu ile mücadelede etkili olabileceğini ve kimyasal ilaç kullanımına alternatif olabileceğini bildirmişlerdir (Burkett-Cadena ve ark., 2008; Katı ve Mennan, 2006: Timper, 2014: Liu ve ark., 2012). Toktay ve ark. (2015) biberde yaptıkları bir çalışmada, solarizasyon ve farklı kimyasalların birlikte kullanılmasına ek olarak dört lateral hatlı damla sulama sisteminin kullanılmasının, nematod gelişimini ve verimi üzerine etkili olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan bazı araştırmalarda nematod kontrolünde biyolojik mücadelenin önemli olduğu bildirilmektedir (Siddiqui ve Ehteshamul-Haque, 2000; Siddique ve ark., 2001;Vicente ve Agosta, 1992). Yılmaz ve ark.(2011) hıyarlarda yaptıkları bir çalışmada aşılama ve solarizasyonun birlikte uygulanmasının toprak patojenlerini baskılayarak verimde artış sağladığını bildirmiştir.

Dünya topraklarında Türkiye'de üretim alanlarını tehdit eden nematodlara karşı önlemler alınmaya ve mücadele edilmeye çalışılmaktadır. Ancak tüm bu çabalara rağmen hala ürün kayıpları yaşanmaktadır. Örtü altı tarımında özellikle iklim verileri uygun olan yerlerde solarizasyon uygulamaları başarılı sonuçlar vermektedir. Bu çalışmada solarizasyon ve mikoriza uygulamasının domateste verim ve kaliteye etkisi araştırılmıştır. Çalışmada solarizasyonla birlikte mikoriza uygulamasının daha etkili olduğu ve bitki gelişimini teşvik ederek verimde artış sağladığını göstermiştir.

Materyal ve Metot

Bitki Materyali: Bitkisel materyal olarak Yeliz F1 domates çeşidi kullanılmıştır. Fideler 13 Temmuz 2019 tarihinde cam seradaki yerlerine dikilmiştir. Dikimden sonra can suyu verilmiş ve literatürde belirtildiği şekilde gübreleme programı uygulanmıştır.

Denemenin Planlanması ve kurulması: Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre planlanmıştır. Seranın bir kısmına yaz dönemi süresince 8 haftalık bir süre boyunca solarizasyon işlemi uygulanmıştır. Denemede hem solarizasyon uygulanan hem de uygulanmayan parsellerdeki bitkilerin bazılarına mikoriza uygulaması yapılmıştır. Deneme 4 tekerrürlü ve her tekerrürde 24 bitki olacak şekilde kurulmuştur.

Yapılan Gözlemler:

Bitki Boyu: Hasat sonunda her tekerrürden 5 bitkinin boyları ölçülerek ortalama bitki boyu hesaplanmıştır.

Bitkideki Salkım Sayısı: Tekerrürdeki tüm bitkilerin salkımları sayılmıştır.

Salkımdaki Meyve Sayısı: Salkımlardaki meyve sayıları sayılarak bir salkımdaki ortalama salkım sayısı bulunmuştur.

Ortalama Meyve Ağırlığı: Her tekerrürden 10 meyve alınarak ortalama meyve ağırlığı hesaplanmıştır.

Bitki Yaş Ağırlığı: Her parselden 5 bitki sökülerek köklerinden ayrılmıştır. Tartımları yapılarak ortalama bir bitkinin yaş ağırlığı hesaplanmıştır.

Bitki Kuru Ağırlığı: Yaş ağırlıkları alınan bitkiler iki gün açıkta kurutulmuş daha sonra 65 ^{0}C de 48 saat kurutularak sabit ağırlığa getirilmiştir. Hassas terazide tartılmış ve kuru ağırlıkları alınmıştır.

Kök yaş Ağırlığı: Her parselden 5 bitki sökülerek kökleri alınmıştır. Tartımları yapılarak ortalama bir kök yağ ağırlığı hesaplanmıştır.

Kök Kuru Ağırlığı: Yaş ağırlıkları alınan kökler yıkanarak toprakları temizlenmiştir. iki gün açıkta kurutulmuş daha sonra 65 ^{0}C de 48 saat kurutularak sabit ağırlığa getirilmiştir. Hassas terazide tartılmış ve kuru ağırlıkları alınmıştır.

Kök Boğazı Çapı: Her tekerrürden 5 bitkinin kök boğazı digital kumpas yardımı ile ölçülmüştür.

Bitki Başına Verim: Her parseldeki hasat edilen meyveler tartılarak parseldeki bitki sayısına bölünerek bitki başına verim hesaplanmıştır.

Urlanma Oran İndeksi (*Meloidogyne spp*.)***:*** Bitkiler hasat sonunda sökülerek köklerindeki urlanma oranına bakılmıştır. Urlanma oranı Zeck, 1971' e göre 0-10 skalası kullanılarak değerlendirilmiştir.

Sonuç ve Tartışma

Tablo 1. Cam serada nematod bulaşık topraklarda domates yetiştiriciliğinde solarizasyon ve mikoriza uygulamasının bitki biyomasına etkisi

	Gövde Çapı (mm)	Bitki Yaş Ağırlığı (g)	Bitki Kuru Ağırlığı (g)	Kök Yaş Ağırlığı (g)	Kök Kuru Ağırlığı (g)	Kök Uzunluğu (cm)
K (-S)	9,81d	811,7d	63,15d	11,16d	2,41c	26,2d
M (-S)	10,78c	1036,8c	72,09c	13,56c	3,22b	30,8c
S	11,71b	1133,8b	79,38b	16,23b	3,98a	37,5b
S + M	12,89a	1349,3a	106,23a	18,45a	4,47a	44,3a

*Aynı harfi gösteren uygulamalar Dunkan testine göre istatiksel olarak önemli değildir ($p \leq 0.05$)

**K(-S) kontrol solarizasyon yok; M(-S) mikoriza solarizasyon yok; S, solarizasyon uygulaması; S+M, solarizasyon ve mikoriza uygulaması

Solarizasyon ve mikoriza uygulamasının cam serada domates yetiştiriciliğinde bitki biyomasına etkisi tablo 1 de verilmiştir. Bu tabloya bakıldığında bitkilerin gövde çapları kontrol bitkilerinde 9.81 mm ile en düşük değeri alırken, mikoriza uygulamasında bu değer 10.78 mm, yalnız solarizasyon yapılan parsellerde 11.71 mm ve solarizasyon + mikoriza uygulanan bitkilerde ise 12.89 mm ile en yüksek değeri almıştır. Özellikle solarizasyon ve solarizasyon + mikoriza uygulamasının bitkilerin gövde çapını arttırdığı belirlenmiştir. Uygulamalar arasında bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı ve kök uzunluğu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Solarizasyon + mikoriza uygulaması 1349.3 g bitki yaş ağırlığı ile en yüksek değeri almıştır. Bu uygulamayı 1133.8 g ile yalnız solarizasyon uygulaması, 1036.8 g ile yalnız mikoriza uygulaması ve 811.7 g ile konrol uygulaması takip etmiştir.

Kök yaş ağırlıkları incelendiğinde, solarizasyon + mikoriza uygulaması 18.45 g ile en yüksek değeri alırken, solarizasyon uygulması 16.23 g, mikoriza uygulaması 13,56 g değerlerini almıştır. Kontrol uygulaması ise 11.16 g ile en düşük değeri almıştır. Bitki kuru ve kök kuru ağırlıkları da bitki yaş ve kök yaş ağırlıkları ile benzer sonuçlar vermiştir. Solarizasyon + mikoriza uygulamasında bitki kuru ve kök kuru ağırlıkları 106.23 g ve 4.47 g ile en yüksek değeri almıştır. Bu değerler kontrolde sırasıyla 63.15 g ve 2.41 g olarak belirlenmiş ve en düşük değerler olarak tespit edilmiştir. Kök uzunluğu da uygulamalardan istatistiki olarak etkilenmiş ve önemli bulunmuştur. Kontrol bitkileri 26.2 cm kök uzunluğu ile en düşük kök uzunluğuna sahipken, solarizasyon + mikoriza uygulaması 44.3

cm ile en yüksek kök uzunluğuna sahip olmuştur. Cam serada domates yetiştiriciliğinde nematodlu topraklarda solarizasyon ve solarizasyon + mikoriza uygulamasının bitkilerin biyomasını arttırdığı tespit edilmiştir. Yapılan benzer çalışmalarda da bu sonuçları destekler veriler elde edilmiştir (Aydınlı ve Mennan, 2018; Siddiqui, 2004).

Tablo 2. Cam serada nematod bulaşık topraklarda domates yetiştiriciliğinde solarizasyon ve mikoriza uygulamasının bitkisel özelliklere ve urlanma oranına etkisi

	Bitki Boyu (cm)	Salkım sayısı (adet)	Salkımdaki Meyve Sayısı(adet)	Meyve Ağırlığı (g)	SÇKM (% brix)	Bitki Başına Verim (kg/bitki)	Urlanma Oranı
K (-S)	185,9b	4,0c	4,2b	101,18c	5,3b	1,98d	7,69 d
M (-S)	186,3b	4,5bc	4,3b	119,68b	5,4b	2,39c	5,63 c
S	217,5a	5,0ab	5,5a	120,38b	5,7a	3,03b	0,63 b
S + M	223,7a	5,25a	6,0a	131,03a	5,8a	3,62a	0,17 a

*Aynı harfi gösteren uygulamalar Dunkan testine göre istatiksel olarak önemli değildir ($p \leq 0.05$)

**K(-S) kontrol solarizasyon yok; M(-S) mikoriza solarizasyon yok; S, solarizasyon uygulaması; S+M, solarizasyon ve mikoriza uygulaması

Solarizasyon ve mikorizanın bitki boyuna etkisi önemli bulunmuştur. Kontrol bitkileri ve yalnız mikoriza uygulanan bitkiler sırasıyla 185.9 cm ve 186.3 cm ile en düşük bitki boyuna sahip olurken, solarizasyon ve solarizasyon + mikoriza uygulamalarında bu değerler 217.5 cm ve 223.7 cm olarak tespit edilmiştir (Tablo 2). Solarizasyon + mikoriza uygulaması salkım sayısı (5.25 adet/bitki) ve salkımdaki meyve sayısı (6.0 adet/bitki) değerleri ile diğer uygulamalardan daha yüksek olmuştur. Yine solarizasyon + mikoriza uygulamasında meyve ağırlığı 131.03 g ile en yüksek değeri almıştır (Tablo 2). Bu sonuçlar benzer bir çalışma ile uyumluluk göstermektedir (Aydınlı ve Mennan, 2018)

Suda Çözünen Kuru Madde (SÇKM) içeriği de istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Solarizasyon + mikoriza uygulaması ve yalnız solarizasyon uygulaması meyvelerinin SÇKM içeriği sırasıyla 5.8 ve 5.7 ile aynı grupta yer almıştır. Kontrol ve yalnız mikoriza uygulamasında ise bu değerler 5.3 ve 5.4 olarak tespit edilmiştir ve farklı bir grupta yer almıştır. Tablo 2 incelendiğinde bitki başına verimin de istatistiki olarak önemli olduğu görülmektedir. Kontrol uygulaması 1.98 kg/bitki ile en düşük verim değerine sahip olmuştur.

Solarizasyon + mikoriza uygulaması 3.62 kg/bitki ile en yüksek verim değerine ulaşırken, yalnız solarizasyon uygulamasında bu değer 3.03 kg/bitki olarak tespit edilmiştir. Nematod bulaşık topraklarda domates yetiştiriciliğinde solarizasyon ve mikoriza uygulamasının verimde önemli bir artış sağladığı belirlenmiştir. Bu sonuçlar yapılan bazı çalışmalar ile benzerlikler göstermektedir (Yücel ve ark., 2007;Siddiqui, 2004; Kaşkavalcı ve Duran Akkurt, 2012).

Tablo 3. Bazı parametreler arasındaki korelasyonlar

	Bitki Boyu	Kök Uzunluğu	Kök Kuru Ağırlığı	SÇKM	Meyve Ağırlığı	Bitki Başına Verim
Bitki Boyu	1	0,884**	0,798**	0,814**	0,731**	0,863**
Kök Uzunluğu		1	0,924**	0,840**	0,874**	0,945**
Kök Kuru Ağırlığı			1	0,864**	0,868**	0,905**
SÇKM				1	0,660**	0,821**
Meyve Ağırlığı					1	0,862**

**0.01

Tablo 3 te verim ile bazı parametreler arasındaki korelasyon verilmiştir. Bu tablo incelendiğinde diğer parametreler arasındaki özellikle kök uzunluğu ve kök kuru ağırlığı ile bitki başına verim arasında (0.945** ve 0.905**) daha kuvvetli bir ilişkinin olduğu görülmektedir.

SONUÇ

Son yıllarda toprak patojenleri ile mücadelede fiziksel, biyolojik ve mikrobiyal kontrol yöntemlerinin kullanılması öne çıkmaya başlamıştır. Böylece kimyasal ilaç kullanımını minumum düzeye indirerek çevre dostu bir tarım uygulanmaya çalışılmaktadır. Yapılan bu çalışmada da solarizasyon uygulaması yapılan cam sera içerisinde mikoriza kullanılarak domates yetiştiriciliği yapılmıştır. Çalışmada bitki boyu, ana gövde çapı, bitkideki salkım sayısı, salkımdaki meyve sayısı, ortalama meyve ağırlığı, suda çözünen kuru madde miktar (SÇKM), bitki başına verim ve urlanma oranı indeksi değerleri alınmıştır. Sonuçlara bakıldığında Solarizasyon + mikoriza ve yalnız solarizasyon uygulamasında urlanma oranları sırasıyla 0.17 ve 0.63 iken, kontrolde bu değer 7,69 ve yalnız mikoriza uygulamasında ise 5.63 olarak bulunmuştur. Solarizasyon + mikoriza uygulamasında bitki başına verim 3.62 kg/bitki ile en yüksek değeri almıştır. Yalnız solarizasyon uygulamasında 3.03 kg/bitki, yalnız

mikoriza uygulamasında 2.39 kg/bitki ve kontrolde ise 1.98 kg/bitki olmuştur. Solarizayon + mikoriza ve yalnız solarizasyon uygulaması bitki gelişimini ve verimi kontrol ve yalnız mikoriza uygulamasına göre arttırmıştır. Bu sonuçlara göre, solarizasyon uygulaması ve solarizasyon + mikoriza uygulaması özellikle kök-ur nematodudun olumsuz etkisini azaltarak bitki gelişimini ve verimi önemli ölçüde arttırmıştır. Yapılan bazı çalışmalarda da solarizasyon uygulamasının ve mikrobiyal gübre kullanımının bitkilerde urlanma oranını azalttığı, verim, kalite ve bitki gelişiminde önemli avantajlar sağladığı bildirilmektedir (Siddiqui, 2000;Siddiqui ve ark., 2001; Yılmaz ve ark., 2011;Özarslandan, 2016; Aydınlı ve Mennan, 2018).

KAYNAKLAR

1. Aydınlı, G., Mennan, S., 2018. Kök-Ur Nematodu (*Meloidogyne incognita*) ve domates bitkisinin gelişimine bazı mikrobiyal gübrelerin etkisi.Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 5(2);143-151.
2. Aydınlı, G., Mennan, S., 2016. Identification of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) from greenhouses in the Middle Black Sea Region of Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 40(5): 675- 685.
3. Burkett-Cadena, M., Kokalis-Burelle, N.,Lawrence, K.S., Van Santen, E., Kloepper, J.W., 2008. Suppressiveness of root-knot nematodes mediated by rhizobacteria. *Biological Control*, 47(1): 55-59.
4. Djian-Caporalino, C., Molinari, S., Palloix, A., Ciancio, A., Fazari, A., Marteu, N., Ris, N., Castagnone-Sereno, P., 2011. The reproductive potential of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* is affected by selection for virulence against major resistance genes from tomato and pepper. *European Journal of Plant Pathology*, 131(3): 431-440.
5. Katı, T., Mennan, S., 2006. Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) ile biyolojik mücadele. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(2): 265-274.
6. Kaşkavalcı, G., Duran Akkurt, H., 2012. Organik domates tarımında Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.)'nakarşı savaşta bazı yöntemlerin birlikte kullanım etkinlikleri. Türk. entomol. derg., 2012, 36 (3): 413-422
7. Liu, R., Dai, M., Wu, X., Li, M., Liu, X., 2012. Suppression of the root-knot nematode [*Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood] on tomato by dual inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth- promoting rhizobacteria. *Mycorrhiza*, 22(4): 289-296.
8. Lopez-Perez, J.A., Edwards, S., Ploeg, A., 2011. Control of root-knot nematodes on tomato in stone wool subsrate with biological nematicides. Journal of Nematology, 43(2): 110-117.
9. Netscher, C., Sikora, R. A., 1990. Nematode Parasites on Vegetables. In: Plant Parasitic Nematodes in Suptropical and Tropical Agriculture. (Eds.: M. Luc, R. A. Sikora and J. Bridge). CAB International, 231-283 pp.
10. Özarslandan, A., 2016. Serada domates yetiştiriciliğinde Kök-ur nematodu(*Meloidogyne* spp.)'na karşı toprak dezenfeksiyonu. Bitki Koruma Bülteni 2016, 56(4): 407 – 416.
11. Seid, A., Fininsa, C., Mekete, T., Decraemer, W., Wesemael, W.M., 2015. Tomato (Solanum lycopersicum) and root-knot nematode (Meloidogyne spp.) acentury-old battle. Nematology, 17(9): 995-1009.

12. Siddiqui, I.A. ve Ehteshamul-Haque, S., 2000. Effect of *Verticillium chlamydosporium* and *Pseudomonas aeruginosa* in the control of *Meloidogyne javanica* on tomato. Nematologia Mediterranea, 28 : 193-196.
13. Siddiqui, Z.A., Iqbal, A., Mahmood, I., 2001. Effects of *Pseudomonas fluorescens* and ferlitizers on the reproduction of *Meloidogyne incognita* and growth of tomato. Applied Soil Ecology 16;179-185.
14. Siddiqui, Z.A., 2004. Effect of plant growth promoting bacteria and composed organic fertilizers on the reproduction of *Meloidogyne incognita* and tomato growth. Bioresource Technology, 95 : 223-227.
15. Timper, P., 2014. Conserving and enhancing biological control of nematodes. Journal of Nematology, 46(2): 75-89.
16. Toktay, H., İmren, M., Bozbuğa, R., 2015. Alternative strategies to cpntrol root-knot nematodes (Meloidogyne spp.) with different irrigation systems in pepper grenhouses. Bitki Koruma Bülteni, 5(3);215-224.
17. TUİK, 2020. https://www.tuik.gov.tr, (erişim tarihi; 21/10/2020)
18. Vicente, N.E., Acosta, N., 1992. Biological and chemical control of nematodes in *Capsicum annuum* L. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico, 76, 171-176
19. Yılmaz S., Çelik, I., Zengin, S., 2011. Combining effects of soil solarization and grafting on plant yield and soil-borne pathogens in cucumber. International Journal of Plant Production, 5(1), 1735-8043.
20. Yücel S., Özarslandan A., Çolak A., Ay T., Can C., 2007. Effect of solarization and fumigant applications on soilborne pathogens and root*knot nematodes in greenhouse-grown tomato in Turkey. Phytoparasitica, 35(5), 450-456.
21. Zeck, W. M., 1971. A Rating Scheme for Field Evaluation of Root Nematodes Infestation.Pflanzenschutz Nachrichten Bayer, 14, 141-144.

MERSİN'DE MAYDANOZ YETİŞTİRİCİLİĞİNİN MEVCUT DURUMUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

Garip YARŞI[1]

Silifke Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Mersin Üniversitesi/Türkiye, ggyarsi@gmail.com, ORCİD:0000-0002-1952-0300

GİRİŞ

Maydonoz (***Petroselinum crispum*** Mill) anavatanı Akdeniz olan, genellikle kök ve yapraklarından yararlanılan ancak zaman zaman tıbbi ve baharat bitkisi olarak da değerlendirilen bir sebzedir(Ağaoğlu ve ark., 1997, Vural ve ark., 2000; Bayraktaroğlu Özhan ve ark., 2018; Navazio, 2012). Maydanoz yaprakları yenen bir sebze türü olarak dünyada daha çok ılıman bölgelerde yetiştiriciliği yapılmaktadır. Kıvırcık (***Petroselinum crispum* var. *crispum***) ve düz(yassı) yapraklı (***Petroselinum crispum* var. *neapolitanum***) maydanoz olarak yetiştiriciliği yaygın bir şekilde yapılmaktadır (Simon ve Quinn, 1988; Atta-Aly, 1999). Yapılan bazı çalışmalarda maydanoz yaprağından elde edilen yağın daha karakteristik olduğu ve tohumundan elde edilen yağdan tat ve aroma olarak daha kaliteli olduğu; ve yaprağından elde edilen yağın yaklaşık 45 bileşene sahip olduğu bildirilmektedir(Guenther, 1961; MacLeod ve ark., 1985). Yapılan bir çalışmada yaprak ve yağ veriminin 3. ve 4. hasatta en yüksek seviyeye ulaştığı bildirilmiştir (EI-Sherbeny ve Hussein, 1993).

Ayrıca kök maydanozu (***Petroselinum crispum* var. *tuberosum***) da bazı ülkelerde özellikle kuzeybatı Avrupa'da yetiştirilmektedir (Anonim e, 2022). Maydanoz yaprakları özellikle A ve C vitamini açısından oldukça zengindir. Ayrıca Ca, K, P, Fe ve Mg gibi mineral maddeler bakından önemli bir kaynaktır (Anonim e, 2022; Pennington ve Church, 1985; Ceylanve ark., 2005; Dassler ve Heitmann, 1991).

2021 verilerine göre Türkiye'de yaklaşık 109 bin tonluk bir üretim vardır. Hatay yaklaşık 62 bin tonluk maydanoz üretimi ile en büyük üretici il konumundadır ve Türkiye üretiminin %56.9 luk miktarını karşılarken, Mersin 3104 tonluk üretimi ile Türkiye üretiminin yaklaşık %2.8 lik kısmını karşılamaktadır (TUİK, 2022). Mersin iklim istekleri yönünden maydonoz üretimine uygun olmasına rağmen üretimin yeteri kadar fazla olmaması üreticilerin tercihine bağlanabilir.

Maydanoz birinci yıl yaprak ve yeşil aksamını oluştururken ikinci yıl generatif gelişimini (çiçek ve tohum) oluşturan iki yıllık bir bitki olarak bilinir. Ancak kökleri toprak içerisinde uzun yıllar kalabilir ve bu nedenle çok yıllık olarak da kabul edilebilir(Vural ve ark., 2000). Maydanoz üreticilerimize yıl boyu devam eden bir üretim sağlarken ekonomik olarak da avantaj sağlamaktadır. Üretimi Marmara, Ege ve Akdeniz bölgelerinde yaygın olarak yapılmaktadır(Ulusu, 2007).

Bu çalışmada Türkiye ve Mersin'in maydanoz üretimi hakkında bilgiler verilerek mevcut durum ve gelecekteki potansiyel üretim durumu değerlendirilmeye çalışılmıştır.

Maydanozun Bitkisel Özellikleri

Yaprak ve Gövdesi

Ülkemizde daha çok düz yapraklı çeşitler yetiştirilmektedir ancak kıvırcık yapraklı maydanozlar da vardır. Yapraklarının renkleri çeşide göre değişmekle birlikte açık veya koyu yeşildir. Yaprak maydanozlarda kökler genellikle ilk 20 cm'lik toprak katmanında yoğunlaşmıştır. Ancak kökler 80 cm ye kadar inebilir ve kazık kök formundadır. Kök maydanozlarda ise kökler havuş şeklinde ve etrafında çok sayıda saçak kökler mevcuttur. Gövdeleri genelde çok fazla dallanma göstermez. Tepesinde bir çiçek demeti(şemsiye şeklinde) oluşturarak büyümesi son bulur (Anonim a;b;c, 2022).

Resim 1. Maydanoz yaprağı ve gövdesinin görünüşü
(G.Y*; Silifke Aralık 2022)

Çiçek ve Tohum

Çiçekler şemsiye şeklinde ve bir bitki 10-20 şemsiye taşıyabilir. Erselik bir çiçek yapısına sahip olmasına karşın yüksek oranda yabancı döllenme gözükür. Çiçeklerde 5 adet çanak yaprak, 5 adet taç yaprak, 5 adet erkek organ ve bir adet dişi organ bulunur. Çiçeklenme için 8 ºC nin altında 20-30 günlük bir soğuklama ihtiyacı gösterir. Tohumlar oldukça küçüktür ve bir gramda yaklaşık 800 adet tohum bulunabilir. Tohumların çimlenmesi uzun sürer ve 20 ºC de 15-20 ºC günde çimlenebilirler (Anonim a;c, 2022)..

Ekolojik İstekleri

Maydanoz hemen hemen her bölgede yetişmesine rağmen daha çok Ege, Akdeniz ve Marmara bölgesinde yetiştiriciliği yapılan bir sebzedir. Toprak isteği bakımından çok seçici değildir ancak pH 5.0-8.0 arasında yetiştiriciliğinde bir sorun yaşanmaz (Anonim b, 2022)

Maydanoz Yetiştiriciliği

* Garip YARŞI

Maydanoz tohumları bölgenin iklim özelliklerine ve özellikle sulama durumuna göre tavaya ya da düze ekilebilir. Genellikle yağışı bol alan bölgelerde düze (Marmara), özellikle yazları kurak geçen bölgelerde ise tavalara ekim tercih edilmektedir. Ancak damla sulama ile yapılan yetiştiriciliklerde düze ekimlerde yapılmaktadır. Akdeniz bölgesinde bu tür yetiştiriciliklere rastlanmaktadır.

Resim 2. Maydanoz tarlası ve bitkisi(G.Y; Silifke Aralık 2022)

Tohum ekiminden önce tarla iyice işlenmeli ve dekara yaklaşık 5 ton kadar çiftlik gübresi tohum ekiminden 1-2 ay önce verilmelidir. Böylece maydanoz yetiştiriciliğinde büyük bir sorun olan yabancı ot kontrolüne yardımcı olunmuş olur. Tarla ekim şekline göre (düz ve tavalar şeklinde) hazırlanır. Tavalar genellikle 10-15 cm derinlikte, 100-120 cm genişlikte ve istenilen uzunlukta hazırlanır. Tohumlar m^2 ye 1-1.5 g olacak şekilde atılarak üretime başlanılmış olunur. Düze ekimde büyük işletmelerde tohum ekiminde mibzerler kullanılabilir. Tohum ekim döneminde toprak tavında olmalı ve tohumların çıkışına engel olmayacak şekilde işlenmelidir. Genellikle tohumlar ekimden yaklaşık 20-25 gün sonra çıkmaya başlar. Tohum ekiminden hemen sonra düzenli bir çıkış için yağmurlama sulama düzenli aralıklarla yapılmaktadır. Bitkiler yaklaşık 3 yapraklı olduktan sonra salma sulama yapılabilir. Ancak damla sulama sistemi kurulacaksa kontrollü bir şekilde sulama yapılacağı ve toprak yüzeyi çıkışlar olana kadar nemli kalacağı için yağmurlama yapılmayabilir. Bu sulama işlemini çiftçiler kendi olanaklarına göre en ideal olacak şekilde ayarlamalıdır. Eğer damla sulama sistemi kullanılacaksa damlama boruları araziye sık döşenmeli ve tüm yüzeyi sulayacak şekilde ayarlanmalıdır. Maydanoz üretiminde en önemli sorunların başında yabancı otlarla mücadele gelmektedir. Mekanik olarak veya kimyasal yollarla yapılabilir. Erken dönemlerde elle yapılması yararlı olacaktır. Daha sonraki dönemlerde maydanoz bitkisi yabancı otların gelişimini engelleyecektir (Anonim a;b;c:d, 2022).

Sulama ve Gübreleme

Maydanoz suya karşı hassas bir bitkidir. Özellikle ilkbahar sonlarında ve yaz aylarında ekimi yapılırsa, kaliteli ve yüksek verimli bir üretim için sürekli bir sulama yapılmasının sağlanması gerekmektedir. Su stresine duyarlılıkta büyüme dönemi ve yetiştirilen türü önemli olmaktadır (Petropoulos ve ark., 2006; Najla ve ark., 2012). İlk çıkışların başlama döneminde yüzeyin nemliliği önemlidir. Bu dönemde yağmurlama sulama veya damla sulama yöntemleri büyük avantaj sağlamaktadır. Ancak özellikle tavalar şeklinde yapılan sulamalarda suyun çok uzun süre kalması çıkış ve büyüme açısından sorunlar yaratabilir. Bu nedenle arazi tesviyesi çok önemlidir.

Genellikle çiftlik gübresi ile birlikte analiz sonuçlarına göre gübreler verilir. Ancak her kesimden sonra dekara 3-5 kg saf azot olacak şekilde gübre verilip sulanması tavsiye edilmektedir (Anonim b;d, 2022).

Resim 3. Maydanoz sulama sistemi (G.Y; Silifke Aralık 2022)

Demir elementinin ve özellikle şelatlı demir gübrelerinin maydanoz bitkisinin beslenmesinde önemli olduğu ve toplam verimde artış sağladığı yapılan bir çalışmada ortaya konmuştur. Genellikle kireçli topraklarda bitkinin demir alamamasından dolayı noksanlık görülmekte ve kloroz oluşmaktadır. Demir noksanlıkları Akdeniz ve Ege bölgesinde sürekliliği olan bir sorun halindedir(Bayraktaroğlu Özhan ve ark., 2018).

Hastalıklar ve zararlılar

Hatay'da maydanozlarda yapılan bir çalışmada yapılan bir çalışmada, toprak kökenli bir hastalık olan ***Fusarium*** spp.'nin ve bitki üst aksamlarında zarar yapan ve demir pas hastalığı olarak da bilinen septorya yanıklığı (***Septoria petroselini*** Desm.(Aschomycotina: Dothideacea), beyaz çürüklük (***Sclerotinia sclerotiorum*****)** yoğun olarak görüldüğü, aynı zamanda nematod zararından da söz edilmekte ve java kök ur nematodu, (***Meloidogyne javanica***)'nın yaygın olarak tespit edildiğini: zararlı böceklerden yeşil kurt (***Helicoverpa armigera)*** pamuk yaprak kurdu (***Spodoptera littoralis)*** yaprak galeri sinekleri (***Liriomyza*** sp.)

Thrips spp., ve salyangozlar (**Helix spp**)'ın tesbit edildiğini bildirmişlerdir (Telli ve Üremiş, 2010).

Hasat

Maydanoz tohum ekiminden yaklaşık 60-70 gün sonra ilk hasada gelir ve bu dönemde yaklaşık boyları 15-20 cm dir. Bitkiler toprak yüzeyinden yaklaşık 2 cm yukarıdan kesilerek hasat yapılır. Hasattan 20-25 gün sonra ikinci hasat yapılır ve böylece yılda yaklaşık 6-7 hasat yapılabilir. Verim demet olarak belirlenir ve dekara 70-90 bin demet alındığında ortalama verim yakalanmış olur. Ton olarak ise 2-4 ton/da ideal verim olarak bildirilmektedir (Anonim a;d, 2022).

Resim 4. Maydanoz hasat dönemi görünüşü(G.Y; Silifke Aralık 2022)

Türkiye ve Mersin için maydanoz yetiştiriciliğinin durum analizi

Tablo 1. Türkiye'de maydanoz üretiminde öne çıkan 10 ilin üretim miktarları (ton)

Yıllar/İller	Hatay	Balıkesir	Eskişehir	Antalya	Mersin	Bursa	Tokat	İzmir	Ankara	Karaman
2012	21065	8925	2013	160	4126	2649	402	2257	159	5014
2013	22480	8575	1987	319	3170	1998	558	2269	163	5137
2014	23800	8356	1880	247	3217	4314	628	2274	184	2247
2015	23173	8222	1914	237	2796	3920	677	1912	199	2259
2016	22334	8235	2407	295	2804	4041	971	1857	210	1546
2017	45828	7467	3354	491	1238	4236	1303	2196	208	1531
2018	42738	7489	4974	523	1407	4093	1311	2554	449	1531
2019	50544	11227	5055	611	2210	4123	1677	2439	1014	1516
2020	53445	11227	5413	2276	2896	2658	1859	1714	1109	1370
2021	61857	8920	7709	3651	3104	2703	2423	1674	1417	1328

Kaynak: TUİK, 2022

Tablo 2 de 2021 verilerine dayanılarak Türkiye maydanoz üretiminde öne çıkan ilk 10 ilin üretim miktarları verilmiştir. Buna göre Hatay Türkiye maydanoz üretiminde ilk sırayı alırken bu ilimizi, Balıkesir, Eskişehir, Antalya, Mersin, Bursa, Tokat, İzmir, Ankara ve Karaman izlemektedir. . İllerimizin maydanoz üretimi yıllara bağlı olarak düşüşler ve artışlar gözlenmektedir. Bu bağlamda Hatay, Eskişehir, Antalya, Ankara ve Tokat illerimizde üretimde yıllar itibarı ile

bir artış gözlenirken, özellikle Karaman, İzmir ve Bursa illerimizde yıllar itibarı ile önemli bir azalışın olduğu bariz bir şekilde görülmektedir. Örneğin Balıkesir'in maydanoz üretimi 2019 ve 2020 yıllarına göre dikkat çekici bir oranda azalış göstermiştir (%25.86). Üretimde azalış gösteren illerindeki bu durumun nedenlerinin mutlaka irdelenmesi gerekmektedir. Mersin 2019 yılından itibaren yeniden üretimde çıkışa geçmesi dikkat çekici bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. İllerin üretimini farklı etmenler etkilemiş olabilir ancak ihracat olanaklarının arttırılması üretimde teşvik edici en önemli etken olarak söylenebilir.

Mersin 3104 tonluk üretimi ile Türkiye üretiminin yaklaşık %2.8 lik kısmını karşılamaktadır (TUİK, 2022). İklimin maydanoz yetiştiriciliğine uygun olmasına rağmen yetiştirilmemesinin nedeni çiftçilerin üretim alışkanlıklarının olmamasından ve işçiliğinin zor olmasından kaynaklanabilir.

Tablo 2. Mersin'in İlçelerinin Son 5 Yıllık Maydanoz Üretim Miktarları (ton)

Yıllar	Akdeniz	Bozyazı	Mut	Silifke	Tarsus	Mersin	Türkiye
2017	120	5	180	213	720	1238	80304
2018	120	5	225	337	720	1407	78961
2019	120	5	405	360	1320	2210	92954
2020	957	5	414	360	1160	2896	97760
2021	1080	4	450	360	1210	3104	108604

Kaynak: TUİK, 2022

İlçeler bazında baktığımızda en fazla üretimin Tarsus ilçesinde yapıldığı görülmektedir. Mersinin toplam maydanoz üretimi genel olarak yıllık bazda artış göstermesine rağmen üretimin çok fazla olduğu söylenemez. Yapılacak bazı çalışmalarla bu üretimin arttırılması ve üreticilerin ekonomik anlamda daha karlı olabileceği vurgusu yapılabilir. Üretimde girdi maliyetinin diğer tarımsal üretimlere göre daha az olması tercih edilebilirliğini arttırabilir. Ancak bu konuda üretim maliyeti ve karlılığı alanında çalışmaların yapılıp ortaya konmasına ihtiyaç vardır.

Şu anda üretim Mersin ilinde az olmasına rağmen gelecek yıllarda maydanoz üretimin artacağı söylenebilir. Özellikle Tarsus bu konuda daha şanslı görünüyor. Ancak diğer ilçelerde de maydanoz yetiştiriciliği fiyatlanmasının iyi olmasına paralel bir artış gösterecektir. Tablo 2 ye bakıldığında özellikle Akdeniz ilçesindeki üretim artışının son iki yılda fazla olması dikkat çekmektedir. Bu ilçede maydanoz üreten çiftçilerimizin desteklenmesi konusunda gerekli çalışmalar yapılarak artış eğiliminin desteklenmesi gerekmektedir.

Sonuç olarak; Mersin iklim verileri açısından maydanoz yetiştiriciliğine uygun bir ekolojiye sahiptir. Özellikle yemek kültürü ile birlikte maydanozun tüketimin yaygın olması, deniz yolu ve karayolu ile iç-dış pazara rahat

ulaştırılabilme olanakları nedeniyle satışında da sıkıntılar yaşanmayacak bir sebzedir. Bu bağlamda; üreticiler alternatif ürün aradıklarında rahatlıkla bu türün yetiştiriciliğine yönelebilirler. Ancak yabancı ot sorunu ve hastalık-zararlı popülasyonları dikkatlice izlenmeli ve mücadele edilmelidir. Sulama ve gübrelemenin zamanında ve yeterli düzeyde yapılması bu bölgede biçim sayısını da arttırabilir ve böylece üretimde ve ekonomik karlılık açısından avantaj sağlanabilir.

İlaçlama konusunda oldukça dikkat edilmelidir. Hastalık ve zararlılarla ilaçlı mücadelede kalıntı etkisi olmayan etkili maddeye sahip zirai ilaçları tercih etmek önemli olacaktır. Hatay'da yapılan bir çalışmada özellikle ilaçlama konusunda üreticilerin yaklaşık %10'unun kontrolsüz bir ilaçlama yaptıkları tespit edilmiştir. Ayrıca maydanoz yetiştiriciliği üzerine %76.92 oranında zirai ilaç bayilerinin etkili olduğu bildirilmiştir (Telli ve Üremiş, 2010). Buradan şu söylenebilir maydanoz yetiştiriciliğinde gübreleme ve ilaçlama konusunda zirai ilaç bayilerinin de yeteri kadar bilgilendirilmeleri gerekmektedir. Gerek üreticiler ve gerekse zirai ilaç bayileri zaman zaman yapılacak toplantı ve seminerlerle bu konuda aydınlatılmalıdır. Özellikle hastalık ve zararlılarla mücadelede entegre mücadeleyi öne çıkaracak çalışmalar ve uygulamalar yapılmalıdır. Gübreleme de maydanoz yetiştiriciliğinde önemli bir konudur. Burada özellikle yaprakları yenen sebzelerde azot kullanımına dikkat edilmeli ve aşırı gübrelemeden kaçınılmalıdır.

Kaynaklar

1. Ağaoğlu, Y.S., Çelik, H., Çelik,. M., Fidan, Y., Gülşen, Y., Günay, A., Halloran, N., Köksal, A.İ., Yanmaz, R., 1997. Genel Bahçe Bitkileri. Ankara Üniv. Zir. Fak. EğitimAraĢtırma ve GeliĢtirme Vakfı Yayınları, No: 4, Ankara, s. 370.
2. Anonim a, 2022. Maydanoz Yetiştiriciliği.(https://www.gencziraat.com/Bahce-Bitkileri/maydanoz-yetistiriciligi-2.html, (Erişim tarihi;05.12.2022)
3. Anonim b, 2002. Maydanoz Yetiştiriciliği .https://yetistir.net/maydanoz-yetistiriciligi/ (Erişim tarihi; 01.12.2022)
4. Anonim c, 2022. Tüm yönleri ile maydanoz yetiştiriciliği. https://pratiktarim.com/tum-yonleri-ile-maydanoz-yetistiriciligi/(Erişim tarihi; 25.11.2022)
5. Anonim d, 2022. Maydanoz yetiştiriciliği. http://www.ziraatciyiz.biz/maydonoz-yetistiriciligi-t136.html?s=dd6e04aaf2608ec5ea010cb7fd1850cb&amp (Erişim tarihi. 16.11.2022)
6. Anonim e, 2022. Parsley: Home. https://libguides.nybg.org/parsley (Erişim tarihi: 05.12.2022)
7. Atta-Aly, M.A., 1999. Effect of nickel addition on the yieldand quality of parsley leaves. Scientia Horticulturae, 82 (1/2) 9–24
8. Bayraktaroğlu Özhan, Y., Saatçı, N., Bayız, O., 2018. Demirli Gübrelerin Maydanoz Bitkisinin Demir İçeriği Üzerine Etkileri. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2018, 55 (4):463-470; DOI: 10.20289/zfdergi.416883
9. Ceylan, Ş., Mordoğan, N., Yoldaş, F., Çakıcı, H., (2005). Azotlu gübrelemenin farklı ekim zamanlarında yetiştirilen maydanoz bitkisinde azot birikimi verim ve bazı kalite özelliklerine etkisi. Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Raporu, Ödemiş, 54s.
10. Dassler, E., Heitmann, G. (1991). *Obst und gemüse Eine Warenkunde 4.Auflage*. Berlin und Hamburg: Verlag Paul Varey
11. EI-Sherbeny, S.E., Hussein, M.S., 1993. Comparative study on three aromatic plants as affected by cutting frequency. Egypt. J. Phys. Sci. 17, 95–102.
12. Guenther, E.S., 1961. The essential oils, vol. 1, 3 and 4, D. Van Nostrand, Princeton, NJ, Toronto, New York, London.
13. MacLeod, A.J., Snyder, C.H., Subramanian, G., 1985. Volatile aroma constituents of parsley leaves. Phytochem. 24, 2623–2627.
14. Najla, S., Sanoubar, R., Murshed, R. (2012) Morphological and biochemical changes in two parsley varieties upon water stress. *Physiology and Molecular Biology of Plants* 18, 133–139.

15. Navazio, J. (2012) Apiaceae. In: Navazio, J. The Organic Seed Grower: A Farmer's Guide to Vegetable Seed Production. Chelsea Green Publishing, White River Junction, Vermont, pp. 108–111.
16. Pennington, J.A.T., Church, H.N., 1985. Food Values of Protein Commonly Used, 14th ed., J.B. Lippincott, Philadelphia, London, Mexico City, New York, Sao Paulo, St. Louis, Sydney.
17. Petropoulos, S.A., Akoumianakis, C.A., Passam, H.C. (2006) Evaluation of turnip-rooted parsley (*Petroselinum crispum* ssp. *tuberosum*) for root and foliage production under a warm Mediterranean climate. *Scientia Horticulturae* 109, 282–287.
18. Simon, J.E., Quinn, J., 1988. Characterization of essential oil of parsley. J. Agric. Food Chem. 36, 467–472.
19. Telli, S., Üremiş, İ.,2010. Samandağ (Hatay)'da Maydanoz Yetiştiriciliğinde Karşılaşılan Bitki Koruma Sorunları ve Çözüm Önerileri. MKÜ Ziraat Fakültesi Dergisi. 15(1):39-48.F
20. TUİK, 2022. www.tuik.gov.tr (Erişim tarihi: 12.11.2022)
21. Ulusu, Y., 2007. Farklı Dozlardaki Kadmiyumun Maydanoz (*Petroselinum hortense* Hoffm) bitkisinde fotosentetik Pigmentler ve Oksidatif Enzim Aktivitelerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, 56 s.
22. Vural, H., Eşiyok, D., Duman, İ., 2000. Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme). Ege Üniv.Zir. Fak. Bahçe Bitkileri Bölümü, Bornova, İzmir, 440 s.

BİTKİLERİN TUZ STRESİNE KARŞI GÖSTERDİKLERİ TEPKİ MEKANİZMALARINA YÖNELİK İNCELEME

Dr. Öğretim Üyesi Gülay ZULKADİR[1]

Organik Tarım İşletmeciliği Bölümü, Silifke Uygulamalı Teknoloji ve İşletmecilik Yüksekokulu, Mersin Üniversitesi
ORCID: 0000-0003-3488-4011

1. GİRİŞ

Yeryüzünde nüfusun her geçen gün giderek artarken tarım arazilerin azalması, mahsul verimine duyulan ihtiyacı trajik bir şekilde artırmaktadır (Savary ve ark., 2020). Tüm bunların yanı sıra doğal çevrenin bozulması, bilinçsiz sulama ve iklim değişikliklerinin neden olduğu tuzluluk stresi (Park ve ark., 2016; Del Buonu, 2021) verim kaybını artırmaktadır (Hazell ve Wood, 2007). Özellikle, iklim değişikliği sıcaklıklarda artışlara ve yağışlarda azalmaya yol açarak su kalitesinin düşmesine ve yeraltı suyunun tuz içeriğinin yükselmesine neden olmuştur (Akbari ve ark., 2020). Ayrıca, sulanan ekim arazilerinde suyun buharlaşması sonucu topraktaki ikincil tuz birikimi artmaktadır (Yang ve Guo, 2017). Yeryüzünde ekili tarım arazilerinin neredeyse 20%'si, sulanan tarım arazilerin ise 33%'ü toprak tuzluluğunun artışından olumsuz etkilenmektedir (Mukhopadhyay ve ark., 2021).

Tuza tolerantlık yönünden bitkiler 'halofitler' ve 'glikofitler' olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Bunlardan halofitler, yüksek tuz konsantrasyonlu ortamlara adapte olmuş, hatta büyüme ve gelişmesi için tuza ihtiyaç duyan bitkilerdir (Su ve ark., 2020). Diğer taraftan, glikofitler, tuzlu ortamlarda büyüme ve gelişmesi sınırlanan, verim kaybı gözlenen ve hatta yoğunluğuna ve maruz kalma süresine bağlı olarak bitki ölümleri ile sonuçlanan bir hassasiyete sahiplerdir (Horie ve ark., 2012). Mahsul bitkilerin büyük bir çoğunluğunun glikofit özellikte olmasından dolayı tuzluluk, gıda arzı bakımından ciddi sorunlara neden olmaktadır.

Tuz stresine maruz kalan tohumlarda çimlenme, bitkilerde büyüme ve gelişme, çiçeklenme ve meyve oluşum aşamaları olumsuz olarak etkilenmektedir (Park ve ark., 2013). Bitki büyümesi üzerine olan olumsuz etkilerin nedenleri incelendiğinde; bitki kök sisteminin zarar gördüğü, toprak yoğunluğu ve sertliğinin artması ile su ve besin alımının zorlaşması ve iyon toksisitesinin oluştuğu görülmüştür (Machado ve Serralheiro, 2017; Elrys ve ark., 2020; Gong, 2021). Tuz stresinin olumsuz etkileri, bitkilerde su ve iyon homeostazının yok olmasına, fotosentetik aktivitenin azalmasına, biyomoleküllerin bozulmasına veya hücresel redoks potansiyelinin değişmesine ve oksidatif stresin oluşmasına neden olabilmektedir (Li ve ark., 2014; Semida ve ark., 2019).

Zhao ve ark. (2021) yaptıkları değerlendirmede şunları vurgulamışlardır: tuz stresi esnasında temel olarak iyonik stres ve ozmotik stres oluşmaktadır. Na^+ ve hiperozmolite algılandıktan sonra sitozolde Ca^{2+} biriktirmeye başlar, ROS sinyallerini aktive eder ve fosfolipit kompozisyonunu değiştirir. Böylelikle, bir iyon dengesini ve ozmotik hemeostazın korunması, fitohormon sinyali indüklenmesi, hücre iskeleti dinamikleri ve hücre duvar yapısı düzenlenmesi gibi

daha birçok adaptif süreçler faaliyete geçer. Daha sonra bir dizi sinyal yoluyla, bitki büyümesi yavaşlar ve tuz tolaransını artırmak için metabolizma aktive edilir.

2. BİTKİDE TUZ STRESİNE TEPKİLERİN DÜZENLENMESİ

2.1. İyon Dengesi

Tuz stresi altında, yüksek konsantrasyonlarda sodyum iyonu (Na^+) bitki hücrelerinde birikerek toksik seviyelere ulaşır ve iyon homeostazının bozulmasına yol açar. Böylelikle, Na^+ ve Cl^- iyonları, sitoplazmada Ca^{2+}, K^+ ve NO_3^- iyonların azalmasına neden olur (Kosova ve ark., 2013; Mahmud ve ark., 2017). Na^+ iyonlarının artışı, K^+ iyonlarının azalmasına neden olarak Na^+/K^+ oranını bozmakta ve bunun sonucu olarak protein sentezi ve enzim aktivitesi gibi K^+ tarafından sürdürülen süreçler olumsuz etkilenir (Adabnejad ve ark., 2015). Potasyum, membran potansiyelini ve turgorunu değiştirir, enzim aktivitelerini sürdürür ve ozmotik basıncı ve stoma hareketini ayarlar. Bitkiye fotosentez, protein sentezi ve oksidan metabolizmasında yardımcı olur (Pandey ve ark., 2013; Köksal ve ark., 2016).

K^+ ve Ca^{2+}, hücre zarı bütünlüğünün ve fonksiyonunun düzenlenmesinde kritik bir konuma sahiptir (Pal ve ark., 2011). Kalsiyum, çözünen maddelerin hareketi, stoma düzenlemesi, hücre savunma sistemleri için moleküler sinyalleşme ve stres altında hücre onarımı dahil olmak üzere çeşitli fizyolojik süreçlere yardımcı olur. Tuzlu koşullar altında, Na^+ /Ca^{2+} etkileşimleri önemlidir, çünkü Na^+ , Ca^{2+} 'yı bağlanma bölgelerinden uzaklaştırma yeteneğine sahiptir ve böylece Ca^{2+} mevcudiyetinde bir düşüşe neden olur. Sitozolik Ca^{2+} konsantrasyonu bitkinin tuz duyarlılığını belirler (Chen ve ark., 2010). Bitkilerin ozmotik stres altında hayatta kalma yeteneği, bitkinin yüksek Ca^{2+} : Na^+ oranını koruma ve Na^+ ' yı uzaklaştırma kapasitesine bağlıdır. Diğer taraftan, sitoplazmada aşırı düzeyde biriken Na^+ 'u uzaklaştırmak için strese aşırı duyarlı (SOS) mekanizma Na^+/H^+ antiporter aktivitesini modüle ederek iyon dengesini düzenler (Park ve ark., 2016).

Cl^- ise tuz stresinin bitki büyümesi üzerine istenmeyen etkilerini artırmaya neden olur. Daha yüksek klorür içerikleri ayrıca tuz stresi altındaki bitkilerde su direncini indükler (Manaa ve ark., 2011) ve ayrıca nitrat redüktaz aktivitesinde bir azalmayı indükler (Hura ve ark., 2017). Yani, tuzlu bir ortamda, bitkilerin nitrojeni alma yetenekleri azalır (Saha ve ark., 2015).

Cl^- toksisitesine daha duyarlı olan bitkiler NO_3^- uygulaması ile yönetilebilir çünkü NO_3^-, Cl^- alımını antagonize eder (Al-Harbi ve ark., 2008). Tuzlu koşullar, bitki türleri tarafından nitrat alımının, metabolizmasının ve kullanımının düzenlenmesini azaltır. Uygulanan nitrojenin formu, Na^+ , Ca^{2+} ve K^+ gibi diğer besin maddelerinin alımını etkiler ve dolayısıyla bitkinin tuzlu su koşullarını tolere etme kabiliyetini etkiler. Bu nedenle, tuzlu koşullar altında, özellikle Na^+,

NO_3^-, NH_4, Cl^- arasındaki etkileşimler dikkate alınarak bir azotlu gübre rejimi uygulanmalıdır (Akhtar ve ark., 2012). Böylelikle bitkide azot kaynağı artırılmış olur ve amino asitler, amidler, kuaterner amonyum bileşikleri ve poliaminler artar. Bu bileşiklerin işlevsel olarak ozmotik koruma, ozmotik dengeyi sağlama, reaktif oksijen türlerini temizlemek, nitrojen sağlamak ve pH dengesini sağlamada etkili olmaktadır (Garg ve Chandel, 2011).

Nükleik asitlerin, fosfolipitlerin, fosfoproteinlerin, nükleotitlerin ve ATP'nin esas bileşeni olan fosfor (P), tuzlu koşullarda bitki tarafından alınımı kısıtlanır. Bu da hücrenin yaşamsal faaliyetlerini engelleyerek bitki ölümüne varan zararlar verebilir. Stres koşulunda bitkiye verilecek olan P'un genç bitkilerin tuz stresiyle mücadele edebilmesine katkı sağlamaktadır (Cardenosa ve ark., 2015; Min ve ark., 2016).

2.2. Ozmotik Denge

Tuz stresi altında bitki hücresindeki iyon dengesizliği ve su eksikliği ozmotik strese neden olur. Bu, hücre turgor basıncında azalma, plazma zarının büzülmesi ve hücre duvarının fiziksel değişimi gibi çoklu geçici biyofiziksel değişikliklerle sonuçlanır (Park ve ark., 2016). Ozmotik stresi hafifletmek için bitkiler, gen ekspresyonu ve ozmolit biyosentez enzimlerinin aktivasyonundan su taşıma sistemlerine kadar uzanan süreçleri düzenleyen ozmotik sinyal yolu faaliyetleri devreye sokar (Yang ve Guo, 2017).

Sitoplazmada uyumlu çözünenlerin sentezlenmesi ve birikmesiyle hücrede su içeriğini değiştirmeden su potansiyelini düşürmektedirler (Shahid ve ark., 2020). Uyumlu çözünenler, hücre metabolizmasıyla tutarlı, hücresel işlemlere müdahale etmeden fizyolojik ve biyokimyasal işlemleri sürdüren organik bileşiklerdir. Bu bileşikleri mannitol, sorbitol ve ononitol gibi şeker alkolleri, glisin betain, prolin betain gibi amonyak bileşikleri, prolin ve üçüncül sülfonyum bileşikler oluşturmaktadır. Uyumlu çözünenler reaktif oksijen türlerini temizlemek ve lipid peroksidasyonunu engellemek için hareket ederler ve hücresel düzeyde hasarı en aza indirirler (Hernandez ve Almansa, 2002). Ayrıca, bu çözünenler, yüksek iyon konsantrasyonunun enzimatik aktiviteler üzerindeki şiddetli etkilerini önlemede önemli bir rol oynar (Khan ve Bano, 2018).

Tuz stresi altında, hücresel düzeyde proteinler, lipitler, pigmentler, DNA ve diğer moleküller açısından artan ROS miktarı bitki stresinin bir göstergesidir (Mehmood ve ark., 2019). Bu durumda, bitkiler enzimatik ve enzimatik olmayan mekanizmalarla ROS ile savaşırlar. ROS'u temizlemek için kullanılan enzimler, süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT), peroksidaz (POD), askorbat peroksidaz (APX), glutatyon redüktaz (GR) ve glutatyon sentezleyen enzimlerdir (Shanker ve Venkateswarlu, 2011; Xia ve ark., 2014). Bununla birlikte bu

enzimler artan ROS temizleyici enzim üretimi, tuz stresine tolerans ile her zaman paralellik göstermez. Antioksidan sistemlerin etkinliğine, antioksidan enzim üretiminin yeri, enzim etkisi ve bu enzimlerin birbirleri ile etkileşimi gibi bir çok faktör nedeniyle değişiklik gösterebilir (Blokhina ve ark., 2003).

Enzimatik mekanizmalardan, SOD'un yukarı regülasyonu başta kuraklık ve tuz stresi olmak üzere bir çok abiyotik stresten kaynaklanan oksidatif stresle mücadelede görev alır (Biczak, 2016). Glutatyon peroksidazlar gibi çoklu izozimler sitotoksik hidroperoksitleri ve hidrojen peroksiti alkollere indirger (Boguszewska ve Zagdańska, 2012) ve ayrıca ROS sırasında oluşan lipid peroksidasyonunu geri kazanmaya da hizmet eder (Chen ve ark., 2012). Askorbik peroksidaz ise elektron donörü olarak AsA kullanan hidrojen peroksit askorbat-glutatyon döngülerinin temizlenmesinde rol oynar (Sharma ve ark., 2012).

Enzimatik olmayan antioksidanlar ise α-tokoferoller, askorbik asit, glutatyon ve karotenoidlerdir (Nath ve ark., 2017; 2018).

Karotenoid pigmentleri (β-karoten) gibi enzimatik olmayan antioksidanlar, hidroksil, süperoksit ve peroksil radikalleri ile reaksiyona girerek yüksek oksijen konsantrasyonlarında pro-oksidan etkilere neden olur (Carocho ve Ferreira, 2013). Hem retinoik asit hem de karotenoidler, transkripsiyon faktörlerini düzenleme potansiyeline sahiptir (Sharoni ve ark., 2012). β-karoten ayrıca apoptozu bozmaktadır. Bitkilerde retinoik asidin anti-proliferatif hasarına asit reseptörlerinin aracılık ettiği ve ayrıca apoptozu veya hücre durmasını indükleyerek tetiklediği bildirilmiştir (Alizadeh ve ark., 2014). Glutatyon (GSH), Askorbat-Glutatyon döngüsü yoluyla askorbik asidi uyararak antioksidan savunma sisteminde ana rol oynar (Wang ark., 2012a; 2012b). GSH, metabolitlerin konjugasyonu, sinyal iletimi, strese duyarlı genlerin ekspresyonu, sülfat taşınmasının düzenlenmesi ve ksenobiyotiklerin detoksifikasyonu dahil olmak üzere çeşitli fizyolojik süreçlerde merkezi bir rol oynar (Zagorchev ve ark, 2013). Bir oksidan olarak Glutatyon, hem enzimatik olarak hem de enzimatik olmayan olarak dehidroaskorbatı (DHA) azaltmak için kullanımda işlev görür ve glutatyon disülfide (GSSG) oksitlenir (Das ve Roychoudhury, 2014).

2.3. Fitohormonal Düzenleme

Çevredeki sürekli değişen stres koşullarına dayanmak için bitkiler, fitohormon aracılı stres tolerans mekanizmaları geliştirmiştir (Vishwakarma ve ark., 2017). Fitohormonlar, bitkinin büyüme ve gelişme adaptasyonunu düzenleyerek tuz stresine karşı bitki tepkisinde çok önemli bir rol oynar. Fitohormonlar, tuz stresi sinyal algısına ve savunma sistemi aracılığına büyük katkı sağlar. Dokuz bitki hormonu iyi karakterize edilmiştir ve iki gruba ayrılır. Bunlar büyümeyi teşvik eden hormonlar ve stres tepkisi hormonlarıdır (Yu ve ark., 2020).

Büyüme destekleyici hormonlar oksin, gibberellin (GA), sitokininler (CK'ler), brassinosteroidler (BR'ler) ve strigolaktonlardan (SL'ler) oluşur. SL'ler ve BR'ler gibi bazı büyüme teşvik hormonları da stres yanıtında rol oynayabilir (Yu ve ark., 2020). Stres tepki hormonları absisik asit (ABA), etilen, salisilik asit (SA) ve jasmonik asit (JA) içerir. Bu hormonların birbirleri ile etkileşimi ve kombinasyonu tuz stresine toleransı artırmada önemlidir.

Toksik iyonların daha yüksek konsantrasyonları, giberellinler, oksinler ve sitokinin gibi bitki hormonlarının seviyeleri ile negatif ilişkilidir ve absisik asit seviyesi ile pozitif olarak ilişkilidir (Barnawal ve ark., 2016). Tuz stresi altındaki bitkilere eksojen bitki hormonu uygulamasının, tuzluluğun morfolojik (yaprak alanı, kuru ağırlık), fizyolojik (klorofil içeriği, stoma iletkenliği, fotosentetik hız) ve mahsullerin verim özellikleri üzerindeki olumsuz etkilerini hafiflettiği bulunmuştur (Khan ve ark., 2019).

Absisik asit (ABA) ve etilen, stres koşulları altında sinyalleşmede rol oynar. Tuzlu koşullarda bitki hücrelerinde ABA konsantrasyonunda bir artış bildirilmiştir (Sharma ve ark., 2013). Kök bölgesindeki su eksikliği köklerde ABA oluşumuna neden olur ve sürgünlere ABA taşınması ksilem vasıtasıyla olur. Ksilem özsuyunun pH'ındaki artış, ABA'nın koruyucu hücrelere taşınmasını arttırır, burada Ca^{2+} iyonlarının katılımıyla stoma açılıp kapanmasını düzenler (Shahid ve ark., 2019). ABA düzeylerindeki değişiklikler, stomaların açılıp kapanmasındaki bozulma yoluyla dolaylı olarak fotosentezi etkiler. Bitki hücresinin fotosentetik verimliliği, translokasyonun deregülasyonu ve fotosentatların bölünmesini özümseme ile birlikte azalır (Shahid ve ark., 2019). Salisilik asit ise stres yaşayan bitkilerde, bitkinin stresli ortama uyum sağlaması için sinyal vererek savunmacı bir rol sergilemektedir (Qayyum ve ark., 2007).

Brassinosteroidler (BR'ler), hücre büyümesi ve gelişimi, çiçeklenme ve meyve verme (Nolan ve ark., 2020) ve bitki stres toleransı dahil olmak üzere çeşitli fizyolojik süreçlere aracılık eden steroidal hormonlardır. Tuz stresi yaşayan tohumların çimlenmesini iyileştirir (Hairat ve Khurana, 2015). Tuz stresi altında, iyon homeostazını koruyarak ve ozmoregülasyon yoluyla bitki stres toleransını arttırmak için BR'lerin biyosentezi arttırılır. Eksojen BR uygulaması, ROS üretimini azaltır, ozmotik düzenlemeyi ve iyonik homeostazını geliştirir, strese duyarlı genlerin ekspresyonunu indükler ve strese duyarlı proteinlerde translasyonel değişikliklere neden olur (Su ve ark., 2020; Zhao ve ark., 2021). Bitkinin yeşil pigmentlerini korumasına yardımcı olur ve nitrat redüktaz aktivitesini (Gruszka ve ark., 2016) ve nitrojen sabitleme kabiliyetini, kuru madde birikimini ve tohum verimini (Hasan ve ark., 2008) arttırır. Ayrıca, membran stabilite indeksinin ve yaprak su potansiyelinin geliştirilmesine, antioksidan enzim ve prolin içeriğinin artmasına (Khan ve ark., 2016), pigment

seviyelerinin artmasına ve fotosentetik işlemlerin korunmasına (White ve Broadley 2001) katkı sağlamaktadır. Tuzluluk etkilerini azaltmak için eksojen olarak uygulanan brassinosteroidlerin etkinliği, bitki türlerine, uygun büyüme aşamasına, doza, sıklığa ve brassinosteroid uygulama yöntemine göre değişir (Khelil ve ark., 2007). BR uygulamasının aynı zamanda iklim koşullarına (özellikle sıcaklık ve ışık süresi) ve uygulanan gübrelere göre de değiştiği bildirilmiştir (Pierik ve ark., 2014).

2.4. Hücre Duvarı Düzenlemesi

Tuz stresi, hücre genişlemesini ve bölünmesini baskılayarak bitki büyümesini ve gelişmesini engeller. Hücre duvarı, hücre şeklini ve işlevini belirlemek için önemli bir faktördür ve tuz stresine karşı ilk savunma katmanıdır (Van ve Zhang, 2020). Tuz stresi, bitki hücrelerinde su eksikliğine neden olarak hücre turgor basıncında değişikliklere neden olur. Hücre duvarı, bu hücre turgor değişikliklerine dayanacak mekanik güç sağlar (Monniaux ve Hay, 2016).

Hücre duvarı, selüloz, pektin ve lignin dahil olmak üzere karmaşık bir polisakkarit ağından oluşur. Sekonder hücre duvarları selüloz, hemiselüloz, lignin ve diğer bitki biyokütlesinden oluşur ve ksilem, lifler ve anter hücrelerinde dağıtılır. Hücre duvarı bileşenlerinin sentezi, tuz stresi altında karmaşık transkripsiyonel mekanizmalar tarafından düzenlenir (Zhong ve ark., 2010). Hücre duvarı sentezi fitohormonlar, özellikle ABA tarafından sıkı bir şekilde düzenlenir. Hem ABA sentezi hem de sinyalleme, ikincil hücre duvarı kalınlaşması ve lignifikasyonunda rol oynar (Endler, 2011; Wang ve ark., 2020).

2.5. Kök Apoplastik Bariyerleri

Bitkilerde kök, su ve besin maddelerinin alınımı sağlayan, ksilem damarları ile besin maddelerini hava dokulara taşınmasını sağlayan hayati bir organdır. Dolayısıyla bitki strese maruz kaldığında bunu ilk algılayan ve strese ilk tepki veren organdır. Tepkiyi, anatomilerini değiştirmek suretiyle zararlı olan maddeleri engelleyerek veya bunlara karşı koyarak gösterebilir. Özellikle, korteksi merkezi silindirden ayıran endodermis, kaspari şeridi ve süberin lamellerinin kombinasyonundan oluşan "apoplastik bariyerler" olarak adlandırılan spesifik duvar modifikasyonlarının gelişimi ile karakterize edilir (Wang ve ark., 2011). Tuz stresi esnasında kök sisteminin hücre duvarında kütin ve süberin gibi polimerler birikmektedir. Sadece tuz stresinde değil aynı zamanda ağır metal ve kuraklık stresi koşullarında da bitki köklerinde apoplastik bariyerlerin oluştuğu çeşitli çalışmalarla belirlenmiştir (Jain ve ark., 2001; Rossi ve ark., 2015).

SONUÇ

Abiyotik stresler, dünya çapında gıda üretimi için temel bir kısıtlamadır. Tuzluluk, kuraklıktan sonra, abiyotik stres faktörlerinin en önemli bileşenidir ve ekilebilir arazilerin bozulmasının yanı sıra mahsul veriminde büyük kayıplara neden olur. Yine de bitkiler tuz stresinden etkilenen topraklarda yüksek tuz birikiminin zararlı etkilerine karşı ani bir tepki gösterir. Bu tepkiler biyokimyasal düzeyde; oksidatif stresin oluşması, metabolizma değişimi, kökten yüksek Na taşınımı, düşük K, Zn ve P alınımı şeklinde olmaktadır. Bu değişikliklerin fizyolojik açıdan oluşturduğu tepkiler ise; fotosentez inhibisyonu, stoma kapanması, azalmış su içeriği, daha yüksek ozmolit konsantrasyonu ve daha düşük ozmotik potansiyelin oluşması olmaktadır. Morfolojik olarak gözlemlenen değişiklerin ise zayıf kök büyümesi, yaprak kıvrılması, yaprak kardeşlenmesi, kloroz oluşumu, yaprak yanıklığı ve bodur bitki büyümesi olmakla birlikte biyokütle ve tane verimi üzerine olan etkileri, çiçek kısırlığı, çiçek sayısında azalma, tane ağırlığında azalma, tane veriminde azalma ve hasat indeksi şeklinde devam etmektedir. Tuz stresine karşı bu fizyolojik ve biyokimyasal tepkilerin altında yatan mekanizmaların çözülmesi, tarımsal ürün verimini artırmak için değerli stratejiler sağlayabilecektir.

KAYNAKLAR

1. Adabnejad, H., Kavousi, H.R., Hamidi, H., Tavassolian, I. 2015. Assessment of the vacuolar Na+/H+ antiporter (NHX1) transcriptional changes in *Leptochloa fusca* L. in response to salt and cadmium stresses. Mol. Biol. Res. Commun., 4: 133–142.
2. Akbari, A., Gharanjik, S., Koobaz, P., Sadeghi, A. 2020. Plant growth promoting Streptomyces strains are selectively interacting with the wheat cultivars especially in saline conditions. Heliyon, 6(2): e03445.
3. Akhtar, M., Hussain, F., Ashraf, M.Y., Qureshi, T.M., Akhter, J., Awan, A.R. 2012. Influence of salinity on nitrogen transformations in soil. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 43: 1674–1683.
4. Al-Harbi, A.R., Wahb-Allah, M.A., Abu-Muriefah, S.S. 2008. Salinity and nitrogen level affects germination, emergence, and seedling growth of tomato. Int. J. Veg. Sci. 14: 380–392.
5. Alizadeh, F., Bolhassani, A., Khavari, A., Bathaie, S. Z., Naji, T., Bidgoli, S. A. 2014. Retinoids and their biological effects against cancer. International immunopharmacology, 18(1): 43-49.
6. Barnawal, D., Bharti, N., Tripathi, A., Pandey, S.S., Chanotiya, C.S., Kalra, A. 2015. ACC-deaminase-producing endophyte Brachybacterium paraconglomeratum strain SMR20 ameliorates Chlorophytum salinity stress via altering phytohormone generation. J. Plant Growth Reg. 35: 553–564.
7. Biczak, R. 2016. Quaternary ammonium salts with tetrafluoroborate anion: Phytotoxicity and oxidative stress in terrestrial plants. Journal of hazardous materials, 304: 173-185.
8. Blokhina, O., Virolainen, E., Fagerstedt, K.V. 2003. Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: A review. Ann. Bot. 91: 79–194.
9. Boguszewska, D., Zagdańska, B. 2012. ROS as signaling molecules and enzymes of plant response to unfavorable environmental conditions. Oxidative stress–molecular mechanisms and biological effects. Rijeka, Croatia: InTech, 341-362.
10. Cardeñosa, V., Medrano, E., Lorenzo, P., Sánchez-Guerrero, M.C., Cuevas, F., Pradas, I., Moreno-Rojas, J.M. 2015. Effects of salinity and nitrogen supply on the quality and health-related compounds of strawberry fruits (Fragaria× ananassa cv. Primoris). J. Sci. Food Agric. 95: 2924–2930.
11. Carocho, M., Ferreira, I. C. 2013. A review on antioxidants, prooxidants and related controversy: Natural and synthetic compounds, screening and

analysis methodologies and future perspectives. Food and chemical toxicology, 51: 15-25.
12. Chen, L., Hu, J. Y., Wang, S. Q. 2012. The role of antioxidants in photoprotection: a critical review. Journal of the American Academy of Dermatology, 67(5): 1013-1024.
13. Chen, W., Hou, Z., Wu, L., Liang, Y., Wei, C. 2010. Effects of salinity and nitrogen on cotton growth in arid environment. Plant Soil. 326: 61–73.
14. Das, K., Roychoudhury, A. 2014. Reactive oxygen species (ROS) and response of antioxidants as ROS-scavengers during environmental stress in plants. Frontiers in environmental science, 2: 53.
15. Del Buono, D., Regni, L., Pino, A.M.D., Bartucca, M.L., Palmerini, C.A., Proietti, P. 2021. Effects of megafol on the olive cultivar 'Arbequina' grown under severe saline stress in terms of physiological traits, oxidative stress, antioxidant defenses, and cytosolic Ca^2. Front. Plant Sci. 11: 12.
16. Elrys, A.S., Abdo, A.I.E., Abdel-Hamed, E.M.W., Desoky, E.-S.M. 2020. Integrative application of licorice root extract or lipoic acid with fulvic acid ımproves wheat production and defenses under salt stress conditions. Ecotoxicol. Environ. Saf. 190: 110144.
17. Endler, A., Persson, S. 2011. Cellulose synthases and synthesis in Arabidopsis. Mol. Plant, 4: 199–211.
18. Garg, N., Chandel, S. 2011. The effects of salinity on nitrogen fixation and trehalose metabolism in mycorrhizal *Cajanus cajan* (L.) millsp. plants. J. Plant Growth Reg. 30: 490–503.
19. Gong, Z. 2021. Plant abiotic stress: New insights into the factors that activate and modulate plant responses. J. Integr. Plant Biol. 63: 429–430.
20. Gruszka, D., Janeczko, A., Dziurka, M., Pociecha, E., Oklestkova, J., Szarejko, I. 2016. Barley brassinosteroid mutants provide an ınsight into phytohormonal homeostasis in plant reaction to drought stress. Front. Plant Sci. 7: 1824.
21. Hairat, S., Khurana, P. 2015. Improving photosynthetic responses during recovery from heat treatments with brassinosteroid and calcium chloride in Indian bread wheat cultivars. Am. J. Plant Sci. 6: 1827–1849.
22. Hasan, S.A., Hayat, S., Ali, B.B., Ahmad, A. 2008. 28-Homobrassinolide protects chickpea (*Cicer arietinum*) from cadmium toxicity by stimulating antioxidants. Environ. Pollut. 151: 60–66.
23. Hazell, P.B.R., Wood, S. 2007. Drivers of change in global agriculture. Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci. 363: 495–515.

24. Hernandez, J.A., Almansa, M.S. 2002. Short term effects of salt stress on antioxidant systems and leaf water relations of pea leaves. Physiol. Plant. 115: 251–257.
25. Horie, T., Karahara, I., Katsuhara, M. 2012. Salinity tolerance mechanisms in glycophytes: An overview with the central focus on rice plants. Rice, 5: 1–18.
26. Hura, T., Szewczyk-Taranek, B., Hura, K., Nowak, K., Pawłowska, B. 2017. Physiological responses of *Rosa rubiginosa* to saline environment. Water Air Soil Pollut. 228: 81.
27. Jain, M., Mathur, G., Koul, S., Sarin, N. 2001. Ameliorative effects of proline on salt induced lipid peroxidation in cell lines of groundnut (*Arachis hypogea* L.). Plant Cell Rep. 20: 463–468.
28. Khan, H. A., Siddique, K. H., Colmer, T. D. 2016. Salt sensitivity in chickpea is determined by sodium toxicity. Planta, 244(3): 623-637.
29. Khan, N., Bano, A. 2018. Effects of exogenously applied salicylic acid and putrescine alone and in combination with rhizobacteria on the phytoremediation of heavy metals and chickpea growth in sandy soil. Int. J. Phytoremed. 16: 405–414.
30. Khan, N., Bano, A., Babar, M.A. 2019. The stimulatory effects of plant growth promoting rhizobacteria and plant growth regulators on wheat physiology grown in sandy soil. Arch. Microbiol. 201: 769–785.
31. Khelil, A., Menu, T., Ricard, B. 2007. Adaptive response to salt involving carbohydrate metabolism in leaves of a salt-sensitive tomato cultivars. Plant Physiol. Biochem. 45: 551–559.
32. Koksal, N., Alkan-Torun, A., Kulahlioglu, I., Ertargin, E., Karalar, E. 2016. Ion uptake of marigold under saline growth conditions. Springer Plus. 5: 139.
33. Kosová, K., Vítámvás, P., Urban, M.O., Prášil, I.T. 2013. Plant proteome responses to salinity stress–comparison of glycophytes and halophytes. Funct. Plant Biol. 23: 775–786.
34. Li, L., Zhang, H., Zhang, L., Zhou, Y., Yang, R., Ding, C., Wang, X. 2014. The physiological response of *Artemisia annua* L. to salt stress and salicylic acid treatment. Physiol. Mol. Biol. Plants, 20: 161–169.
35. Machado, R., Serralheiro, R. 2017. Soil salinity: Effect on vegetable crop growth. Management practices to prevent and mitigate soil salinization. Horticulturae, 3(2): 30.
36. Mahmud, S., Sharmin, S., Chowdhury, B.L., Hossain, M.A. 2017. Research Article Effect of Salinity and Alleviating Role of Methyl Jasmonate in Some Rice Varieties. Asian J. Plant Sci. 16: 87–93.

37. Manaa, A., Ben Ahmed, H., Valot, B., Bouchet, J.P., Aschi-Smiti, S., Causse, M., Faurobert, M. 2011. Salt and genotype impact on plant physiology and root proteome variations in tomato. J. Exp. Bot. 62: 2797–2813.
38. Mehmood, A., Hussain, A., Irshad, M., Hamayun, M., Iqbal, A., Khan, N. 2019. In vitro production of IAA by endophytic fungus Aspergillus awamori and its growth promoting activities in *Zea mays*. Symbiosis, 77: 225–235.
39. Min, W., Guo, H., Zhang, W., Zhou, G., Ma, L., Ye, J., Liang, Y., Hou, Z. 2016. Response of soil microbial community and diversity to increasing water salinity and nitrogen fertilization rate in an arid soil. Acta Agric. Scand. Sect. B Soil Plant. Sci. 66: 117–126.
40. Monniaux, M., Hay, A. 2016. Cells, walls, and endless forms. Curr. Opin. Plant Biol. 34: 114–121.
41. Mukhopadhyay, R., Sarkar, B., Jat, H.S., Sharma, P.C., Bolan, N.S. 2021. Soil salinity under climate change: Challenges for sustainable agriculture and food security. J. Environ. Manag. 280: 111736.
42. Nath, M., Bhatt, D., Bhatt, M. D., Prasad, R., Tuteja, N. 2018. Microbe-mediated enhancement of nitrogen and phosphorus content for crop improvement. In Crop improvement through microbial biotechnology, 293-304, Springer.
43. Nath, M., Bhatt, D., Prasad, R., Tuteja, N. 2017. Reactive oxygen species (ROS) metabolism and signaling in plant-mycorrhizal association under biotic and abiotic stress conditions. In Mycorrhiza-eco-physiology, secondary metabolites, nanomaterials, 223-232, Springer, Cham.
44. Nolan, T.M., Vukašinović, N., Liu, D., Russinova, E., Yin, Y. 2020. Brassinosteroids: Multidimensional regulators of plant growth, development, and stress responses. Plant Cell, 32: 295–318.
45. Pal, D., Khozin-Goldberg, I., Cohen, Z., Boussiba, S. 2011. The effect of light, salinity, and nitrogen availability on lipid production by *Nannochloropsis* sp. Appl. Microbiol. Biotech. 90: 1429–1441.
46. Pandey, M., Srivastava, A.K., D'Souza, S.F., Penna, S. 2013. Thiourea, a ROS scavenger, regulates source-to-sink relationship to enhance crop yield and oil content in *Brassica juncea* (L.). PLoS ONE, 8: e73921.
47. Park, H. J., Kim, W. Y., Yun, D. J. 2016. A new insight of salt stress signaling in plant. Molecules and cells, 39(6): 447.
48. Park, H. J., Kim, W. Y., Yun, D. J. 2013. A role for GIGANTEA: keeping the balance between flowering and salinity stress tolerance. Plant Signaling & Behavior, 8(7): e24820.

49. Pierik, R., Christa, T. 2014. The art of being flexible: how to escape from shade, salt, and drought. Top. Rev. Plast. 166: 5–22.
50. Qayyum, B., Shabbaz, M., Akram, N.A. 2007. Interachive effect of foliar application of 24—Epibrassinolide and root zone salinity on morpho – physiological attributes of wheat (*Triticum aestivum* L.). Int. J. Agric. Biol. 9: 584–589.
51. Rossi, L., Francini, A., Minnocci, A., Sebastiani, L. 2015. Salt stress modifies apoplastic barriers in olive (*Olea europaea* L.): A comparison between a salt-tolerant and a salt-sensitive cultivar. Sci. Hortic. 192: 38–46.
52. Saha, J., Brauer, E.K., Sengupta, A., Popescu, S.C., Gupta, K., Gupta, B. 2015. Polyamines as redox homeostasis regulators during salt stress in plants. Front. Environ. Sci. 3: 21.
53. Savary, S., Akter, S., Almekinders, C., Harris, J., Korsten, L., Rötter, R., Waddington, S., Watson, D. 2020. Mapping disruption and resilience mechanisms in food systems. Food Secur. 12: 695–717.
54. Semida, W.M., Abd El-Mageed, T.A., Hemida, K., Rady, M.M. 2019. Natural bee-honey based biostimulants confer salt tolerance in onion via modulation of the antioxidant defence system. J. Hortic. Sci. Biotechnol. 94: 632–642.
55. Shahid, M.A., Sarkhosh, A., Khan, N., Balal, R.M., Ali, S., Rossi, L., Gomez, C., Mattson, N., Nasim, W., Garcia-Sanchez, F. 2020. Insights into the physiological and biochemical ımpacts of salt stress on plant growth and development. Agronomy, 10(7): 938, https://doi.org/10.3390/agronomy10070938.
56. Shahid, M.A., Balal, R.M., Khan, N., Simón-Grao, S., Alfosea-Simón, M., Cámara-Zapata, J.M., Mattson, N.S., Garcia-Sanchez, F. 2019. Rootstocks influence the salt tolerance of Kinnow mandarin trees by altering the antioxidant defense system, osmolyte concentration, and toxic ion accumulation. Sci. Hortic. 10: 1.
57. Shanker, A., Venkateswarlu, B. 2011. Abiotic Stress in Plants: Mechanisms and Adaptations. BoD–Books on Demand, IntechOpen: Norderstedt, Germany, 22.
58. Sharma, I., Ching, E., Saini, S., Bhardwaj, R., Pati, P.K. 2013. Exogenous application of brassinosteroid offers tolerance to salinity by altering stress responses in rice variety *Pusa basmati*-L. Plant Physiol. Biochem. 69: 17–26.

59. Sharma, P., Jha, A. B., Dubey, R. S., Pessarakli, M. 2012. Reactive oxygen species, oxidative damage, and antioxidative defense mechanism in plants under stressful conditions. Journal of botany.
60. Sharoni, Y., Linnewiel-Hermoni, K., Khanin, M., Salman, H., Veprik, A., Danilenko, M., Levy, J. 2012. Carotenoids and apocarotenoids in cellular signaling related to cancer: A review. Molecular nutrition & food research, 56(2): 259-269.
61. Su, T., Li, X., Yang, M., Shao, Q., Zhao, Y., Ma, C., Wang, P. 2020. Autophagy: An intracellular degradation pathway regulating plant survival and stress response. Front. Plant Sci. 11: 164.
62. Van Zelm, E., Zhang, Y., Testerink, C. 2020. Salt tolerance mechanisms of plants. Ann. Rev. Plant Biol. 71: 403–433.
63. Vishwakarma, K., Upadhyay, N., Kumar, N., Yadav, G., Singh, J., Mishra, R.K., Sharma, S. 2017. Abscisic acid signaling and abiotic stress tolerance in plants: a review on current knowledge and future prospects. Front. Plant Sci. 8: 161.
64. Wang, H., Wu, Z., Chen, Y., Yang, C., Shi, D. 2011. Effects of salt and alkali stresses on growth and ion balance in rice (*Oryza sativa* L.). Plant Soil Environ. 8: 286–294.
65. Wang, L., Hart, B.E., Khan, G.A., Cruz, E.R., Persson, S., Wallace, I.S. 2020. Associations between phytohormones and cellulose biosynthesis in land plants. Ann. Bot. 126: 807–824.
66. Wang, P., Yin, L., Liang, D., Li, C., Ma, F., Yue, Z. 2012a. Delayed senescence of apple leaves by exogenous melatonin treatment: toward regulating the ascorbate–glutathione cycle. Journal of pineal research, 53(1): 11-20.
67. Wang, Y., Yang, J., Yi, J. 2012b. Redox sensing by proteins: oxidative modifications on cysteines and the consequent events. Antioxidants & redox signaling, 16(7): 649-657.
68. White, P.J., Broadley, M.R. 2001. Chloride in soil and its uptake and movement within the plant. A review. Ann. Bot. 88: 967–988.
69. Xia, X.J., Gao, C.J., Song, L.X., Zhou, Y.H., Shi, K.A.I., Yu, J.Q. 2014. Role of H_2O_2 dynamics in brassinosteroid-induced stomatal closure and opening in S olanum lycopersicum. Plant Cell Environ. 37: 2036–2050.
70. Yang, Y., Guo, Y. 2017. Elucidating the molecular mechanisms mediating plant salt-stress responses. New Phytol. 217: 523–539.
71. Yu, Z., Duan, X., Luo, L., Dai, S., Ding, Z., Xia, G. 2020. How plant hormones mediate salt stress responses. Trends Plant Sci. 25: 1117–1130.

72. Zagorchev, L., Seal, C. E., Kranner, I., Odjakova, M. 2013. A central role for thiols in plant tolerance to abiotic stress. International journal of molecular sciences, 14(4): 7405-7432.
73. Zhao, S., Zhang, Q., Liu, M., Zhou, H., Ma, C., Wang, P. 2021. Regulation of plant responses to salt stress. International Journal of Molecular Sciences, 22(9): 4609.
74. Zhong, R., Lee, C., Ye, Z.H. 2010. Evolutionary conservation of the transcriptional network regulating secondary cell wall biosynthesis. Trends Plant Sci. 15: 625–632.

FLOW SİTOMETRİ VE TARIMSAL ARAŞTIRMALARDA KULLANIMI

Gülsemin SAVAŞ TUNA[1],
Metin TUNA[2,]

[1] Dr. Gülsemin SAVAŞ TUNA, Tekirdağ Anadolu Lisesi, 59100, Süleymanpaşa- Tekirdağ , ORCID: 0000-0003-2089-2790
[2] Prof. Dr. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 59030, Süleymanpaşa- Tekirdağ, ORCID: 0000-0003-4841-8871

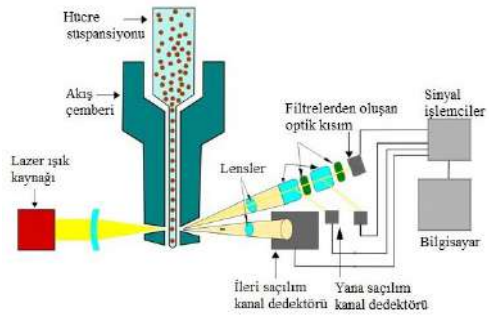
1. Giriş

Flow sitometri, süspansiyon halindeki hücre veya benzeri partiküllerin sıvı bir akış sistemi içerisinden tek tek geçerken optik özelliklerine göre analiz edildiği bir metottur. Bu metot ilk defa Wallace H. Coulter tarafından otomatik kan hücresi sayım ve analiz cihazı (High speed automatic blood cell counter and cell size analyzer) başlığıyla yayınlanmış bir makale ile 1956 yılında tıp camiasına duyurulmuştur (Coulter, 1956). Metot önceleri kan hücrelerinin sayımı ve boyutlarının belirlenmesinde kullanılırken, teknolojik ilerlemeler ve yeni florasan boyaların geliştirilmesi ile flow sitometri bu gün tıp ve yaşam bilimlerinde vazgeçilmez bir araştırma yöntemi haline gelmiştir.

2. Flow Sitometri Cihazının Temel Bileşenleri

Flow sitometri 4 ana kısımdan oluşmaktadır (Şekil 1).

1-Akış Sistemi: Konik yapıda olan bir merkezi kanal (akış çemberi) ve içerisindeki sheath fluid adı verilen özel bir sıvıdan oluşur. İncelenen örneği cihaza taşıyan sistem olup özel dizaynı sayesinde örnek akış sisteminde ilerledikçe artan basınçtan dolayı içerisindeki partiküllerin lazer ışığı önünden tek sıra halinde (hidro dinamik odaklanma) geçmeleri sağlanmaktadır.



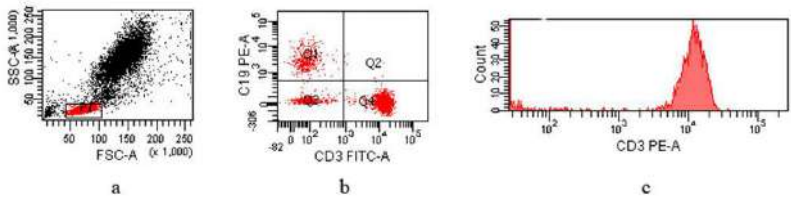
Şekil 1. Flow sitometrinin şematik görünümü

2-Optik sistem: Işık kaynağı ve optik filtrelerden oluşmaktadır. Başlangıçta flow sitometrilerde ışık kaynağı olarak civa lambaları kullanılmakta iken, bugün modern flow sitometrilerin çoğunda tek bir dalga boyunda (monochromatic light) ışık veren laser ışık kaynakları kullanıldığı için filtrelere gereksinim bulunmamaktadır. Ancak ışık kaynağı olarak geniş bir dalga boyu aralığında ışık yayan ion lazeri veya arc lambasına sahip flow sitometrilerde uygun dalga boyunda ışığı elde etmek için renkli cam veya interference filtreler kullanılmaktadır.

3-**Elektronik sistem:** İncelenen örnekteki partiküller lazer önünden geçtikten sonra bünyesinde bulunan fluorokrom aktive olur ve partikül florasan

ışını yayar. Yayılan fotonlar filtreler aracılığıyla sahip oldukları enerji seviyelerine göre ayrıştırılır ve uygun ayırıcı fotodedektöre yönlendirilirler. Dedektörler foton alıp elektron verirler. Bu işlem esnasında üretilen elektrik akımı dijitale dönüştürülerek cihaza bağlı olan bilgisayarda kaydedilir. Flow sitometrilerde fotodiyot ve fotomultiplier tüp (PMT) olmak üzere başlıca 2 farklı tip fotodedektör kullanılmaktadır.

4-Bilgisayar donanımı ve yazılımı: Sinyaller toplanıp, filtrelerden geçirilip dijitale dönüştürüldükten sonra bu bilgiler bilgisayara aktarılır ve Flow Cytometer Standard (FCS) adı verilen formatta depolanır (Şekil 2a). Flow sitometri metodunda örneğin içerdiği her bir partikül için multiparametrik bir analiz yapılır. Hücreler analiz edilirken bilgisayarda toplanan veriler nokta alan (dot blot) (Şekil 2b) veya histogram (Şekil 2c) gibi farklı grafikler kullanılarak ifade edilir. Histogramlar bir partikül için frekans dağılımını gösterirken nokta alan grafikleri ise iki parametreden elde edilen korelasyonu gösterir. Nokta alan grafiğinde her bir nokta tek bir hücreyi göstermektedir. Çok kısa sürede çok fazla miktarda data toplayan flow sitometrinin temel prensibi; örnekteki her partikülün multivaryete analiz sonucuna göre tek tek teşhis edilmesi ve sınırları belirlenmiş olan bir kategori veya popülasyona dahil edilmesidir.

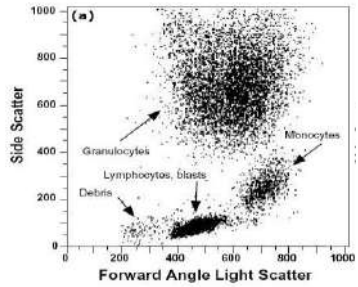


Şekil 2: Flow sitometride verilerin analizi a) FSC/SSC grafiğinde lenfositlerin kapılanması (gating) b) Dot blot grafiğinde, CD3 FITC/CD19 PE florokromlarıyla boyanmış lenfositlerin görünümleri c) Histogram grafiğinde CD3+ T hücrelerinin floresanyoğunluğu

3. Örnek İçerisindeki Hücrelerin Lazer Işığı Önünden Geçişi

Partiküller lazer ışığının önünden geçerken iki olay gerçekleşmektedir. İlk olarak hücrenin büyüklüğü ve yapısına göre ışınlar yayılır. Işık kaynağına hemen hemen paralel olarak yayılan bu ışınlar ileri saçılım kanal dedektörü (FSC: forward scatter channel) ile toplanır ve hücrenin büyüklüğü hakkında bilgi verir. Hücre içerisinden 90 ^{0}C lik açı ile kırılıp yayılan ışınlar yana saçılım kanal dedektörü (SSC: side scatter channel) ile toplanır ve hücrenin granül içeriği ile iç yapısı hakkında bilgi verir. Örrneğin FSC ve SSC kan örneklerinde

lenfosit, monosit ve granülositleri birbirinden ayırmada analizin temelini oluşturur (Şekil 3).

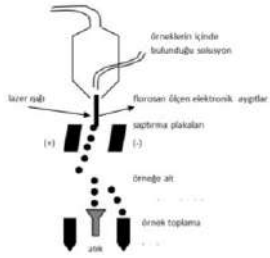


Şekil 3: FSC/SSC grafiğinde lökositlerin hücre büyüklüğü ve granülaritesine göre ayrılması

Diğer olay ise fluorokromlarla boyanmış hücrelerden ışınların yayılmasıdır. Hücrede bulunan bazı spesifik molekülleri boyamak için fluorokrom olarak adlandırılan fluorosen boyalar ile işaretlenmiş antikorlar kullanılmaktadır. Fluorosen boyalar lazer ışınından enerjiyi absorbe edip farklı dalga boylarında yeniden yansıtırlar. Yansıyan farklı dalga boylarındaki ışınlar dedektörler aracılığıyla toplanır ve dijital değerler olarak bilgisayar sistemine aktarılır.

4. Sorting (Sıralama)

Flow sitometrilere ilave edilen bir ünite (ayırma ünitesi) ile örnek içerisindeki partiküller optik özelliklerine göre analiz edildikten sonra istenilen özelliklere sahip olanlar fiziki olarak diğerlerinden ayrılıp toplama kaplarında toplanabilir (Şekil 4). Bu işleme ayırma veya sorting (cell sorting) denir. Mekanik bir cihaz bulunduran veya yüksek hızlı inkjet printerleri için geliştirilmiş olan electrostatic droplet separation teknolojisine sahip iki tipi bulunmaktadır.



Şekil 4. Sortırlı bir flow sitometrinin şematik görünümü

5. Flow Sitometrinin Tarımsal Araştırmalarda Kullanıldığı Alanlar

Bitki hücre ve organellerinin analizinde flow sitometrinin kullanımı yaklaşık 35 yıl kadar önce başlamış olup günden güne yaygınlaşmaktadır. Flow sitometri, bitkilerde geniş kullanım potansiyeline sahip olmasına rağmen en çok çekirdek DNA (nuclear DNA content) analizlerinde kullanılmıştır.

5.1. Çekirdek DNA İçeriği ve İlgili Terimler

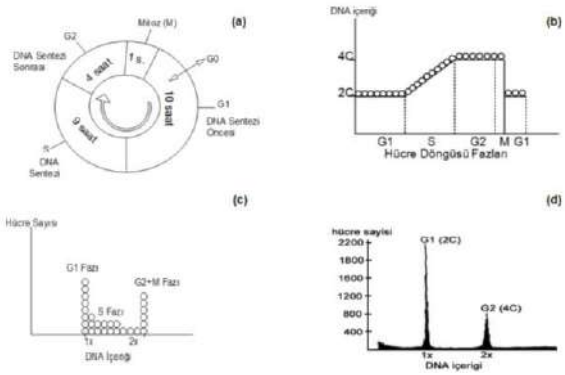
Çekirdek DNA içeriği, genellikle 'C' değeri olarak ölçülür. Bu terim ilk defa Swift (1950) tarafından kromozom sayısı ile meydana gelebilecek karışıklılıkları önlemek için ortaya atılmıştır. Farklı kromozom sayılarına sahip olmalarına rağmen mitozun profaz safhasına (DNA replike olmuş) girmiş olan diploid bir çekirdek (2n = 2x) ile interfaz safhasının henüz başında (DNA replikasyonu henüz başlamamış) olan bir tetraploid (2n = 4x) çekirdeğin her ikisi de aynı miktarda DNA içerirler. Bir genotipin '1C' DNA içeriği sahip olduğu replike olmamış haploid kromozom takımının DNA miktarını, '2C' DNA içeriği ise DNA'sı henüz replike olmamış diploid çekirdeğin DNA içeriğidir. Hücre çekirdeğinin DNA içeriği pikogram (1 pg = 10^{-12} g) veya baz çifti olarak ifade edilir. Çekirdek DNA içeriği baz çifti olarak ifade edildiğinde çekirdeğin sahip olduğu 1C (DNA'sı replike olmamış, haploid) DNA içeriğinin baz çifti sayısını gösterir. Pikogram olarak ifade edilen 1C DNA içeriği 0.985 x 109 işleminin sonucunda elde edilen sayı ile çarpılarak baz çiftine çevrilebilir.

Çekirdek DNA içeriği hem bir bitkinin hücreleri arasında, hemde aynı türün farklı bireyleri arasında değişmeden sabit kalmakta ve bu nedenle türlere özel olmaktadır (Bennett ve Leitch, 1995). Türler arasında ise çekirdek DNA içeriği bakımından önemli düzeyde farklılıklar gözlenmektedir. Bu nedenle, çekirdek DNA içeriği bilgisi taksonomik ve evrim çalışmalarında büyük fayda sağlamaktadır (Rees ve Walters, 1965; Southern, 1967; Price ve Bachmann 1975; Ohri, 1998; Özkan vd., 2003; Savaş Tuna vd., 2019). Bazı araştırma sonuçları ise çekirdek DNA içeriğinin tür düzeyinde sabit olmadığını ve bazı türlere ait farklı çeşit ve populasyonların DNA içerikleri arasında farklılıkların bulunduğunu göstermektedir (Cavallini vd.,1993; Graham vd., 1994; Singh vd., 1996). Ancak farklı laboratuarlarda aynı materyaller kullanılarak yapılan analizlerin sonuçları bu sonuçları doğrulamamıştır (Bennett ve Leitch, 1995; Greilhuber ve Obermayer, 1997; Temsch ve Greilhuber, 2000; Bennett, vd., 2000). Bu nedenle Greilhuber (2005) aynı materyal kullanılarak başka laboratuarlar tarafından doğrulanmadıkça bu tür farklılıkların kullanılan metot ve insan hatasından kaynaklanmış olabileceğine dikkat çekmiştir. Bununla birlikte deniz seviyesinden yükseklik ve türler arası çekirdek DNA içeriği arasında ilişki olduğu bazı araştırıcılar tarafından saptanmıştır (Bennett ve

Smith, 1976; Levin ve Funderburg, 1979; Knight vd., 2005; Savaş Tuna vd., 2019; Savaş Tuna vd., 2020). Bu yüzden türler içerisinde de benzer ilişkilerin varlığı olasıdır (Reeves vd., 1998; Kalendar vd., 2000). Murray, (2005) yeni türlerin oluşumunda çekirdek DNA içeriğinin bitki morfolojisinden daha önce farklılaştığını bu yüzden de, eğer bir tür içerisinde çekirdek DNA içeriği farklılığı belirlenmişse bunun tür içerisinde taksonomik çeşitliliğin ve yeni bir tür oluşum sürecinin varlığını gösteren bir belirti olabileceğini açıklamıştır.

Çekirdek DNA içeriği analizlerinde flow sitometri tercih edilen bir metottur. Çünkü diğer metotlara (kimyasal analiz, mikrodensitometri..) göre daha yüksek hız ve hassasiyete sahiptir. Şu ana kadar DNA içeriği belirlenmiş angiospermler arasında yer alan türlerin çekirdek 1C DNA içerikleri 0.2 pg (*Arabidopsis thaliana*) ile 127.4 pg (*Fritillaria assyriaca*) arasında değişmektedir (Bennett ve Smith, 1976, 1991).

Çekirdeğin DNA içeriği, hücre döngüsünün DNA sentez (S fazı) fazı başlangıcında artmaya başlar ve sonunda çekirdeğin DNA içeriği 2 katına çıkar (Şekil 5a ve b). Aynı genomlara sahip olmak koşuluyla bir çekirdeğin DNA içeriği ile ploidy düzeyi arasında sıkı bir ilişki vardır. Çekirdeğin ploidy düzeyi arttıkça DNA içeriği de doğru orantılı olarak artmaktadır. Flow sitometri ile çekirdek DNA içeriğinin belirlenebilmesi için hücre çekirdeklerinin uygun bir metot ile izole edilmesi gerekmektedir



Şekil 5. Hücre döngüsü fazları ve DNA içerikleri: (**a**) hücre döngüsü, (**b**) hücre döngüsünün fazlarına göre çekirdeğin DNA içeriği, (**c**) teorik olarak flow sitometri histogramı, (**d**) Çekirdek DNA'sının flow stometri ile analizi sonucu bilgisayar monitörüne yansıyan histogram (Arumuganathan, 1996'dan değiştirilerek düzenlenmiştir)

5.2. Çekirdek İzolasyonu

Çalışmada ilk olarak hangi dokunun kullanılacağı önemlidir. Çünkü teorik olarak canlı çekirdeğe sahip olan her tip dokuda flow sitometri ile çekirdek DNA analizi yapmak mümkündür. Ancak bazı dokuların içerisinde bulunan florasan inhibitörleri sonuçların kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle bitki flow sitometrisinde bu maddelerin bulunmadığı veya nispeten daha az olduğu genç ve sağlıklı bitkilerin büyümesini tamamlamış taze yaprak dokuları tercih edilir. Kuru tohum ve herbaryum materyeli kullanarak da flow sitometri ile çekirdek DNA analizi yapılabilmektedir (Matzk vd., 2005; Suda ve Travnicek 2006).

Bitki hücreleri hayvan hücrelerine göre daha büyük, şekillerinin dikdörtgen ve hücre duvarına sahip olmaları nedenleriyle flow sitometrik analizler için uygun değillerdir. Bununla birlikte uygun yöntemlerden yararlanarak hücrenin geri kalan kısımlarından ayrılmış çekirdekler flow sitometrik analizler için uygundur. Protokollerde kullanılan bufferler dokulardan yeterli miktarda çekirdek elde etmenin yanında, prosedür süresince çekirdeğin bütünlüğünü sağlamalı, DNA'nın endonükleaz enzimleri ile parçalanmasına müsade etmemeli ve DNA'nın florochromlar ile homojen şekilde boyanmasını sağlamalıdır. Günümüzde bu amaçla kullanılan çok sayıda protokoller bulunmaktadır. Analizlere başlamadan önce analiz edilecek bitki türü için uygun protokol belirlenmelidir. Piyasada bir çok bitki türünde başarı ile kullanılabilen bir ticari kitte bulunmaktadır. Bu protokol diğer protokollere göre çok daha basit ve hızlıdır.

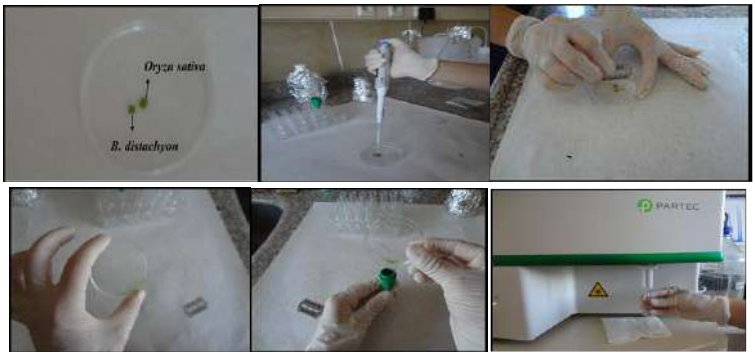
5.2.1. Ticari kit Protokolü

Bitkilerde kullanmak amacıyla geliştirilmiş tek ticari kit olup, protokol kısaca aşağıdaki aşamalardan oluşmaktadır.

-**Solusyonların hazırlanması:** Kit içerisinde izolasyon bufferi, boyama solüsyonu, propidium iodide ve RNAse bulunmaktadır. İzolasyon bufferi kullanılmaya hazırdır. Boyama solüsyonu her örnek için; 2 ml boyama solüsyonu, 6 µl RNAse ve 12 µl PI karıştırılarak kullanılmadan hemen önce hazırlanır.

-Örneğin hazırlanması: Yaklaşık olarak 0.5 cm^2 büyüklüğünde sağlıklı yaprak dokusu petri kabına yerleştirilir ve üzerine 500 µl izolasyon buffer ilave edilir (Şekil 6). Yaprak dokusu keskin jilet ile 30-60 saniye süresince küçük parçalara ayrılana kadar parçalanır. Bu şekilde hazırlanmış örnek petri kabı içerisinde 10-15 saniye çalkalanır. Çalkalama işleminden sonra 30-60 saniye kadar petri kabında bekletilen örnek 30-µm açıklığa sahip filtre ile süzülerek tüp içerisine transfer edilir. Tüp içerisine daha önce hazırlanmış 2ml boyama

solüyonu ilave edilerek ışıksız bir ortamda 30-60 dakika inkübe edilir. Bu sürenin sonunda örnekler flow sitometri cihazı kullanılarak analiz edilir



Sekil 6. Ticari kit kullanılarak örneğin hazırlanması

5.3.Flow Sitometri ile DNA İçeriğinin Ölçülmesi ve Mutlak Değerin Hesaplanması

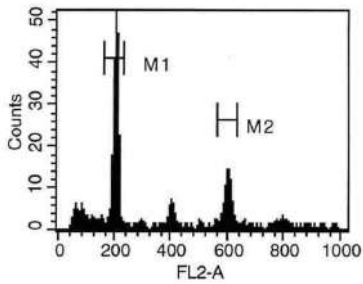
Protokol takip edilerek hazırlanan örnekte, buffer içerisinde bulunan bazı kimyasal maddeler hücrelerin çekirdek zarı üzerinde tahribat yaparak açıklıklar oluşturur. Solusyonun içerdiği Propidium iodide (PI, nükleik asitlere bağlanma özelliğine sahip florasan boya) bu açıklıklardan yararlanarak çekirdek içerisine girer ve nukleik asitlere bağlanır. Çekirdeğin içerisine giren PI miktarı ile çekirdek içerisinde bulunan DNA miktarı doğru orantılıdır. Örnekler içerisinde bulunan hücre çekirdekleri flow sitometri ile yapılan analiz sırasında lazer ışığı önünden geçerken içerdiği PI miktarı ile doğru orantılı olarak florasan ışığı yayar. Yayılan florasanlar cihazın içerisinde bulunan ilgili bölümlerde bir dizi işlemden geçtikten sonra dijital değerlere dönüşür ve bilgisayar monitörüne histogram olarak yansır (Şekil 5d). Histogramın dikey ekseni; analiz edilen hücre sayısını, yatay ekseni ise analiz edilen örneklerin florasan yoğunluğunu göstermektedir. Yatay eksenin sağına doğru gittikçe florasan yoğunluğu artmaktadır. Florasan yoğunluğu dolaylı olarak çekirdek içerisindeki DNA miktarını göstermektedir. Histogramın en solunda bulunan geniş pik büyük ölçüde parçalanmış çekirdek, kromozomlar, plastitler, ve diğer hücre kalıntılarına aittir. Sağlıklı yaprakların dikkatli bir şekilde kıyılması ile bu pik minimize edilebilir. Bu geniş pike ek olarak histogram, birisi daha büyük (yüksek) iki ince pik ve aralarında bir düzlük içermektedir. Histogramın bu şekilde oluşmasının nedeni; örneklerin hazırlandığı dokuyu meydana getiren hücrelerin örnek hazırlama sırasında, hücre döngüsünün değişik aşamalarında bulunmasıdır. Hücrelerin bir kısmı mitoz aşamasından yeni çıkmışken, bir kısmı mitoz aşamasına girmek için son hazırlıklarını yapmaktadır. Hücrelerin

geri kalan kısmı da bu iki aşamanın arasında bulunan S fazı aşamasında bulunmaktadır. Histogramın solunda görülen uzun pik analiz için hazırlanmış örneğin içerisinde bulunan DNA'sı replike edilmemiş hücreleri temsil eder ve G1 piki olarak ifade edilir. Bu piki oluşturan hücreler 2C DNA içeriğine sahiptirler. Histogramın sağında bulunan ve nispeten daha kısa olan pik ise DNA'sı replike edilmiş hücreleri temsil eder ve G2 piki olarak ifade edilir. Bu piki oluşturan hücreler 4C DNA içeriğine sahiptirler. İki pik arasında yer alan aralık ise S fazında olan hücreleri temsil eder. Bu hücrelerde DNA sentezi devam ettiğinden herbiri farklı miktarda çekirdek DNA içeriğine (G1 ile G2 arasında) sahiptirler. Bu nedenle de pik oluşturamayıp yatay eksene paralel bir eğri oluştururlar.

Flow sitometri ile yapılan rutin çekirdek DNA analizlerinde her örnek için yaklaşık 3 ile 10 bin arasında çekirdeğin DNA içeriği belirlenir ve ortalaması analiz edilen örneğin çekirdek DNA içeriği olarak sunulur. Hassas bir analiz için histogram üzerinde bulunan pikler mümkün olduğunca ince ve uzun olmalıdır. Piklerin şekli flow sitometri cihazını kalibre ederek ve örneği dikkatli hazırlayarak iyileştirilebilir. Varyasyon katsayısı (CV) pik genişliğinin istatistiksel ölçümüdür ve florasan boncuklar kullanılarak ölçülmeli ve ayarlanmalıdır. Çekirdek DNA içeriği analizinde güvenli bir yorum için CV değeri %3 veya daha düşük olmalıdır. Bitki örneklerinde %5'e kadar olan CV değerleri kabul edilmektedir.

Bir bitkinin çekirdek DNA içeriği mutlak olarak belirlenmek istenirse, bu bitkinin DNA içeriği, DNA içeriği bilinen bir standart ile kıyaslanır. Standart olarak çekirdek DNA içeriği bilinen bir bitki kullanılacaksa standart bitkinin dokuları da analiz edilecek örneğe ait dokularla birlikte aynı anda hazırlanır. Bu şekilde hazırlanmış bir örnek analiz edildiğinde elde edilecek olan histogram 2 yerine 4 pik içerir (Şekil 7). Bu piklerden ikisi analiz edilen örneğe, diğer ikisi de standart bitkiye aittir. Piklerin hangilerinin örneğe hangilerinin standarda ait olduğunu saptamak için örnek ile standardın dokularından hazırlanmış numuneler önce ayrı olarak analiz edilirler ve piklerin yerleri gözlenir. Bir örneğin mutlak DNA içeriği, örnek ile seçilen standardın G1 piklerinin florasan yoğunluklarına ait değerler kullanılarak aşağıdaki formül aracılığıyla pikogram olarak hesaplanır.

Çekirdek DNA içeriği: [örneğin florasan yoğunluğu (G1 pikinin değeri)] / [standardın florasan yoğunluğu (G1 pikinin değeri)] X standardın pikogram olarak bilinen DNA içeriği



Şekil 7. *Vicia sativa*'nın (adi fiğ) flow analizi sonucu bilgisayar monitörüne yansıyan orjinal histogramın görünüşü (standart olarak arpa (M2) kullanılmıştır).

Şekil 7'de görülen histogramda adi fiğ ile birlikte standart olarak arpa kullanılmıştır. Arpa 10.68 pg DNA içeriğine sahiptir. Histogramda M1 markörünün bulunduğu pik adi fiğ'e, M2 ise arpaya aittir. Markörler pikler üzerine yerleştirildikten sonra kullanılan bilgisayar programı otomatik olarak Tablo 2' de sunulan bilgileri hazırlamaktadır.

Tablo 2. Flow sitometri ile çekirdek DNA analizi sonucu bilgisayar monitörüne histogram şeklinde yansıyan verilerin özel paket program ile elde edilen analiz sonuçları

Marker	Events	Mean
All	1020	325.34
M1	530	**203.07**
M2	214	**596.13**

Bu veriler kullanılarak adi fiğin DNA içeriği aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

Adi fiğin çekirdek DNA içeriği: 203.07 / 596.13 x 10.68 = 3.63 pg

5.4. Standart Seçimi

Flow sitometri ile nispi DNA içeriğini (örneğin, anter kültürü ile elde edilmiş haploid ve diploid bitkilerin kıyaslanması) belirlemek için standarda gereksinim duyulmayabilir. Ancak standart kullanılırsa sonuçlar daha güvenli ve kullanışlı olmaktadır. Bir bitkinin çekirdek DNA içeriği mutlak olarak belirlenmek istenirse; bu bitkinin DNA içeriği DNA içeriği bilinen bir standart ile kıyaslanır. Kuş ve balık kanı, DNA içeriği önceden bilinen bitkilerin hücre çekirdekleri ve florasan boncuklar (beads) yaygın olarak kullanılan standartlardır. Standart ve analiz edilecek örnek boyama koşullarının aynı olması için çekirdek izolasyonu başlangıcında karıştırılmalıdır. Standart seçiminde, seçilecek bitkinin analizlerde sorun yaratan fenolik bileşikler ve florasan inhibitörlerini bünyelerinde bulundurmamasına dikkat edilmelidir.

Ayrıca bitki sitolojik olarak homojen yapıda olmalıdır ki daha sonraki yıllarda yapılacak çalışmalarda da kullanılabilsin. Standart seçiminde dikkat edilmesi gereken diğer önemli bir nokta ise genom hacmidir. Analiz edilecek örnek ile standard olarak kullanılacak bitkinin piklerinin üst üste gelmemesine dikkat edilmeli ve örnek ile seçilecek standardın çekirdek DNA içerikleri arasında en az %20 düzeyinde fark olmalıdır. Bununla birlikte aradaki fark arttıkça hassasiyet azalacağı için fark 3 misliden daha fazla olmamalıdır. Her analiz edilecek tür için uygun standart seçimi analizlere başlamadan önce denenerek saptanmalıdır. Referans olarak kabul görmüş çok sayıda bitki türüne ait standart çeşitler bulunmaktadır (Bennett ve Smith, 1991).

5.5.Florasan Boya seçimi

Flow sitometrik analizlerde, boyama özellikleri ve aktive oldukları dalga boyu farklı olan çeşitli florasan boyalar kullanılmaktadır. Örneğin, Etidium bromide ve Propidium iodide gibi florasan boyalar nükleik asitlerde bazlara bağlanırlar ve florasan yayarlar. Bu iki boya çok düşük oranda baz seçiciliğine sahiptir ve RNA ile DNA'nın her ikisinede bağlanırlar. Bu nedenle hassas bir sonuç elde edebilmek için analiz edilecek örnek RNase ile muamele edilmelidir. DAPİ (4, 6 diamidino-2-phenylindole), Hoechst 33258 ve Hoechst 33342 gibi florasan boyalar bağlanmak için özellikle DNA'nın AT nukleotidlerince zengin olan bölgelerini seçerler. Chromomycin A3 ve mithramycin gibi boyalar ise bağlanmak için DNA'nın özellikle GC nükleotitlerince zengin olan bölgelerini seçer.

Bitki çekirdek DNA analizlerinde genel olarak en çok tercih edilen boyalar DAPİ ve Propidium iodide'dir (Heslop-Harrison ve Schwarzacher, 1996). Dapi nispeten daha ucuz ve çevreye daha duyarlı bir madde olduğu için ploidy analizlerinde kullanır. Ancak genom hacmi belirlemek amacıyla yapılan analizlerde tüm nükleotitlere bağlanma özelliğine sahip olan Propidium iodide kullanılmaktadır.

6. Çekirdek DNA İçeriğinin Kullanım Alanları

6.1. Ploidy analizi: Geleneksel olarak ploidy bitki kök ucu hücrelerinde mitotik kromozomları sayarak belirlenmektedir. Ancak yöntem çok fazla zaman, iş gücü ve yüksek oranda bölünen hücreye gereksinim duymaktadır. Özellikle çok sayıda bitkinin ploidy düzeyinin belirlenmesi gerektiği durumlarda bu yöntem oldukça yetersiz kalmakta, kromozomları küçük veya çok sayıda olan türlerde de yanlış tespitlere neden olabilmektedir. Kromozomlar hücre çekirdeğinde yer almakta ve çekirdek DNA içeriği ile ploidy düzeyi arasında doğru orantılı bir ilişki bulunmaktadır. Bu ilişki gözönünde bulundurularak çekirdek DNA içeriğinin ploidy düzeyi belirlemede kullanılabileceği düşünülmüştür. Çekirdek DNA içeriğini hızlı ve hassas bir

şekilde belirleyen flow sitometri cihazının geliştirilmesini izleyen yıllarda, çekirdek DNA içeriği bir çok araştırıcı tarafından ploidy düzeyinin belirlenmesinde kullanılmıştır (Lu vd., 1998; Johnson vd., 1998; Brummer vd., 1999; Tuna vd., 2001; Tuna vd., 2004; Savaş Tuna vd., 2017, 2019, 2020).

6.2. Ploidy düzeyi stabilitesinin kontrolü: Özellikle tohum endüstrisinde gerek duyulan ploidy karışıklığı veya stabilite testlerinde yüksek hızı, ekonomikliği ve hassasiyeti nedeniyle flow sitometri kullanılabilecek ideal bir metottur. Bu amaçla çok sayıda tek bitkinin dokuları karıştırılarak hazırlanmış örneklerde (De Laat 1987), tohumluklarda istenmeyen ploidy düzeyine sahip bitki oranının çok düşük olduğu durumlarda, yüksek hassasiyet gerektiren tek bitki analizlerinde (Sliwinska ve Steen, 1995), bir merada karışık olarak yetişmekte olan çok yıllık diploid ve tetraploid İngiliz çimi türlerinin oranının belirlenmesinde (Baert vd.,1992), in vitro kültürlerde kullanılmıştır

, 1992; Kreuger

6.3.Haploid ve double haploid hatların üretimi: Double haploidler, bir generasyonda elde edilebilmeleri ve bütün lokuslarda tamamen homozigot olmalarından dolayı, bitki ıslahı programlarında kendileme ile elde edilen hatlara göre avantaj sağlamaktadır. Double haploidler, in vitro koşullarda anter, mikrospor veya ovary kültürlerinden elde edilen haploid bitkilerin kromozom sayılarının katlanmasıyla elde edilmektedir. Fakat bu tür yöntemlerle elde edilmiş bitkilerin hepsi haploid olmayıp içlerinde diploid bitkiler de bulunmaktadır. Bu şekilde doğal olarak meydana gelmiş diploid bitkilerde kromozom katlanmasına gereksinim yoktur. Bu nedenle de kromozom katlama işleminden önce haploid bitkilerin belirlenmesi gereklidir. Flow sitometri hem bu yöntemlerle elde edilmiş çok sayıda bitki örneğinin analizi (Martinez 1994), hem de elde edilmiş olan haploid bitkilerin kromozomlarının iki katına çıkarılmasındaki prosedürlerin optimize edilmesinde başarıyla kullanılmaktadır (Tosca 1995, Tuna vd., 2022).

6.4.Yeni ploidy düzeylerinin belirlenmesi: Bazı kültür türlerinde, ticari çeşitler triploid ploidi (örneğin çekirdeksiz üzüm ve karpuz) düzeyine sahiptir. Arzu edilen ploidi düzeyine sahip bu tür çeşitlerin ıslahı, farklı melezleme stratejilerine dayanır. Bu ıslah programlarında flow sitometri hem anaç bitkilerin, hem de onların melezlerinin ploidi düzeyinin belirlenmesinde rutin olarak kullanılmaktadır (Dolezel, 1997). Kasava ve muz ıslah programlarında ise farklı ploidi düzeyleri kullanılmaktadır (Awoleye vd., 1994; Van Duren vd., 1996).

6.5. Aneuploid bitkilerin belirlenmesi: Bir populasyon içerisinde bulunan aneuploid bitkilerin teşhis edilebilmesi aneuploid bitki ile euploid bitkilerin

çekirdek DNA içeriği farkına bağlıdır. Yeterince farklılığın olduğu durumlarda aneuploid bitkiler flow sitometri metodu kullanarak teşhis edilebilirler (Bashir vd.,1993;Pfosser vd.,1995; Lee vd.,1997).

6.6. Apomiksis: Gametofitik apomiksis, tohum ile üremenin eşeysiz formudur. Ticari çeşitlerde uniformite ve heterosis stabilitesinin korunmasında kullanılabilir olması, apomiksise olan ilgiyi arttırmıştır. Huff ve Bara (1993) ve (Dolezel, 1997) apomiksis çalışmalarından flow sitometriden yararlanmıştır.

6.7.Erken Gelişme dönemlerinde cinsiyet tayini: Bazı bitki türlerinde erkek ve dişi organlar ayrı bitkiler üzerinde bulunmaktadır. Bu tür bitkilerde cinsiyet tayininin, gelişmenin erken dönemlerinde gerçekleştirilebilmesi, bitkilerin üretim ve ıslahında çok önemli bir avantaj sağlamaktadır. Bu nedenle bazı çalışmalarda cinsiyet belirlemede de flow sitometri kullanılmıştır (Dolezel ve Göhde, 1995 ; Siljak–Yakovlev vd.,1996).

6.8.Türler Arası Melezleme: Türler arası melezlemelere bir tür içerisinde eksikliği hissedilen bir karakterin başka türlerden transfer edilmek istenmesinde başvurulmaktadır. Sonuçta elde edilen türler arası hibrit bitkiler anne ve baba bitkilerin sahip oldukları çekirdek DNA içeriğinin ortasında bir DNA içeriğine sahiptirler. Bundan dolayı türler arası melezlemelerde kullanılan anaç bitkilerin DNA içerikleri bir birinden farklı ise, melezlenmeleri sonucu elde edilen türler arası hibrit bitkiler flow sitometri ile belirlenebilmektedir. Rees ve Walter (1965), Afza vd. (1992), Sabharwal ve Dolezel (1993), Keller vd. (1996)'in yapmış olduğu çalışmalar örnek verilebilir.

6.9. Somatik Melezleme: İzole edilmiş farklı iki bitki türüne ait protoplastın birleştirilerek türler arası melez bitki elde edilmesine Somatik Melezleme denir. Uyuşmazlık nedeniyle farklı türlere ait iki bitkinin klasik yöntemler ile başarılı bir şekilde melezlenmesinin mümkün olmadığı durumlarda bu melezleme yöntemine başvurulmaktadır (Afonso vd., 1985).

6.10. Poliploidlerin orijinlendiği diploid türler ile genom yapılarının belirlenmesi: Bir cins içerisinde bulunan diploid ve poliploid türlerin çekirdek DNA içeriklerine ait değerlerinden yararlanarak poliploidlerin progenitörleri ve genom yapıları belirlenebilmektedir. Örneğin, Rees ve Walter (1965) poliploid buğdayların ataları ve genom yapılarını belirlemede türlerin çekirdek DNA içeriklerinden yararlanmış sonuçlar daha sonra başka yöntemler ilede teyit edilmiştir. Yapılan bir başka çalışmada Tuna vd., (2001) çekirdek DNA içeriklerinden yararlanarak poliploid Bromların progenitörleri ve genom yapıları hakkında önerilerde bulunmuşlardır. Bazı çalışmalarda ise allopoliploidleşme ve autopoliploidleşme sırasında çekirdek DNA miktarında meydana gelen değişimler incelemişlerdir (Ozkan ve ark., 2003, 2006)

7. Flow Sitometrinin Bitkilerde Diğer Kullanım Alanları

Bitkilerde Flow sitometrinin kullanıldığı diğer alanlar olarak;

1- Hücre döngüsü analizi

2-AT:GC oranının belirlenmesi

3-Flow karyotipler oluşturulması

4-Kromozom izolasyonu (Sorting) sıralanabilir.

Kaynaklar

1. Afonso, C.L., Harkins, K.R., Thomas-Compron, M.A., Krejci, A.E., Galbraith, D.W. (1985). Selection of somatic hybrid plants in *Nicotiana* through fluorescence activated sorting of protoplasts. Bio/Technology, 3: 811-816.
2. Afza, R., Kamer, D., Dolezel, J., König, J., Van Duren, M., Kahl, G.,Novak, F.J. (1992). The potential of nuclear DNA flow cytometry and DNA fingerprinting for *Musa* improvement programmes. In: B. Wills (ed.), Proc. Int. Symp. Breeding Banana and Plantain for Resistance to Diseases and Pests, Cirad, Montpellier, pp. 65-75.
3. Arumuganathan, K. (1996). Procedure for obtaining nuclei by slicing plant tissues for flow cytometric determination of DNA contents. Flow cytometry course notes. Nebraska State University, USA.
4. Awoleye, F., Van Duren, M., Dolezel, J., Novak, F.J. (1994). Nuclear DNA content and in vitro induced somatic polyploidization cassava (*Manihot esculenta* Crantz) breeding. Euphytica, 76: 195-202.
5. Baert, J., Reheul, D., Vockstaelee, E.V., Loof, A.D. (1992). A rapid method by flow cytometry for estimating persistence of tetraploid perennial ryegrass in pasture mixtures with diploid perennial ryegrass. Biol. Plant., 34: 381-385.
6. Bashir, A., Auger, J.A., Rayburn, A.L. (1993). Flow cytometric DNA analysis of wheat-rye addition lines. Cytometry, 14: 843-847.
7. Bennett, M.D., Johston, S., Hodnett, G.L., Price, H.J. (2000). *Allium cepa* L. cultivars from four continents compared by flow cytometry show nuclear DNA constancy. Annals of Botany, 85: 351-357.
8. Bennett, M.D., Leitch, I.J. (1995). Nuclear DNA amounts in angiosperms. Ann. Bot., (London) 76:113-176.
9. Bennett, M.D., Smith, J.B. (1976). Nuclear DNA amounts in angiosperms. Phil. Trans. R. Soc. Lond. B., 274: 227-276.
10. Bennett, M.D., Smith, J.B. (1991). Nuclear DNA amounts in angiosperms. Phil. Trans. R. Soc. Lond. B., 334: 309-345.
11. Brummer, E.C., Cazcarro, P.M., Luth, D. (1999). Ploidy determination of alfalfa germplasm accessions using flow cytometry. Crop Sci., 39: 1202-1207.
12. Cavallini, A., Natali, L., Cionini, G., Gennai, D. (1993). Nuclear DNA variability within *Pisum sativum*: Nucleotypic effects on plant growth. Heredity, 70: 561-565.
13. Coulter W. Coulter electronics. Chicago, Illinois, 1956; 1034-1042.

14. De Laat, A.M.M., Göhde, W., Vogelzang, M.J.D.C. (1997). Determination of ploidy of single plants and plant populations by flow cytometry. Plant Breeding, 99: 303-307.
15. Dolezel, J. (1997). Flow cytometry, its application and potential for plant breeding. In current topics in plant cytogenetics related to plant improvement edited by Tamas Lelley. p. 80-90.
16. Dolezel, J., Göhde, W. (1995). Sex determination in dioecious plants *Melandrium album* and *M rubrum* using high-resolution flow cytometry. Cytometry, 19: 103-106.
17. Galbraith, D.W., Harkins, K.R., Knapp, S. (1991). Systematic endopolyploidy in *Arabidopsis thaliana*. Plant Physiol., 96: 985.
18. Graham, M.J., Nickell, C.D., Rayburn, A.L. (1994). Relationship between genome size and maturity group in soybean. Theor. Appl.Genet., 88: 429-432.
19. Greilhuber, J. (2005). Intraspecific variation in genome size in angiosperms: Identifying its existance. Annals of Botany, 95: 91-98.
20. Greilhuber, J., Obermayer, R. (1997). Genome size and maturity group in *Glycine max*. Heredity, 78: 547-551.
21. Heslop-Harrison, J., Schwarzacher. T. (1996). Flow cytometry and chromosome sorting: In plant chromosomes, laboratuar manuel edited by Kiichi Fukui and Shigeki Nakayama. P. 85-106.
22. Huff, D.R., Bara, J.M. (1993). Determining genetic origins of aberrant progeny from facultative apomictic Kentucky bluegrass using a combination of flow cytometry and silver-stained RAPD markers. Theor. Appl. Genet., 87: 201-208.
23. Johnson, P.G., Riordan, T.P., Arumuganathan, K .(1998). Ploidy level determination in buffalograss clones and populations. Crop Sci., 38: 478-482.
24. Kalendar, R., Tanskanen, J., Immonen, S., Nevo, E., Schulman, A.H. (2000). Genome evolution of wild barley (*Hordeum spontaneum*) by *BARE*-1 retrotransposon dynamics in response to sharp microclimate divergence. Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA, 97: 6603–6607.
25. Keller, E.R.J., Schubert, I., Fuchs, J., Meister, A. (1996). Interspecific crosses of onion with distant *Allium* species and characterization of the presumed hybrids by means of flow cytometry, karyotype analysis and genomic insitu hybridization. Theor. Appl. Genet., 92: 417-424.

26. Knight, C.A., Molinari, N., Petrov, D.A. (2005). The large genome constraint hypothesis: evolution, ecology and phenotype. *Annals of Botany,* 95: 177–190.
27. Kreuger, M., Van Der Meer, W., Postma, E., Abbestee, R., Raaijmakers, N., Van Holst, G.J. (1996). Genetically stable cell lines of cucumber for the large-scale production of diploid somatic embryos. Physiol. Plant., 97: 303-310.
28. Lee, J.H., Arumuganathan, K., Yen, Y., Kaepler, S., Kaepler, H., Baenziger, P.S. (1997). Root tip cell cycle synchronization and metaphase chromosome isolation suitable for sorting in common wheat (*Triticum aestivum* L.). Genome, 40: 633-638.
29. Levin, D.A., Funderburg, S.W. (1979). Genome size in angiosperms: temperate versus tropical species. *American Naturalist,* 114: 784–795
30. Lu, K., Kaepler, S.M., Vogel, K.P., Arumuganathan, K., Lee, D.J. (1998). Nuclear DNA content and chromosome numbers in switchgrass. Great Plain Research, 8: 269-80.
31. Martinez, C.P., Arumuganathan, K., Kikuchi, H., Earle, E.D. (1994). Nuclear DNA content of ten rice species as determined by flow cytometry. Jpn. J. Genet., 69: 513-523.
32. Matzk, F., Prodanavic, K., Schubert, I.(2005).Plant Cell 17,13-24
33. Mishiba, K., Mii, M. (2000). Polysomaty analysis in diploid and tetraploid *portulaca grandiflora*. Plant Science, 156: 213-219.
34. Murray, B.G. (2005). When does intraspecific C-value variation become taxonomically significant? Annals of Botany, 95(1): 119-125.
35. Ohri, D. (1998). Genome size variation and plant systematics. Ann. Bot., 82 (Suppl. A.): 750-812.
36. Özkan, H., Tuna, M., Arumuganathan, K. (2003). Non-Additive Changes in genome size during allopolyploidization in the wheat (*Aegilops-Triticum*) group. Journal of Heredity, 94(3): 260-264.
37. Ozkan, H., Tuna, M. and Galbraith, D. W. (2006). No DNA loss in autotetraploids of Arabidopsis thaliana. Plant Breeding 125, 288—291.
38. Pfosser, M., Amon, A., Lelley, T., Heberle-Bors, E. (1995). Evaluation of sensitivity of flow cytometry in detecting aneuploidy in wheat using disomic and ditelosomic wheat-rye addition lines. Cytometry, 21: 387-393.
39. Price, H.J., Bachmann, K. (1975). DNA content and evolution in the *Microseridinae*. Am. J. Bot., 62: 262-267.
40. Rees, H., Walter, M.R .(1965). Nuclear DNA and the evolution of wheat. Heredity, 20: 73-82.

41. Reeves, G., Francis, D., Davies, M.S., Rogers, H.J., Hodkinson, T.R. (1998). Genome size is negatively correlated with altitude in natural populations of *Dactylis polygama*. Annals of Botany, 82 (suppl. A): 99-105.
42. Sabharwal, P.S., Dolezel, J. (1993). Interspecific hybridization in *Brassica*: Application of flow cytometry for analysis of ploidy and genome composition in hybrid plants. Biol. Plant., 35: 169-177.
43. Savaş Tuna, G., Duyu, G., Uzun, K., Yücel, G., Tuna, M. (2017). Determination of nuclear DNA content and ploidy of *Hypericum perforatum* L. accessions collected from Western Turkey, Journal of Agricultural Sciences, 23:395-403.
44. Savaş Tuna, G., Başer, I., Tuna, M. (2019). Genome size variation among natural populations of *Brachypodium distachyon* and *B. hybridum* collected from different regions of Turkey. Turkish Journal of Botany, 43:196-207.
45. Savaş Tuna, G., Yücel, G., Aşçıoğlu Kaygısız, T., Ateş, D., Eşiyok, D., Tanyolaç, M.B., Tuna, M. (2020). Molecular cytogenetic characterization of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) accessions. Turk J Agric For , 44: 612-630
46. Siljak-Yakovlev, S., Benmalek, S., Cerbah, M., Coba de la Pena, T., Bounaga, N., Brown, S.C., Sarr, A. (1996). Chromosomal sex determination and heterochromatin structure. Sex. Plant Reprod., 9, 127-132.
47. Singh, K.P., Raina, S.N., Singh, A.K. (1996), Variation in chromosomal DNA associated with the evolution of *Arachis* species. Genome, 39: 890-897.
48. Sliwinska, E., Steen, P. (1995). Flow cytometric estimation of ploidy in anisoploid sugar-beet populations. J. Appl. Genet., 36: 111-118.
49. Suda, J., Travnicek, P. (2006) Cytometry 69A, 273-280.
50. Swift, H. (1950). The constancy of desoxyribose nucleic acid in plant nuclei. Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA, 36: 643-654.
51. Temsch, E.M., Greilhuber, J. (2000). Genome size variation in *Arachis hypogea* and *A. monticola* re-evaluated. Genome, 43: 449-451.
52. Tosca, A., Randolfi, R., Citterio, S., Fasoli, A., Sgorbati, S. (1995). Determination by flow cytometry of chromosome doubling capacity of colchicines and oryzalin in gynogenetic haploids of *Gerbera*. Plant Cell Rep., 14: 455-458.

53. Tuna, M., Khadka, D.K., Shrestha, M.K., Arumuganathan, K., Golan-Goldhirsh, A. (2004). Characterization of natural orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) populations of Thrace Region of Turkey based on ploidy and DNA polymorphisms. Euphytica, 135: 39-46.
54. Tuna, M., Vogel, K.P., Arumuganathan, K., Gill, K.S. (2001). DNA content and ploidy determination of bromegrass germplasm accessions by flow cytometry. Crop Sci., 41: 1629-1634.
55. Tuna, B., Terzioğlu, H., Barak, V. Savaş Tuna, G., Tuna, M. 2022. Colchicine Induced Chromosome Doubling in Annual Ryegrass (Lolium multiflorum Lam.) and Identification of Autotetraploid Plants by Flow Cytometer. IV. International plant breeding conference.21-25 Kasım, Antalya, Turkiye.
56. Van Duren, M., Morpurgo, R., Dolezel, J., Afza, R. (1996). Induction and verification of autotetraploids in diploid banana (*Musa acuminata*) by in vitro techniques. Euphytica, 88: 25-34.
57. Wyman, J., Brassard, N., Flipo, D., Laliberte, S. (1992). Ploidy level stability of callus tissue, axillary and adventitious shoots of *Larix x eurolepis henry* regenerated in vitro. Plant Sci., 85: 189-196.

ARAZİ TOPLULAŞTIRMASININ ÖNEMİ VE SAĞLADIĞI FAYDALAR

Arş. Gör. Halis SEÇME[1]
Arş. Gör. Ali Kaan YETİK[2]

[1]Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği, Bursa, Türkiye. halissecme@uludag.edu.tr
ORCID iD: 0000-0002-4113-7180
[2]Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Tarım Bilimleri Ve Teknolojileri Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği, Niğde, Türkiye.
alikaanyetik@ohu.edu.tr
ORCID iD: 0000-0003-1372-8407

GİRİŞ

Hızla artmakta olan insan nüfusu günümüzde en temel ihtiyaç olan beslenmeyi bir sorun haline getirmiştir. İnsan popülasyonunun artması; beslenme, barınma gibi temel ihtiyaçlarında yetersizliğini tetiklemiştir. Bu problemlerin başlıca nedenleri arasında tarımsal üretim faaliyetleri gösteren arazilerin verimli bir şekilde kullanılamamasıdır. Artan nüfusa karşın gıda kıtlığının ortaya çıkması, gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkelerde büyük bir tehlike boyutundadır. Nüfusun artmasına karşın insanların beslenmesi için gerekli olan gıdaların üretimini sağlayan arazi miktarında herhangi bir artış olmaması gibi birçok nedenden ötürü araziler parçalanarak küçülmekte ve verimli bir üretim yapılamayacak noktaya gelmektedir. Tarım, insanlığın ilk yerleşik hayata geçmesinden itibaren önemli bir konumdadır. Her geçen gün artan insan nüfusuyla birlikte daha da önemli bir hal almaya başlamakta ve tarım arazilerinin daha verimli bir şekilde kullanılması için çalışmalar yapılmasını zorunlu hale getirmektedir.

Nüfusun artması ve tarım alanlarının sabit kalması, birim alandan elde edilecek olan ürün miktarının ve kalitesinin düşmesine sebebiyet vermektedir. Artışlar karşısında tarım alanlarının geleneksel yöntemlerin dışında modern tarıma dönüştürülmesi de gerekmektedir (Demirtaş ve Sarı, 2016).

Yetiştiricilik yapılacak araziler, insan nüfusunun artışına oranlanarak büyütülemez fakat var olan tarım arazileri daha etkili kullanılabilir. Bu uygulamalar sonucunda, verimi yüksek ürünler elde edilebilir ve artmakta olan nüfusun gıda sorununa bir nebze de olsa çözüm bulunabilir. Hem birim alandan gelir artışını sağlamak hem de ürünlerin veriminin artmasını tarım arazilerinin geliştirilmesi ve iyileştirilmesi ile mümkündür (Gündoğdu vd., 2004).

Nüfus artışı dünyada gıda krizine yol açtığı gibi insanların kırsal alanlarda yaşamayı bırakıp kentlere göç etmesine ve geride bıraktıkları tarımsal arazilerin işlenmemesine neden olmuştur. Miras yoluyla bölünen arazilerin ölçüleri gittikçe küçülmektedir. Kırsaldaki insan nüfusunun azalmasına karşın miras yoluyla bölünmelerden dolayı küçük arazilerin sıklığı ve işletme sayıları artmaktadır. Her ne kadar işletme sayıları artsa da arazi ölçülerinin küçülmesi ve buna bağlı olarak da tarımda sürdürülebilirlikle beraber alınabilecek ürün verimini oldukça düşürmektedir. Bunun sonucu olarak üretim miktarının azalması da gıda sıkıntısına yol açmaktadır.

Gıda krizi gibi önemli bir sorunun üstesinden gelebilmek için arazilerin kullanım etkinliği maksimum seviyede tutulmalı ve tarımın sürdürülebilirliği sağlanmalıdır. Böylelikle kentlere göç eden insanlara kırsalda kalma olgusu

teşvik edilerek tarımda sürdürülebilir arazi anlayışı ön plana çıkarılmış olmaktadır.

Tarımın sürdürülebilirliği ve arazilerin verimli kullanılabilmesi için arazi toplulaştırılması kavramı önemli bir etken olmuştur. Tarım arazilerinin pek çok nedenle parçalanarak bütünlüğünü yitirmesi ile tarım arazisinden alınabilecek verimlilik ve karlılığı tekrardan yükseltmek için arazilerin birleştirilmesi ve daha iyi bir şekilde işlenebilmesine olanak veren işleme arazi toplulaştırması denir. Arazi toplulaştırması, ülkemizde 1960'lar dan itibaren uygulanmakta ve "Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu" ile "Tarım Arazilerinin Korunması Kullanılması ve Arazi Toplulaştırmasına İlişkin Tüzük" ün kabulünden sonra da yaygın hale gelmiştir. Bu tüzük sayesinde tarımın gelişmesindeki önemli engellerden olan ekonomik, sosyal ve teknik sorunların aşılabilmesine de olanak sağlanmaktadır. Tarım arazileri günümüzde pek çok kişi ve şirket için alım satım aracı olarak görünse de ülke ekonomisine önemli etkileri ve üretim kabiliyetleri unutulmamalıdır.

1. ARAZİ TOPLULAŞTIRMASI YAPILIRKEN PARSELASYON PLANLAMASI SIRASINDA DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN ÖNEMLİ NOKTALAR

Arazi toplulaştırması işleminin önemli bir süreci olan parselasyon planlaması sırasında dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıdaki gibidir:

- Toplulaştırmaya katılan bütün çiftçilerin aynı düzeyde yararlanması sağlanmalıdır.
- Çiftçilerin sahip oldukları parsellerin eş değerlerinde parsel verilmeli ve toplulaştırma içerisinde olanaklar dâhilinde tek bir parça şeklinde yapılmaya çalışılmalıdır.
- Arazi sahiplerinin istekleri de dikkate alınarak arazi toplulaştırması yapılmalıdır.
- Toplulaştırma yapılacak alanların üzerinde ev, ahır, bağ, meyve bahçesi gibi sabit olan tesisler var ise toplulaştırmanın imkânları doğrultusunda bu tesislerin bulunduğu araziler eski sahiplerine verilmelidir.
- Toplulaştırmaya katılan hak sahiplerinin istekleri doğrultusunda arazilerinin yoğun olduğu bölgeden veya hak sahibinin en büyük parselinin bulunduğu bölgeden parsel verilmelidir.
- Arazi toplulaştırması yapılmasının en temel nedenlerinden biri olan arazilere ulaşım ve arazinin sulanmasındır. Bu çerçevede yapılan her parselin yol ve su imkânlarından faydalanacak şekilde yapılması gerekmektedir.
- Bloklar içerisinde düzgün boyutlu olmayan kısımlarına büyük parseller verilmelidir.

- Toplulaştırmanın yapıldığı yerde düşük dereceli arazilerin olması durumunda ya eski sahiplerine bırakılır ya da düşük dereceli araziler kendi içlerinde toplulaştırılır.
- Arazi toplulaştırması yapılırken dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta ise toplulaştırmanın yapıldığı bölgede arazi sahiplerinin birbirleriyle olan sosyal ilişkileridir. Parsellerin dağıtılması sırasında hasım ve hısım ilişkisine bakılması önemlidir.
- Sosyal ve kültürel tesislerin yapılabilmesi için arazi toplulaştırmasının yapıldığı yerde yerleşim birimine yakın ve mümkün olduğu kadarıyla da verimsiz ya da az verimli arazi veya arsalar ayrılmalıdır.
- Arazi toplulaştırmasında parselasyon planlamasında birçok kıstas vardır. Bu ölçütler doğrultusunda planlama yapılması gerekmektedir (İşcan, 2005).

1.1. **Arazi Toplulaştırmasında Parselasyonun Yapılması**

Arazi toplulaştırması sırasında yapılacak yeni parselasyonda planlamasında, arazilerin derecelendirmesine göre toprak sahiplerine ait alanların toplamına veya parsellerinin değerlerine uygun şekilde araziler verilmesi gerekmektedir.

Toplulaştırma öncesindeki mevcut araziler, arazi sahipleri veya çiftçilerin istekleri doğrultusunda toplulaştırmasının da imkânları ölçüsünde tek parça halinde ya da mümkün olduğunca az sayıda düzgün şekilli parseller halinde verilmelidir. Yapılacak parsellerin hepsi yol ve kanallardan faydalanmalıdır. Arazi toplulaştırmasının kriterleri ve genel kuralları göz önüne alınarak planlama yapılmalıdır.

Yapılacak olan arazi toplulaştırması projesinde önce proje alanı yollara ve kanalların arasından bloklara bölünmelidir. Kadastro parselleri ve blok alanları dereceleri ile çarpıldıktan sonra yüze bölünür böylelikle bütün parsellerin ve blokların parsel değer sayı hesap edilmiş olur.

$$PDS = \frac{F * PE}{100}$$

F = Parsel alanı

PE = Parsel derecesi

PDS = Parsel değer sayısı

Yukarıdaki formül kullanılarak elde edilen değerler sayesinde proje alanındaki parsellere uygulanacak olan kesinti miktarı (OTKPO) hesaplanmış olur.

$$OTKPO = \frac{(KPDS) - (BDS) - (THDS)}{(KPDS)}$$

$$OTKPO = \frac{(KPT) - (BT) - (THT)}{(KPT)}$$

KPDS = Kadastro parselleri değer sayısı toplamı

BDS = Blok değer sayıları toplamı

THDS = Tescil harici yerlerin değer sayısı toplamı

KPT = Kadastro parselleri toplamı

BT = Blok alanları toplamı

THT = Tescil harici yerlerin toplamı

Yukarıda belirtilen formüller sayesinde net parsel alanları belirlenmiş olur ve sonrasında ise işletmelere verilecek olan net alanlar bulunur (Ayten, 2007).

2. ARAZİ TOPLULAŞTIRMASININ AMAÇ VE FAYDALARI

Arazilerin birleştirilmesi ile üretim yapan çiftçilerin elde edeceği yüksek verim sayesinde hayat standartlarının da yükselmesi planlanmakta ve kırsalda yaşayan halkın ekonomik ve sosyal yaşamı da iyileştirilmektedir (Takka, 1993; Taşdemir, 2000; Ekinci, 2010; GTHB, 2015).

Tarımdaki üretim verimliliğini maksimum seviyeye çıkarabilmek için tarım arazilerinde bulunan yol, drenaj, tarımsal yapılar, sulama hatları, arazi tesviyesi, köy içerinde bulunan alt yapıların iyileştirilmesi gerekmektedir. Arazi toplulaştırması bu tür işlemlerin kolay, pratik ve doğru bir şekilde yapılmasına olanak sağlamaktadır (Çay ve İnceyol, 2000; Temel, 2013; Dengiz vd., 2014). Bu sayede tarımdaki büyük masraflar olan iş ve işçi gücü, akaryakıt, sulama, gübreleme ve ilaçlama gibi girdi masraflarının azalmasına neden olur (Anonim, 2011).

Arazi toplulaştırmasının faydalarını maddeler halinde sıralayacak olursak;

- İşletmelerin harcadığı iş gücünü ve maliyeti azaltmak,
- İşletmelerin maliyetini azaltarak elde edecekleri net gelirleri yükseltmek,
- İşletmelerin kullanılabilir net arazi miktarlarını ve parsellerini arttırarak parsel şekillerinin düzenlenmesini sağlamak,
- Sulama projelerinin yapılabilmesini kolaylaştırarak hem maliyeti azaltmak hem de sulu tarımın yapılabilmesine olanak sağlamak,
- Sulamamın düzgün bir şekilde yapılabilmesi için arazi tesviyesinin iyi yapılmış olması gerekmektedir arazi toplulaştırması sayesinde sınırlar kaldırılarak arazi tesviyesi ve eğimi düzeltilmiş olur,
- Arazi toplulaştırmasının sulama açısından bir diğer faydası ise sulama kanallarının yakınında bulunan araziler sulama kanallarına uzak arazilerden daha çok fayda sağlamaktadır. Su kanalının yakınındaki işletmeler suyu kullandıkları

zaman diğer arazilere suyun gitmesini zorlaştırır ve işletmelerin sulama süreleri ve suyu kullanma etkinlikleri azalmış olur.

- Değişik sebeplerden dolayı arazilerin parçalanmasına engel olabilmek,
- Arazi sınırlarından dolayı ürünlerin hasat işlemi sırasında oluşacak kayıpları azaltmak,
- Parçalı olan arazileri ulaşım daha zor olacaktır ve bu da işletme için ulaşım gideri demektir arazi toplulaştırması sayesinde bu girdide azaltılabilmektedir,
- Arazi parsellerinin yan yana ve düzensiz sınırlar olmasından dolayı huzursuzluğu ortadan kaldırmış olur,
- Arazilerin birleştirilmesi ile köylerin sınırları da belirlenmiş olur,
- Hazineye bağlı olan arazilerinde kullanımı için hazırlık yapılmış olur.
- Tapu ve kadastronun mevcut kayıtları daha güncel ve güvenilir olur.
- Çiftçilerin ekonomik açıdan kalkınmasına neden olur ve böylelikle göçlerin engellenmesi sağlanabilmektedir.

3. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Büyük araziler parsellere ayrılarak büyüklüklerini kaybetmektedir ve çeşitli nedenlerle küçük parseller daha da küçülerek parsellere ayrılmaktadır. Bu nedenle de büyüklüğünü yitirmiş olan araziler verimi düşük küçük parçalara ayrılmış olur. Arazilerin parçalanması arazilerin işletilmesini zorlaştırmaktadır (Blarel vd., 1992).

Takka (1993), yaptığı bir çalışma ile Avrupa ülkelerinde arazi toplulaştırması öncesi ve sonrasında arazilerin parçalanmasını engelleyecek bir takım kanuni önlemlerin ülkemiz içinde belirlenmesi gerektiğini öne sürmektedir.

İnsanların köyden kente göç etmelerinin nedenlerinin başında ekonomi gelmektedir. Arazi sahibi olmayan veya arazisi olsa dahi çok küçük bir boyutta olmasından dolayı arazilerinden yeteri kadar verim elde edemedikleri için göç etmektedirler. Arazilerin küçük olmasının yanında traktör ve ekipmanlarının sayısının fazla olması, maliyetlerin artmasından dolayı gelirlerin düşük olmasına neden olmaktadır (Özgür, 2000). Bu veriler ışığında, arazi toplulaştırması köyden göçe göçü engelleyebilecek en büyük araç olduğu anlaşılmaktadır.

Karaman ilinde yapılan arazi toplulaştırmasında kalan ve yol uzunlukları, miras sebebiyle meydana gelen paylaşım, tüm parsel sayıları, meydana gelen sınır kayıpları gibi bazı kriterler dikkate alındığında toplulaştırma öncesi ve sonrası karşılaştırma yapıldığında yol ve sulama kriterlerinden faydalanan parsellerin sayısındaki oran %100 olarak belirlenmiştir (Çelebi, 2010).

Çanakkale'de yapılan çalışma sayesinde arazi toplulaştırmasının iyileştirici etkilerini belirlemek amacıyla ele alınan bölgede toplulaştırmanın arazi sulanmasına etkisi, ulaşım randımanı, parsellerdeki şekil, büyüklük ve sayı olarak incelendiğinde parsel sayılarında arazi toplulaştırması sonunda %63 lük bir azalma meydana gelirken arazi sulanmasındaki oran ise %100 olarak belirlenmiştir (Özer, 2010).

Manisa ilinin Salihli Sağ Sahil Sulama Birliği sahasında yer alan Eldelek köyünde arazi toplulaştırması yapılmış ve arazi toplulaştırması yapılmamış duruma yönelik kanallardan su temin edebilen bölgelerde bulunan parsellerin büyüklük, şekil ve sayısı, ulaşım ve sulama şebekesi, arazinin mülkiyeti oranı ve parçalanma durumu ile sulanabilme oranlarını kıyaslamıştır. Coğrafi Bilgi Sistemlerinden faydalanılarak yürütülen çalışmada toplulaştırmanın yapılmadan önce proje alanının parsel büyüklüğü ortalama 6,81 dekar olarak hesaplanırken arazi toplulaştırması yapılmış hali ise 14,22 dekar olarak hesaplanmıştır. Arazi toplulaştırması yapılmış durumda parsellerin şekilleri dikdörtgen olarak belirlenirken arazi toplulaştırması yapılmamış durumda ise parseller düzgün bir geometrik şekle sahip olmayan bir görüntü hâkimdir. Arazi toplulaştırması yapılmamış durumda arazilerin sulama kanallarıyla bağlantıları %18 iken arazi toplulaştırması yapılmış durumda ise parsellerin sulama kanallarına olan bağlantıları %60 olarak belirlenmiştir. Tek parçadan oluşan parsel sayısı arazi toplulaştırması yapılmadan önce %72,7 iken arazi toplulaştırması sonrasında bu oran %93,2 olarak belirlenmiştir (Köse, 2009).

Gaziantep Nurdağı Gedikli köyünde yürütülen bir çalışma ile arazi toplulaştırma etkinliği belirlenmiştir. Bu çalışma ile sulama ve ulaşım etkinliğine, parsel şekli, büyüklüğü ve sayısındaki etkileri belirlenmiştir. Arazi toplulaştırması sayesinde dikdörtgen şekle sahip parsel sayısındaki oran %15,46 den arazi toplulaştırması sonrası %51,02'ye yükselmiştir. Arazi toplulaştırması sonrası parsel sayısında %52,0 oranında azalma olmuştur. Arazi toplulaştırması sonrasında sulama oranı%92,96 ve toplulaştırma oranı ise %47,0 olarak belirlenmiştir. Parsellerin hepsi yol ağına bağlanmış durumdadır. Arazi toplulaştırmasının avantajları içerinde yer alan sosyal ve ekonomik durumun iyileşmesi bu çalışmada da kendini göstermiştir ve %80,6 ile yaşam koşullarında büyük bir iyileşme meydana gelmiştir. Bunun yanı sıra gelir durumlarında ise %83,9 oranında bir artış meydana gelmiştir (Eser ve Uçan, 2012).

Bafra Ovası Sol Sahilinde bulunan arazi toplulaştırması çalışması değerlendirilmiştir. Yapılan bu araştırmada arazi toplulaştırması yapılmış ve arazi toplulaştırması yapılmamış durumlardaki toplulaştırma oranına, sulama oranına, sulama ve drenaj yoğunluk durumuna, kamulaştırma maliyetleri gibi bazı performans durumlarına bakılmıştır. Arazi toplulaştırması yapılmayan

durumda sulama oranı %27,00, sulama drenaj yoğunluğu ise sırayla 23,79 m/ha ile 24,53 m/ha, parsel sayısı ise 1315 olarak değerlendirilmiştir. Arazi toplulaştırması yapılmış durumda sulama ve drenaj şebekelerinin iyileştirilmesi ile sulama oranında artış meydana gelerek oran %95,84 e çıkmıştır, parsel sayısında ise azalma meydana gelerek 616 olmuştur, toplulaştırma oranı ise %53 olarak belirlenmiştir (Arslan ve Tunca, 2013).

4. SONUÇ VE ÖNERİ

Arazi toplulaştırması tarım alanları kullanım etkinliğini artırdığı birçok çalışma ile belirlenmiştir. Arazi toplulaştırması sayesinde parçalı arazilere bir bütünlük kazandırılarak parçalı arazilerde yaşanan dezavantajları ortadan kaldırmış ve arazilerin sulanması, arazi işlemesindeki iş yükünü ve tarım arazilerinden sağlanacak olan maksimum verimin sağlanması gibi avantajları da beraberinde getirmiştir. Bunların yanı sıra arazi toplulaştırması yapılan alanlarda çiftçilerin ekonomik açıdan da büyük kazanımları olduğu saptanmıştır. Ülkemizde ve Dünyada arazi toplulaştırması faaliyetlerinin çoğaltılması küresel iklim değişikliği ve nüfus artışının olumsuz etkilerini en aza indirmek için oldukça önemli bir önem taşımaktadır.

KAYNAKALAR

1. Arslan, H., & Tunca, E. (2013). Arazi Toplulaştırmasının Sulama Projelerinin Performası Üzerine Etkileri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, *28*(3), 126-133.
2. Ayten, T. (2007). Arazi toplulaştırma çalışmalarında optimizasyon. *Y Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya*.
3. Blarel, B., Hazell, P., Place, F., & Quiggin, J. (1992). The economics of farm fragmentation: evidence from Ghana and Rwanda. *The World Bank Economic Review*, *6*(2), 233-254.
4. Çay, T., & İnceyol, Y. (2000). Arazi Toplulaştırması Çalışmalarında Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliğinin Yeri. *Harita Bülteni*, *43*(4).
5. Çelebi, M. (2010). Toplulaştırmanın Karaman ilinde sulama ve diğer tarımsal faaliyetlerin verimliliği üzerinde etkileri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, (2), 1-6.
6. Demirtaş, E. İ., & Sarı, M. (2016). ARAZİ TOPLULAŞTIRMASI. *Derim*, *20*(1), 48-58.
7. Dengiz, O., Şişman, A. Z. İ. Z., Gülser, C., & Şişman, Y. A. S. E. M. İ. N. (2014). Arazi Toplulaştırmasında Kullanılan Arazi Kalite Derecelendirme Yöntemine Alternatif Yaklaşım. *Toprak Su Dergisi*, *3*(1), 59-69.
8. Ekinci, K. (2010). Arazi toplulaştırması konusunda çiftçi davranışlarının belirlenmesi (Bafra Ovası örneği). *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Tokat*.
9. Eser, Ö., Uçan, K. (2012). Arazi Toplulaştırılması Etkinliğinin Belirlenmesi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, *15*(2), 38-45.GTHB, 2015. Tarım Arazilerinin Toplulaştırması. Kütahya İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, Kütahya, 2015.
10. Gündoğdu, K. S., Akkaya Aslan, Ş. T., & Arıcı, İ. (2003). Arazi toplulaştırmasında parsel değer sayılarının coğrafi bilgi sistemi kullanılarak belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, *17*(1), 137-148.
11. Anonim. (2022). *Arazi toplulaştırmasının önemi*, Tarım Kütüphanesi, https://www.tarimkutuphanesi.com/ARAZI_TOPLULASTIRMASI_00160.html%20
12. İşcan, F. (2005). Arazi Toplulaştırmasında Optimizasyon. *Doktora Semineri, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya*.
13. Köse, T. (2009). Arazi Toplulaştırmasının Sulama Sistemlerine Etkisi (Manisa Salihli Sağ Sahil Sulama Alanı Örneği). *AÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*.

14. Özer, A. (2010). *Çanakkale İli Biga İlçesi Yeniçiflik Köyü arazi toplulaştırması sonrası durumun izlenmesi ve değerlendirilmesi* (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
15. Özgür, E. M. (2000). Türkiye Coğrafyası, Hilmi Usta Matbaacılık.
16. Takka, S. (1993). *Arazi Toplulaştırması*, Kültürteknik Derneği Yayınları, Ankara.
17. Taşdemir, N. (2000). Konya ili İçeri Çumra yöresinde tarla içi geliştirme hizmetleri ile birlikte uygulanan arazi toplulaştırılmasının ekonomik analizi. *Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Konya Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Konya*.
18. Temel, M. (2013). Kırsal Alanların Korunarak Kalkınmasında ve Planlanmasında Bir Araç Olarak Arazi Toplulaştırması: Avrupa Birliği-Türkiye Karşılaştırması. *Institute of Science and Technology, Ankara*

BALIKLARDA GONAD ENDOKRİNOLOJİNE KOMPARATİF BİR YAKLAŞIM

İbrahim CENGİZLER[1]
Selçuk DUMAN[2]

[1]Prof. Dr., Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Adana, TÜRKİYE. icengiz@cu.edu.tr. orcid: 0000-0003-0929-7640
[2]Doç. Dr., Çukurova Üniversitesi, İmamoğlu Meslek Yüksekokulu, Su Ürünleri Bölümü, Adana, TÜRKİYE. sduman@cu.edu.tr. orcid: 0000-0002-6771-3385

GİRİŞ

Gonad, hayvanlarda üremenin gerçekleşmesinde rol alan, üreme hücrelerini üreten organlara verilen isimdir. Gonadlar organizmanın hayati organları değildir. Yaşamaları için, mutlaka bulunması gerekmez ancak türün devamlılığı için gerekli organlardır. Omurgalı hayvanların üreme sistemlerine bakıldığında erkeklerde üreme organı testis, dişilerde ise ovaryum adıyla bilinirler. Omurgalı hayvanların gonadları, kendi başlarına çalışan, fonksiyon üreten organlar değillerdir. Tamamen hipofizin kontrolü altında çalışırlar. Eğer gonadlar çıkartılacak olunursa, omurgalı hayvanlarda birtakım değişiklikler kaçınılmazdır. Hipofiz tarafından salgılanan, testis ve ovaryumun fonksiyonlarının düzenleyen değişik hormonlara *gonadotrofin* adı verilmektedir. Gonadotrofinler üreme periyotlarını düzenlerler. Bu düzenleme oldukça karmaşık bir süreçtir (Geldiay,1981). Tüm omurgalılarda üreme, hipotalamus-hipofiz-gonad (HHG) ekseni üzerinde devam etmektedir. Bu eksende devam eden sürecin, karmaşık olmasının nedenlerinden birisi, omurgalı hayvanlarda, dişilerin periyodik bir çoğalma aktivitesine sahip olmalarıdır. Dişi gonadın da ve kanallarında histolojik ve fizyolojik değişimler söz konusudur (Zohar, 2021). Buna karşın erkek gonad, değişmeyen bir histolojik yapı sergiler. Ovaryumda ki yapısal ve fonksiyonel değişikliklere HHG ekseninden gerçekleştirilen hormonlar neden olmaktadırlar. Hipotalamus tarafından kontrol edilen adenohipofiz gonadotrofinleri salgılanır. Üreme faaliyetlerinde hipotalamusu etkileyen ekzojen faktörlerin başında çevresel faktörler gelmektedir. Üreme periyodunu ve gelişmeyi düzenleyen en önemli çevresel faktörlerden birisi ışıktır. Fotoperiyot olarak da adlandırılan Işık faktörüne göre, omurgalı hayvanların çoğu gün ışığının artmaya başladığı ilkbaharda üremeye başlarlar (Jelabert, 2005). Bu mevsimsel yaklaşım aynı zamanda, birçok hayvan türü içinde yavruların bol besin bulabileceği bir dönemdir. Yine önemli çevresel faktörlerden birisi de sıcaklık değişimleridir. Sıcaklık değişimlerinden en çok poikilotermik (değişken sıcaklıklı) hayvanlar etkilenirler. Çevresel faktörlerden birisi de yağmurdur. Özellikle denizel organizmalarda etkilidir. Yağmurlar, denizlerde salinitenin değişmesine neden olurlar ve bu canlı için uyarıcı rol oynar (Geldiay, 1981). Çevresel faktörlerin özellikle hermafrodik ve gonakoristik balıklarda, cinsiyet farklılaşması ve dönüşümünde oldukça etkili olduğu bilinmektedir (Baroiller ve ark., 1999). Çevreden alınan sinyaller, sinir lifleri aracılığıyla hipotalamustaki beyin merkezlerine ulaşır. Bu merkezlerden gonadotropin salgılatıcı olan hormon (GnRH) salgılanır ve adenohipofizden ise lüteinleştirici hormon (LH) ve folikül uyarıcı hormon (FSH)üretilir. Bu hormonların ulaştığı gonadlar tarafından ise, östrojen ve testosteron üretilir. Hipotalamus-Hipofiz-Gonad ekseni (HHG), omurgalı hayvanlarda büyümeyi, üremeyi ve yaşlanmayı kontrol etmektedir.

Yumurta ile üreyen omurgalılarda *(pices, amfibia, reptilia ve aves*) durum biraz daha farklıdır. Bunların dişilerinde, yumurtanın büyümesi için gerekli olan vitellin ve koryonik proteinler karaciğerde sentezlendiği için HHG eksenine karaciğerde dahil edilir ve HHGK ekseni olarak anılır (25-Yaron ve Levavi-Sivan, 2011). Omurgalı hayvanlarda değişik ikincil eşey karakterleri bulunmaktadır. Popülasyonda bireyler arasında, duyu organlarına sinyal (koku, ses, görme ve dokunma) vererek kopulasyonu ve üreme faaliyetini gerçekleştirmek amacıyla ikincil eşey karakterleri gelişir (Geldiay, 1981). İkincil eşey karakterleri omurgalı hayvanların, intergument yapının farklılaşması ile oluşan ikincil eşey karakterlerine, boynuz, kıl, yüzgeç, deri bezleri örnek verilebilir. Yine aynı şekilde, vücut yapısı, ses, davranışlarda ikincil eşey karakterlerindendir. Steroid yapısındaki hormonlar tarafından düzenlenirler (Wheeler ve ark., 2020).

Yaklaşık 28700 türü (www.fishbase.org.) bünyesinde barındıran Pisces grubu omurgalı hayvanların yaklaşık % 48'ini oluşturur. Balıklar dünyada, o kadar farklı alanlara dağılmışlardır ki çok farklı su ortamlarında yaşarlar. Deniz seviyesinden 4000 metre yükseklikte ve denizlerin 11000 metre derinliğinde olmak üzere yaklaşık 15000 metrelik düşey bir hatta yaşayabilirler (Sarıhan ve Cengizler, 2006). Bu kadar geniş bir yaşama alanı ve türe sahip olan balıklar, çok değişik adaptasyon örnekleri sergilerler. Türlerinin devamlılığında da, çeşitli üreme stratejileri geliştirmişlerdir (Jalabert, 2005). Son yıllarda su ürünleri yetiştiriciliğinde, diğer bazı hayvansal üretim alanlarında olduğu gibi, üreme süreçlerini kontrol ederek, ekonomik kazanımlar sağlamak amacıyla, hormon kullanımı artmıştır. Bu hormonların kullanımında hayvan ve insan sağlığının önemi nedeniyle, bilinçli uygulamaların göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu nedenle Yapılan bu kısa derlemede balıklarda üreme organlarının endokrinolojik işleyişi diğer omurgalılarla karşılaştırılarak ele alınmıştır.

OMURGALILARDA GONADLAR

Omurgalı hayvanlarda üremenin temel koşullarından birisi, işlevsel gametlere sahip, farklılaşmanın sağlandığı üreme organlarının gelişimine bağlıdır (Defalco ve Capel, 2009). Cinsel olgunluktaki omurgalı bireylerde, testis ve ovaryumun morfolojileri benzerdir. Testis ve yumurtalık tüm omurgalı hayvanlarda embriyonik dönemde çift potansiyelli olarak gelişir. İki potansiyeli olan bu temel hücre grubundan ilk olarak cinsiyet belirlenir. İkinci olarak ise iç eşey kanalları, hormonlar, dış eşey organları ile pigmentasyon, vücut şekli, büyüklüğü gibi cinsiyet farklılaşması ortaya çıkar (Defalco ve Capel, 2009). Özetle, embriyonik dönemde gonadın somatik hücrelerden, eşeysel fenotip

gelişmekte, daha sonra ikincil cinsiyet özellikleri ortaya çıkmaktadır. Balıkların oldukça yüksek sayıdaki tür sayısı ve çok farklı habitatlarda yaşamaları nedeniyle, birbirinden farklı üreme şekil ve stratejilerinin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Balıklarda üremenin ana özelliklerinden birisi, üreme çeşitliliğidir. Balıklarda genellikle üç tip üreme söz konusudur;

1- Gonokorizm, ayrı eşeylilik olarak tanımlanabilir.

2- Hermafroditizm, eş zamanlı olmak üzere, hem erkeklik hem de dişilik organının aynı bireyde bulunması halidir.

3- Cinsiyet dönüşümü, bazı balık türlerinde, hayatın belirli döneminde dişi veya erkek daha sonraki dönemde ise tam tersi eşeysel özellik göstermesidir. (protojin; dişi olan bireyin erkeğe dönüşümü, protandri; erkek olan bireyin, dişiye dönüşümü) Böylelikle bu çeşitlilik yaşamları boyunca, su ortamında bulunan balıkların, değişen koşullara uyumunda önemli bir bileşenidir.

Gonadları tek tek ele alıp inceleyecek olursak;

Ovaryum

Omurgalılarda çift yapı gösteren, hem ekzokrin hem de endokrin salgısı olan bir organdır. Ekzojen salgısı yumurtalar, endokrin salgısı ise eşey steroidleridir. Olgunlaşmış bir memeli ovaryumunun birbirinden farklı beş değişik histolojik yapıdan oluştuğu görülür. Bunlar;

1- Ovaryumu dıştan saran epitel doku, germinal doku olarak adlandırılır.

2- Germinal epitelden oluşan yuvarlak biçimli foliküller.

3- Yumurtalar atıldıktan sonra foliküllerin değişimi ile ortaya çıkan, *corpus luteum.*

4- Fonksiyonel dokuları destekleyen bağ dokusu(interstitial), testislerde de bulunur.

5- Bağ dokusundan teşekkül eden ovaryum stromasıdır.

Ovaryumda, germinal epitelden folikül oluştuktan sonra, olgunlaşmış folikülden, oosit ovaryumun yüzeyinde meydana gelen bir çatlama ile ovaryum dışına atılır. Bu ovulasyon olayıdır (Geldiay, 1981; Donaltson, 1973). Memeli hayvanlarda ovulasyon periyodunu foliküler ve luteal faz olarak iki kısımda incelemek olasıdır. 1. faz olan foliküler fazda, foliküller östrojen hormonu salgılar. Ovülasyondan sonra foliküllerin çoğu gelişemeden bozuma uğrarlar. Foliküller somatik hücreler tarafından sarılmış, oositleri barındıran temel yapılardır. Ovaryum östrojen ve progesteron dışında androjen de salgılamaktadı (DeFalco ve Capel,2009). Memeli ösrojeni esradiol estron ve estriol olmak üzere, kimyasal yapıları farklı üç ana şekilde bulunur. Ergenlik döneminde eşey özellikleri ile doğurganlıkta rol oynarlar. Hipotalamus, hipofizin folikül uyarıcı hormon (FSH) ve lüteinize hormon (LH) salgılaması için, hipofize

gonadotrofinler gönderir. Bu hormonlar üreme fonksiyonunun yerine getirilmesinde ve menstrüasyon fazının düzenlenmesinde mutlak gereklidir (Sargis, 2015) Androjenler, ovaryum içindeki Interstitial doku tarafından salgılanırlar. Evrimsel çizgide memelilerden sonra ele alınan homoiterm canlılardan, kuşlarda ovaryuma bakılacak olunursa;

Omurgalılar arasında bir benzerlerinin olmadığı, yalnızca sol gonadın ovaryuma dönüştüğü ilginç bir oluşum sergilerler. Sol ovaryum iyi gelişip fonksiyonel bir işlev görürken sağ gonad genellikle gelişmez ve kortikal bölgede yer alan kordların içleri boş kalır. Bu yapıya *lakün* adı verilir. Medullada bu değişimler olurken kortikal bölgede sol gonadta olduğu gibi proliferasyon gelişmez, oldukça asimetrik bir yapı oluşur (DeFalco ve Capel,2009). Bütün kuşlarda dişiler heterogametik(ZW) özellik gösterirken, erkekler, homogametikdirler (ZZ) (Johnson, 2014). Kuşların ovaryumu da östrojen ve androjen salgılarlar. Androjenin interstitial hücrelerden salgılandığı düşünülmektedir(Geldiay, 1981). Progesteron ise granuloza tarafından üretilmektedir. Memeli hayvanlarda olduğu gibi kuşlarda da ovulasyon hipofiz hormonu olan lütein hormon (LH)tarafından uyarılır. Kuluçka ve kuluçka davranışlarını prolaktin hormonu düzenlemektedir (Johnson, 2014). Kuşların ovaryumu ile ilgili olan gonadotrofin salgılatıcı hormon (GnRH), folikül uyarıcı hormon (FSH) lütein hormon (LH) üremede önemli rol oynayan endokrin salgılardır.

Sürüngenlerde ovaryum, vücudun duvarına mes ovaryum ile bağlı, bir çift halinde, oval yapıda ve içi boştur. Oval yapı, yılanlarda uzun bir hal almıştır. Diğer omurgalı gruplarında olduğu gibi, Reptil'lerde de ovaryum, gamet üretiminin yanısıra, hormonların salınması görevini yerine getirirler. Folikül olgunlaşması, granülosa hücrelerinde üretilen östrojenler tarafından uyarılan vitellogenez ile başlar. Postovutuar foliküller, ileride progesteron salgılayan *corpora lutea*ya dönüşürler. Sürüngenlerde de steroit yapıda, östrojen, androjen ve progesteron hormonları işlevsel olarak ovaryumda üretirler (Jones, 2011).

Amfibi'lerde de ovaryum, morfolojik olarak Reptil'lere benzer bir çift ovaryum ve yumurta kanallarından oluşmaktadır. Amfibi'lerde hermafroditlik görülebilir. Örneğin, Bufo'lar da, her iki cinsinde de belirgin bir antrenör ovaryum bulunur. Nöroendokrin hormonları, ovaryumun işlevini etkilerler. Ovaryumdan steroitler üretilir. Yapılan bir çalışmada kurbağalarda İnvitro olarak oosit olgunlaşmasında progesteron etkili olmuştur. Balıklarda ovaryum, omurgalı hayvanların en kalabalık grubunu oluşturan balıklarda oldukça farklı yapılanmalar söz konusudur. Örneğin, Cyclostom'larda üreme etkinliğinde gonadotrofinlerin salınmasında, hipotalamusun görevi tam olarak bilinmemektedir Myx ine'lerde ise nörohipofiz ile adenohipofiz arasında

damarsal bir bağın kanıtı bulunmamaktadır (Donaltson, 1973). Balıklarda ovaryum, diğer omurgalılarda olduğu gibi germinal epitelden köken almakta ve folikül oluşumu ile kendini göstermektedir. Küre biçiminde bağ dokusu içerisinde bulunur. Yumurta olgunlaşması periyodiktir. Yumurta sayısı ile yumurta büyüklüğü arasında orantısal bir ilişki vardır. Büyük yumurtaların sayısı azdır. Balıklarda corpos luteumun memelilerdeki ne benzer işlevinin olup, olmadığı kesin olarak belli değildir (Geldiay, 1981). Bazı balık türlerinde progesteronun varlığı bilinmektedir. Bunun yanı sıra oosit olgunlaşmasında rol oynayan hormon ve faktörler hem invitro hem de invivo çalışmalarla ortaya konulmuştur (Nagahama ve Yamashita, 2008). Balık hipofizinden iki adet gonadotrofin hormonu salgılanır Bunlardan biri folikül uyarıcı hormon (FSH), diğeri ise lüteinize hormon (LH)'dur. Bu hormonların diğer omurgalılarınki ile yapısal ve işlevsel olarak homolog olduğu düşünülmektedir (Nagahama ve Yamashita, 2008). Gonadotrofinlerin yanı sıra, oosit olgunlaşmasında, olgunlaşmayı uyaran hormon (MIH) ve olgunlaşmayı teşvik eden faktör (MPF) salgılanır. Teleost balıkların yumurtalık folikülleri, diğer omurgalılar gibi benzer şekilde iki ana hücre grubundan oluşur. Dışta tekal hücre katmanı varken, iç kısımda ise granülosa hücre grubu oluşmuştur. Bu iki tabaka, bazal bir membran ile birbirinden ayrılmıştır. Grnülosa, germinal epitelden köken almış olup, önemli görevleri vardır. Bu görevler;

1- Vitellüs yaparak, depo ederler.
2- Östrojen hormonunu sentezleyerek, kana ya da folikül sıvısına verirler.
3- Atrezinin oluştuğu folikülerde, fagosit yaparak vitellüsü alırlar.
4- Bu hücreler daha sonra corpus luteum hücrelerine dönüşerek, corpus luteum hormonlarını salgılarlar.
5- Bazı Teleost türlerinde, folikül ve gelişen embriyo için, besin depo ederler (Geldiay, 1981). Balıklarda oosit olgunlaşması genomik olmayan, olgunlaşmayı uyaran hormon (MIH) etkisiyle regüle edilirken, yumurtlamada genomik regülasyon ile gerçekleştirilir (Nagahama ve Yamashita, 2008).

Testis

Memeli hayvanlar dışındaki gruplarda, vücut içinde yer alırken, memelilerde skrotum adı verilen bir çift kese içerisinde bulunur. Tüm omurgalılarda, testisler etrafı bağ dokusu ile çevrili olan seminifer tübülleri, interstisyel hücreler ile kan damarlarını içeren erkek üreme organıdır. Hem endokrin hem de ekzokrin bir bez olarak görev yapar. Ekzokrin salgı ürünü sperm, iken endokrin salgısı ise steroid yapıdaki hormonlardır (Geldiay,1981). Steroid hormonlar, seminifer tübülleri arasında bulunan ve farklılaşmamış olan bağ dokusundaki hücreler tarafından salınırlar. Spermatogenesiz ise seminifer tübüllerinde gerçekleşir (Song ve

ark., 2022). Mevsimsel üreme gösteren birçok türde, üreme dönemi dışında, sperm oluşumunda bir ara peryot bulunur. Sperm oluşumu memeli ve kuşlarda, senkronize ve kesintisiz devam ede. Poikiloterm omurgalılarda ise iki değişik aşama göze çarpar, bunlar; 1- Sperm hücrelerinin oluşumu (spermatitden spermatozoanın meydana gelişi. İk2- Olgun spermatozoanın salınarak kanal sistemine ulaşması. Bu hayvanlarda sperm bırakımı ancak üreme döneminde olur (Uribe ve ark., 2015). Testis steroidlerinin en önemlilerinden biri, androjen lerdir. İnterstitial hücreler (leydig hücreleri) tarafından salgılanırlar. Leydig hücreleri tüm memelilerde varken, kuşlarda salgısından söz edilebilir. Daha alt grup omurgalıların da bir kısmında bulunurken, diğerlerinde bulunmayabilir. Bazı Teleost, Urodela ve kaplumbağalarda bulunmaz (Geldiay, 1981). Tüm omurgalılarda hipotalamus- hipofiz-testis ekseninde gonadotrofik bir kontrol söz konusudur. Hipofizden salgılanan interstitial hücreleri uyarıcı hormon (ICSH) ile androjen salınımı arasında feed-back mekanizması vardır. Ancak bazı alt omurgalılarda hipofiz bu anlamda işlevsizdir. Örneğin; Elasmobranchii ve Cyclostom'larda hipofiz yokken de spermler olgunlaşabilir (Geldiay, 1981). Balıklarda spermatogenez germ hücrelerinde bulunan spermatogonia, birincil spermatositler, ikincil spermatositlers permatidler ve spermatozoonlar olmak üzere aşamalı oluşurlar. Teleost'larda bu nedenle, yıl boyunca spermatogonia rezervi bulunur (Uribe ve ark., 2015).

SONUÇ

Genel anlamda omurgalı hayvanlar arasında amniyotlara göre, anamniyotlarda hem testis hem de spermatogenez açısından daha büyük bir organizasyon bulunmaktadır. (Pudney, 1995). Bunun en büyük nedenlerinden birisi, anamniyotlarda çok fazla üreme çeşitliliğinin var olmasıdır. Omurgalı hayvanların yaklaşık %48'ini oluşturan balıkların tür çeşitliliğinin çok fazla olması, dünyada farklı habitatlarda yaşıyor olmaları, çok fazla üreme çeşidine neden olmaktadır. Ayrıca anamniyot grubunun nispeten yapısal basitliği nedeniyle, Özellikle erkek üreme sisteminin temel araştırmaları için ideal deney hayvanları olarak kullanılmalarını gerekli kılmaktadır.

KAYNAKLAR

1-Geldiay,S.,1981, Karşılaştırmalı Endokrinoloji Ege Üniversitesi matbaası :İzmir

2-Zohar Y.,2021, Fish reproductive biology - Reflecting on five decades of fundamental and translational research. General and Comparative Endocrinology. 2021 Jan;300:113544. DOI: 10.1016/j.ygcen.2020.113544. PMID: 32615136; PMCID: PMC7324349.

3-Jalabert, B.,2005. Particularities of reproduction and oogenesis in teleost fish compared to mammals. *Reproduction Nutrition Development*, *45*(3), 261-279.

4-Baroiller, JF., Guiguen, Y., Fostier, A.,1999, Endocrine and environmental aspects of sex differentiation in fish. *CMLS, Cell. Mol. Life Sci.* **55**, 910–931.

5-Yaron, Z.,and Levavi-Sivan, B.,2011. Endocrine regulation of fish reproduction. *Encyclopedia of fish physiology: from genome to environment*, *2*(2), 1500-1508.

6-Sarıhan,E. ve Cengizler,İ.,2006,Temel Balık Anatomisi ve Fizyolojisi,Nobel Kitapevi,ADANA.

7-Wheeler, J. R., Segner, H., Weltje, L., and Hutchinson, T. H.,2020. Interpretation of sexual secondary characteristics (SSCs) in regulatory testing for endocrine activity in fish. *Chemosphere*, *240*, 124943.

8-DeFalco, T.,and Capel, B.,2009. Gonad morphogenesis in vertebrates: divergent means to a convergent end. *Annual review of cell and developmental biology*, *25*, 457–482.

9-Donaldson, E. M.,1973. Reproductive endocrinology of fishes. *American Zoologist*, 909-927.

10- Sargis,R.,M.,2015, An Overview of the Ovaries ,Estrogen, Progesterone, and Reproduction,www.endocrineweb.com.11/2022.

11- Johnson, A. L. 2014. The avian ovary and follicle development: some comparative and practical insights. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, *38*(6), 660-669.

12- Jones, S. M. 2011. Hormonal regulation of ovarian function in reptiles. In *Hormones and reproduction of vertebrates* (pp. 89-115). Academic Press.

13- Ogawa, A., Dake, J., Iwashina, Y. K.,and Tokumoto, T.,2011. Induction of ovulation in Xenopus without hCG injection: the effect of adding steroids into the aquatic environment. *Reproductive biology and endocrinology : RB&E*, *9*, 11.

14-Nagahama, Y., and Yamashita, M.,2008. Regulation of oocyte maturation in fish. *Development, growth & differentiation*, *50*, S195-S219.
15-Song, H., Park, H. J., Lee, W. Y., and Lee, K. H.,2022. Models and Molecular Markers of Spermatogonial Stem Cells in Vertebrates: To Find Models in Nonmammals. *Stem Cells International*, *2022*.
16-Uribe, M. C., Grier, H. J.,and Mejía-Roa, V.,2015. Comparative testicular structure and spermatogenesis in bony fishes. *Spermatogenesis*, *4*(3), e983400.
17-Pudney, J.,1995. Spermatogenesis in nonmammalian vertebrates. *Microscopy research and technique*, *32*(6), 459-497.

MEYVE HASAT OTOMASYONUNDA KULLANILAN MEYVE TANIMLAMA SİSTEMLERİ

M. Barış EMİNOĞLU , Uğur YEGÜL

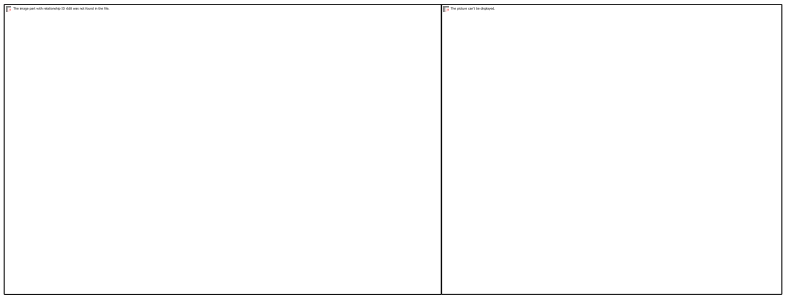
Dr., Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü,
ORCID: 0000-0003-3264-3636 (sorumlu yazar)
Dr., Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, ORCID: 0000-0003-2139-4080

Meyve üretimi gerek sofralık tüketim gerekse gıda endüstrisinde insan beslenmesi ve ülke ekonomisi açısndan önem taşımaktadır. Meyve hasadı, meyve yetiştiriciliğinin iş gücü ve üretim maliyeti açısından en büyük payını oluşturmaktadır. Günümüze kadar bu konuda yapılan araştırmalardan elde edilen sonuçlar (Gezer, 2001; Ünal, 2005; Burks vd; 2005)bu durumu desteklemektedir.

Meyve hasadı, genel olarak üç ana yöntemle yapılmaktadır. Meyvelerin elle hasadında, olgunlaşan meyveler el ile tutularak sapın etrafında dönderilerek ana bitkiden ayrılmaktadır. Bu yöntem özellikle sofralık ve kolay zedelenebilen meyvelerin hasadında kullanılmaktadır. Meyvelerin mekanik yöntemlerle hasadında ağaç tacı üzerindeki meyveler mekanik olarak hasat edilmektedir. Bu yöntemde mekanik etkiler nedeniyle meyve zedelenmesi fazla olmaktadır. Endüstriyel amaçla kullanılan meyvelerin hasadında bu yönteme başvurulmaktadır. Yarı mekanik yöntemlerle meyve hasadında ise meyveyi ana bitkiden ayırma işlemi elle yapılırken; diğer tüm işlemler mekanik olarak gerçekleştirilmektedir. Bu açıdan bakıldığında yarı mekanik yöntemlerde kullanılan ekipmanlar el işçiliği ile mekanik hasadı birleştirmektedir.

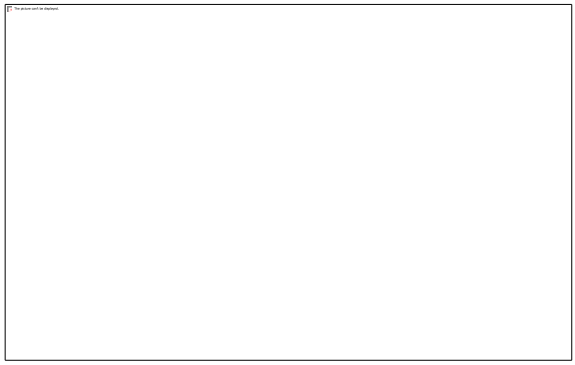
Meyve hasat işçiliği ve hasat masraflarının yüksek olması, kalifiye hasat işçiliğinin ulaşılabilir olmaması, dünya genelinde yaşanan salgın hastalıklar ve savaşlar; meyve hasadında insanın iş gücü yerine otomasyon uygulamalarının geliştirilmesine neden olmaktadır.

Meyve hasadında otomasyon uygulamaları denildiğinde akla meyvelerin robotlarla hasadı gelmektedir. Bu otomasyon uygulamaları Şekil 1'de görüldüğü gibi insansız kara veya hava araçları ile yapılabilmektedir.



Şekil 1 İnsansız kara aracı(a) (Silwal vd., 2017), insansız hava aracı(b) (Anonim a, 2022)

Meyve hasat otomasyonunda kullanılan bu robtik uygulamalar genel olarak Şekil 2'de görülen üç ana bölümde incelenebilmektedir.



Şekil 2 Meyve hasat robotunun bileşenleri (Bachche, S. 2015)

Bu ana bileşenler, meyvelerin tanımlanmasının ve konumunun doğrulandığı tanımlama sistemi, tutma ve daldan ayırma işlemlerinin yapıldığı toplama sistemi, seralarda veya bahçelerde çalışma sırasında hareketi sağlayan hareket düzeni.

Bu bölümde meyvelerin tanımlanmasını sağlayan donanım ve yazılımlara hakkında bilgi verilerek akademik çalışmalarda yer bulmuş meyve tanımlama sistemlerine yer verilecektir.

Meyve Tanımlama Sistemleri

Meyve hasadı yapan robotlar öncelikle meyveyi diğer cisimlerden ayırmalıdırlar. Bu işlem görüntü işleme tekniği ile yapılmaktadır. Bu işlemin yazılım ve donanım olmak üzere iki ana bileşeni bulunmaktadır.

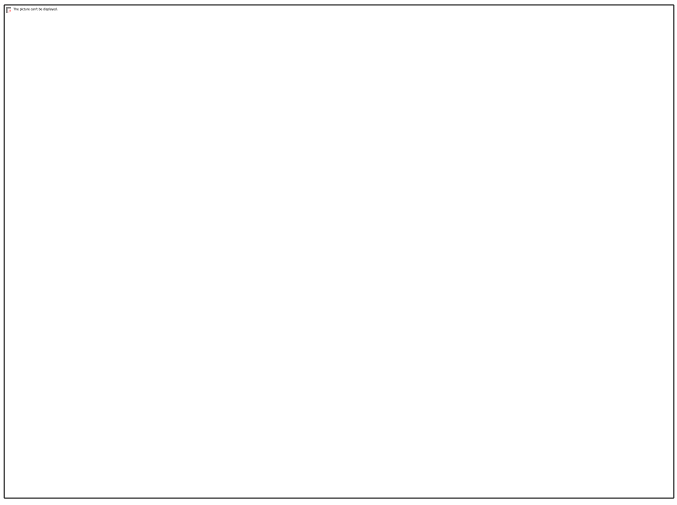
Donanımsal bileşen bir veya birden çok sayıdaki kameradan oluşabilmektedir. Meyve hasat otomasyonu ile ilgili çalışmalarda en çok kullanılan kameralar; monoküler, stereo kameralar, spektral ve termal kameralar; en çok kullanılan algoritmalar ise renk, şekil ve doku tabanlı analiz ve sinir ağları yaklaşımlarıdır.

Gongal vd. (2015) yaptıkları çalışmada meyve hasadı otomasyonunda meyve özelliklerine göre kullanılan farklı kamera tiplerini ve görüntü sınıflandırma yöntemlerine göre yaptıkları değerlendirmelere yer vermişlerdir. Siyah/beyaz kameralar farklı aydınlatma koşullaından etkilenmedikleri halde renk bilgsinin eksikliği olumsuz yönü olarak belirtilmiştir. İnceledikleri literatür çalışmalarında geometrik özelliklere göre yapılan değerlendirmelerde kullanıldığında %68-75 arasında meyve tanmlama doğruluğu elde edildiğini vurgulamışlardır. Renkli kameraların, renk doku ve geometrik bilgi sağlamalarına rağmen aydınlatma koşullarından etkilendiğini vurgulamışlardır. İnceledikleri literatür çalışmalarında renk özelliklere göre yapılan değerlendirmelerde kullanıldığında elma ve turunçgiller için %80-85 arasında meyve tanmlama doğruluğu elde edildiğini vurgulamışlardır. Renkli kameralarla birlikte kullanılan yapay zeka algoritmaları çeşitlilik göstermektedir. Spektral kameralar, farklı dalga boyları ve

renk bilgisi sağlamakla birlikte yapılan değerlendirmelerin zaman alması bakımından olumsuz oldukları belirtilmiştir. Termal kameraların meyve ve resimdeki diğer cisimlerin renklerinin aynı olması durumunda kullanılabileceği, bitki boyutundan etkilenme ve günün her saatinde uygulanamaması olumsuz yönleri olarak değerlendirilmiştir.

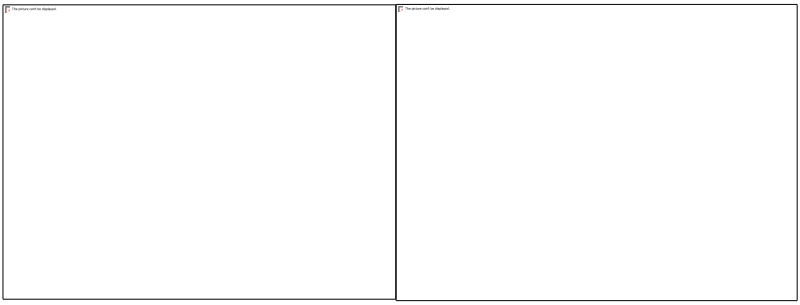
Grand D'Esnon vd. 1987 yılında elma hasadı için geliştirdikleri robotik hasat uygulamalarının ilk örneklerinden olan "MAGALLI" isimli projeye ait sistemde meyvelerin tanımlanması amacıyla üç adet renkli CCD (Charge Coupled Device) kamera kullanmışlardır (Şekil 3).

Bu kameralarla birlikte kullandıkları 950, 650 ve 550 nm dalga boyundaki filitrelerle hangi pikselin meyveye hangisinin yaprak ve dal gibi diğer cisimlere ait olduğunu belirlemeye çalışmışlardır.



Şekil 3 Elma hasadı için geliştirien robot kol (Grand D'Esnon vd. 1987)

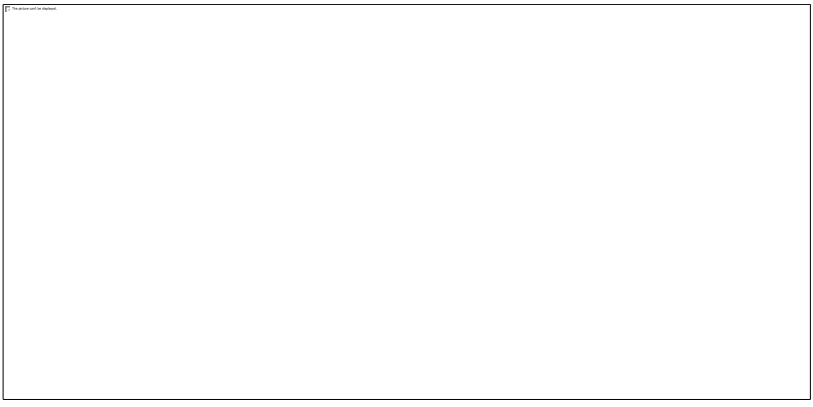
Yang vd. (2007) yılında domates serasında yaptıkları çalışmada farklı uzaklıklarda yer alan domates salkımlarındaki olgun domatesleri belirlemek amacıyla bir sistem geliştirmişlerdir. Geliştirlen sistem renkli bir stereo kamera, meyveleri diğer cisimler ve parazitlerden ayırmak için CLG (Color Layer Growing) yöntemini kullanmışlardır. Kullanılan resim çözünürlüğünün 600x480 olduğu belirtilmiştir.Bu çalışmada kamera meyve salkımlarında 32~35cm, 50~53cm ve 65~68cm uzaklıklara konularak kameranın meyvelere olan uzaklığı belirlenmeye çalışılmıştır.



Şekil 4 Ham resim (solda), tanımlanmış meyve salkımları (sağda)
(Yang vd., 2007)

Şekil 4'de görüldüğü üzere kamera ile alınmış görüntü yazılımlarla işlendikten sonra olgun meyvelerin bulunduğu salkımları tespit edebilmiştir. Meyve salkımlarının kameraya uzaklığını belirlemek için yapılan testlerin sonucunda meyve salkımlarının ölçülen maksimum uzaklıkları ile hesaplanan uzaklık değerlerinin birbirine oldukça yakın olduğu belirtilmiştir.

Thendral vd. (2014) internet ortamından rastgele seçilen doğal ışık altında çekilmiş fotoğraflardan portakal görüntülerini tanımlamak için yaptıkları çalışmada renk ve kenar belirleme temelli metodları karşılaştırmışlardır.

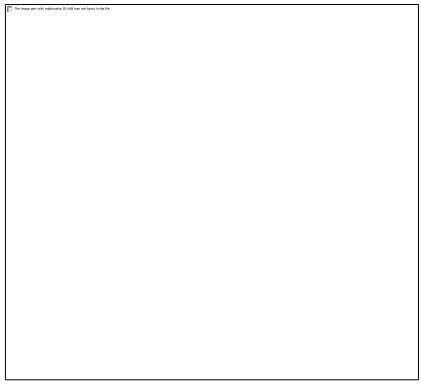


Şekil 5 Orijinal resim(solda) ve kenar belirleme temelli yönteminden elde edilen resim (sağda) (Thendral vd. 2014)

Şekil 5'de solda görülen resim bir kenar belirleme algoritması ile elde edilen eşik değerler kullanılarak sağdaki resme dönüştürülmüştür.

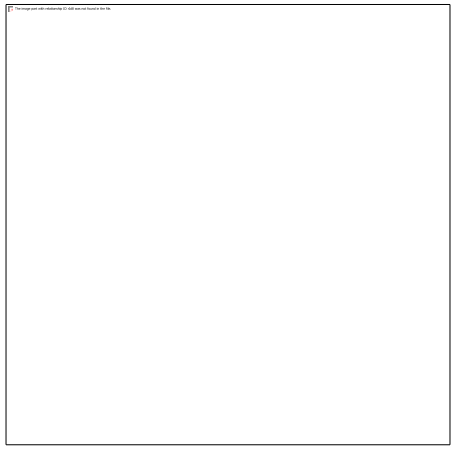
Renk belirleme temelli algoritmada ise resim öncelikle bir filitre kullanılarak işlenmiş ardından L*a*b renk uzayına dönüştürülmüştür. "a" renk düzlemine ait

pikseller meyve bölgesinin kaba tesbiti için kullanılmıştır. Tesbit edilebilen pikseller "1" ile tespit edilemeyenler "0" ile tanımlandı. Böylece resimde "1" oalarak tespit edilenler beyaz, "0" olarak tesbit edilenler siyah renkle Şekil 6'da gösterilen forma dönüştürülmüştür.



Şekil 6 İkili kodlama ile ifade edilen meyve görseli (Thendral vd. 2014)

Şekil 6'daki resimde meyveyi temsil etmeyen küçük görüntüler ortadan kaldırılmış, boşluklar doldurulmuş ve Şekil 7'de meyvenin geometrik yapısını gösteren resim elde edilmiştir.



Şekil 7 Renk belirleme temelli algoritmanın son çıktısı (Thendral vd. 2014)

Thendral vd. (2014) yaptıkları bu çalışmada rastgele seçtikleri portakal meyvesine ait yirmi adet görüntüyü iki farklı görüntü işleme algoritmasıyla değerlendirmişler; renk belirleme temelli algoritma ile %85 başarıya ulaşırken kenar temelli algoritma ile meyve belirlemede başarıya ulaşamadıklarını belirtmişlerdir.

Wang vd. (2009) yaptıkları çalışmada SVM (support vector machine) yaklaşımı ile meyvelerin tanımlanmasında renk ve şekil belirleme esasına dayanan yöntemleri karşılaştırmışlardır. Çalışmada 640×480 piksel 24-bit RGB renkli görüntüler kullanılmıştır. Çalışmada SVM yaklaşımına ait farklı üç fonksiyonun başarısı değerlendirilmiştir. Meyve tanımlama yüzdesi %93.3 değeri ile en yüksek renk ve şekil belirleme temelin beraber kullanıldığı RBF fonsiyonu için belirlenmiştir.

Bulanon vd. (2002) yılında *Fuji* cinsi elmaların robotik hasat sistemleri tarafından tanımlanması için yürüttükleri çalışmada dört farklı aydınlanma koşulu için üç farklı renk modelini kıyaslamışlardır. Çalışmada renkli CCD kamera kullanılmıştır. Kameradan alınan görüntü 320x240 piksel 24-bit RGB renk verisi şeklindedir. Aydınlanma faktörü olarak önden aydınlatma, arkadan aydınlatma, meyvenin gölgelenmesi ve bulutlu koşulda meyve resimleri alınmıştır. Önden aydınlatma koşulunda güneş ışığı kameranın arkasından gelecek şekilde kamera konumlandırılmış, arkadan aydınlatma koşulunda ise güneşin meyvenin arkasından geldiği durumda resimler alınmıştır.

Resimlerdeki pikselleri analiz etmek için uygulanan RGB renk modelinde kırmızı (R), yeşil (G), mavi (B) piksel yoğunlukları 0-255 arasında tanımlanmaktadır.

İkinci analiz yöntemi olan rg-kromatiklik metodunda üç kromatik katsayı ile bir diyagram yardımıyla renk yoğunluğu bulunmaktadır. Bu katsayılar basit olarak aşağıdaki gibi gösterilebilir.

$$r = \frac{R}{R+G+B}$$

$$g = \frac{G}{R+G+B}$$

$$b = \frac{B}{R+G+B}$$ (Bulanon vd., 2002)

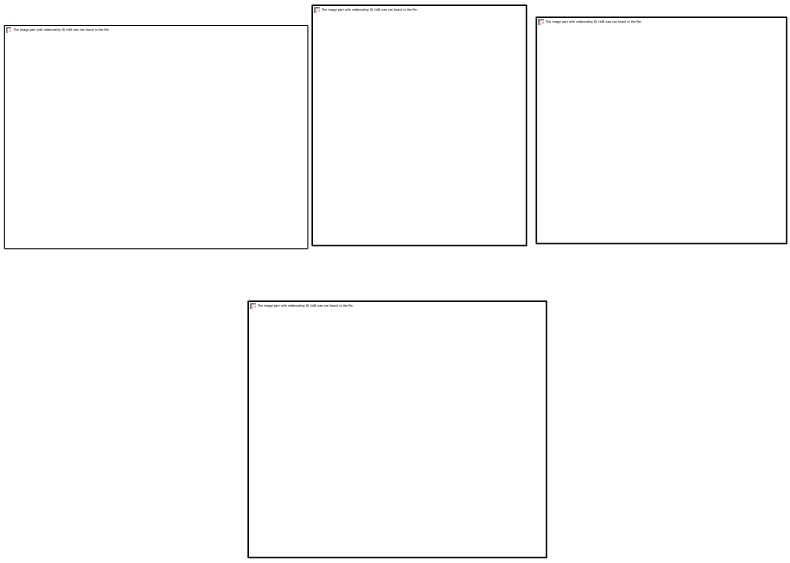
Bu yöntemde sadece "r" ve "g" katsayıları kullanılmaktadır.

Üçüncü yöntem olan LRCD modelinde RGB değerleri parlaklık ve renk sinyallerine dönüştürülmektedir. Aşağıdaki eşitlik yardımıyla parlaklık (Y)

değeri hesaplanarak kırmızı, yeşil ve mavi piksel yoğunluklarının parlaklık fak değerleri (C_R, C_G, C_b) elde edilmiştir.

$Y = 0.299xR + 0.587xG + 0.114xB$
$C_R = R - Y$
$C_G = G - Y$
$C_B = B - Y$ (Bulanon vd., 2002)

Bu yöntemle elde edilen görüntüler Şekil 8' de verilmiştir.



Şekil 8 Elma görüntüsünün(a); RGB (b); r-g kromotiklik (c) ve LRCD (d) modelleri ile elde edilen görüntüleri (Bulanon vd., 2002)

Çalışmanın sonuçları değerlendirildiğinde özellikle arkadan aydınlatma koşulunda yüksek tanımlama oranı, düşük sinyal bozulması ile üç yöntem arasından r-g kromatiklik modeli ile oluşturulan karar fonksiyonunun başarılı olduğu belirtilmiştir. Önden aydınlatma, gölgeleme ve bulutlu koşullarında üç modelin tanımlama başarısının kabul edilebilir düzeyde olduğu belirtilmiştir. RGB ve LCRD modellerinin aydınlatma koşullarından etkilendiği belirtilmiştir. r-g kromotiklik modelinde ise parlaklık değeri renk değerlerinden ayrıştıldığı için sadece renk tonu ve doygunluğa odaklanılmaktadır. Bu nedenle ortalama bir karar fonksiyonu için farklı aydınlanma koşullarında kullanışlı olduğu belirtilmiştir.

Yapılan çalışmalarda farklı meyvelerin tanımlanması için farklı kamera ve senörler, farklı algoritmalar kullanılmıştır. Meyve parsellerinde toplanacak ürün yakınında yapraklar, dallar, destek kabloları, olgunlaşmamış ürünler gibi pek çok farklı nesne yer almaktadır. Olgun meyve dışındaki bu nesneler meyvenin tanınmasını zorlaştırmaktadır. Bununla birlikte hastalıkların neden olduğu doku ve renk değişimleri de meyvenin tanımlanmasını zorlaştırmaktadır. Bazı meyveler kümelenme şeklinde dallarda bulunabilmektedir. Bu durum meyvenin tanınmasını zorlaştırmaktadır. Meyve tanımlama sistemlerinin başarısı azaltan en önemli faktörlerden bir tanesi meyve ağaçlarının yetiştirilme yöntemleridir. Bu konuda yapılan çalışmalarda meyve ağacı terbiye sistemleri ve seyreltme budaması gibi işlemlerin yapılması önerilmektedir (Silwal vd., 2017). Meyve duvarı (Saeys ve Nguyen, 2012) olarak anılan yetiştirme sistemlerine geçiş yapılması, geniş taclar yerine dar tacların oluşturulması ve meyvelerin tacın dış tarafında olacak şekilde budama işlemlerinin yapılması faydalı olacaktır.

Kaynakalar

1. Anonim a, 2022. Web adresi: https://ndion.de/en/flying-
2. autonomous-robots-an-autonomous-drone-as-a-harvest-helper/
3. Bachche, S. (2015). Deliberation on design strategies of auto
4. matic harvesting systems: A survey. Robotics, 4(2), 194-222.
5. Bulanon, D. M., Kataoka, T., Ota, Y., Hıroma, T., 2002. A
6. Color Model for Recognition of Apples by a Robotic Harvesting System, Journal Of The Japanese Socıety Of Agrıcultural Machınery, 2002, Volume 64, Issue 5, Pages123-133,
7. Burks, T., Villegas, F., Hannan, M., Flood, S., Sivaraman, B.,
8. Subramanian, V. And Sikes, J. 2005..Engineering and Horticultural Aspects of Robotic Fruit Harvesting:
9. opportunities and Constraints. HortTechnology January-March 2005 15(1)
10. Gezer, İ., 2001. The situation of mechanical fruit harvesting in
11. Turkey. 20th National Congress of Agricultural
12. Mechanization, Şanlıurfa, p. 251-256.
13. Gongal, A., Amatya, S., Karkee, M., Zhang, Q., Lewis, K.,
14. 2015. Sensors and systems for fruit detection and
15. localization: A review, Computers and Electronics in Agriculture, Volume 116, Pages 8-19, ISSN 0168-1699,
16. https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.05.021.
17. Grand D'Esnon, A, Rabatel, G., Pellenc, R., Journeau, A and
18. Aldon, M.J. 1987."MAGALI": a self-propelled robot to pick apples ASAE Paper 87-1037, St. Joseph, MI 49085
19. Saeys, W., & Nguyen, T. T. (2012). CROPS project deliverable
20. 6.3: Report on the plantation and pruningmethods to have fruit readily suited for automated harvesting.
21. Leuven, Belgium: KU Leuven.
22. Silwal, A, Davidson, JR, Karkee, M, Mo, C, Zhang, Q, Lewis,
23. K. Design, integration, and field evaluation of a robotic
24. apple harvester. *J Field Robotics*. 2017; 34: 1140–
25. 1159. https://doi.org/10.1002/rob.21715
26. Thendral, R., A. Suhasini A. and Senthil, N., 2014. "A
27. comparative analysis of edge and color based
28. segmentation for orange fruit recognition," 2014
29. International Conference on Communication and Signal Processing, 2014, pp. 463-466,
30. doi: 10.1109/ICCSP.2014.6949884.
31. Ünal, H. 2005. Ceviz Yetiştiriciliğinde Hasat ve Hasat Sonrası
32. Mekanizasyon Uygulamaları. Bahçe Ceviz 34 (1):
33. 193– 203
34. Wang, J. -j., Zhao, D. -a., Ji, W., Tu, J-j., and Zhang, Y., 2009.

35."Application of support vector machine to apple recognition using in apple harvesting robot," 2009 International Conference on Information and Automation, 2009, pp. 1110-1115, doi: 10.1109/ICINFA.2009.5205083.
36. Yang, L., Dickinson, J., Wu, Q. M. J. and Lang, S., 2007.
37."A fruit recognition method for automatic
38. harvesting," *2007 14th International Conference on Mechatronics and Machine Vision in Practice*, 2007, pp.
39. 152-157, doi: 10.1109/MMVIP.2007.4430734.

AKTİF KARBON ÜRETİMİ VE AHŞAP ESASLI LEVHA ÜRETİMİNDE KULLANIMI

Öğr. Gör. Dr. Mehmet Emin ERGÜN[1]
Araş. Gör. Dr. İsmail ÖZLÜSOYLU[2]

[1]Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi,
Akseki Meslek Yüksek Okulu, Ormancılık Programı, Akseki,
[2]Antalya, Türkiye ORCID: 0000-0002-9938-7561
Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi,
Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bartın, Türkiye
ORCID: 0000-0002-0391-4794

1. Giriş

Dünya üzerinde sanayileşmenin hızlanması ve nüfusun artması farklı endüstri alanları için hammadde sağlayan doğal kaynakların tüketimini arttırmaktadır. Artan tüketim ve sürdürülebilirliğe yeterince önem verilmemesinden dolayı oluşan baskı, en büyük hammadde kaynaklarından olan ormanların önemli şekilde etkilenmesine neden olmaktadır (Ekti, 2013; Güven ve Demirci, 2019). Bu etkiden ormanların yanında diğer doğal kaynaklar da zarar görmekte bunun sonucunda da farklı çevresel sorunlarla karşılaşılmaktadır (Komut, 2016). Bu nedenle doğal kaynak tüketimine dikkat edilmesi, yeterli korumanın sağlanması ve bu kaynaklardan elde edilen ürünlerin en uygun hizmet ömrünü verecek şekilde tasarlanması gerekmektedir. Son dönemde bu amaçlara yönelik farklı metotlar ve yenilikçi yaklaşımlar geliştirilmekte ve endüstriyel olarak uygulanmaktadır (Özlüsoylu, 2021).

Yapısının tamamı ya da belli kısmı odun içeren bir malzeme olarak da tanımlanabilen ahşap esaslı kompozitler odun ve/veya farklı ligno-selülozik hammaddelerin küçük boyutlu parçalara bölünmesi ile elde edilen yongaların, ürün çeşidine göre liflendirilerek tutkal ilavesi ile istenilen boyut ve şekilde preslenmesi ile elde edilmektedir (İstek vd., 2017). Son yıllarda çevreci, yenilenebilir ve sağlık açısından olumlu özelliklere sahip malzemelere olan talep, bu özellikteki ürünlerin daha fazla tercih edilmesini sağlamaktadır. Bu açıdan bakıldığında masif ahşap ile odun ve diğer lignoselülozik hammaddelerden elde edilen kompozitlerin kullanımı da gün geçtikçe artış göstermektedir (Öztürk, 2003; İstek ve Özlüsoylu, 2016). Genel olarak ağaç malzemede olduğu gibi odun esaslı kompozitler de sahip olduğu fiziksel ve mekanik özellikler, işlenme kolaylığı, estetik yapısı, renk-desen çeşitliliği, çevresel katkıları, üretim açısından gerekli talebi karşılayabilmesi gibi olumlu özellikleri sayesinde farklı kullanım yerlerinde tercih edilmektedir (Eroğlu ve Usta, 2000; Özlüsoylu ve İstek, 2015; Boztoprak ve Ergün, 2017; Ergun, 2021). Ahşap kompozitler özellikle yapısal alanda inşaat ve dekorasyonda, iç mekanlarda mobilya malzemesi olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Özellikle ahşabın sürdürülebilir yapıda olması yapısal alanda alternatiflerine göre daha çok tercih edilme eğiliminde olmasını sağlamaktadır (Kim vd., 2002; Seo vd., 2016; Bednarek ve Kaliszuk, 2007).

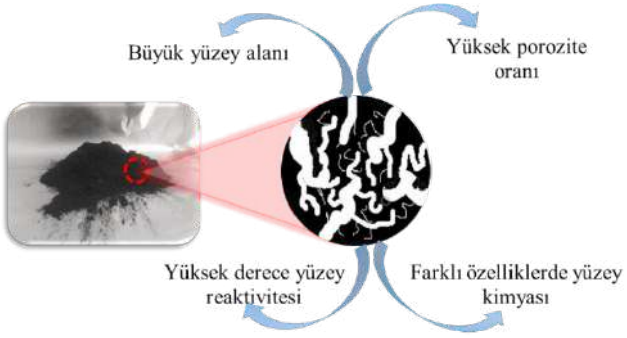
Aktif karbon düşük maliyetli inorganik veya organik hammaddelerden fiziksel ya da kimyasal aktivasyon neticesinde yüksek yüzey alanı, yüksek gözeneklilik ve çok yönlü yüzey işlevselliğine sahip malzemelerdir. Aktif karbon, gaz adsorpsiyonu, kirleticilerin uzaklaştırılması, su arıtma ve enerji vb. alanlarda etkili uygulamalar için çeşitli şekillerde uzun yıllardır faydalanılmaktadır (Nille vd., 2021). Son yıllarda aktif karbonun mevcut kullanım alanlarının yanı sıra ahşap esaslı levha üretiminde kullanılmasına

yönelik farklı çalışmalar yapılmaktadır (Sözbir vd., 2022; Wang vd., 2022; Zamani vd., 2021).

Bu çalışmada aktif karbon üretim yöntemleri, kullanılan hammaddeler, kullanım alanları hakkında bilgi verilip, aktif karbon kullanımının ahşap esaslı levhaların fiziksel, mekanik ve formaldehit emisyonu üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla literatürde yer alan aktif karbon ve ahşap esaslı levha üretiminde kullanımı üzerine yapılan çalışmalar irdelenmiş elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

2. Aktif Karbon Üretimi

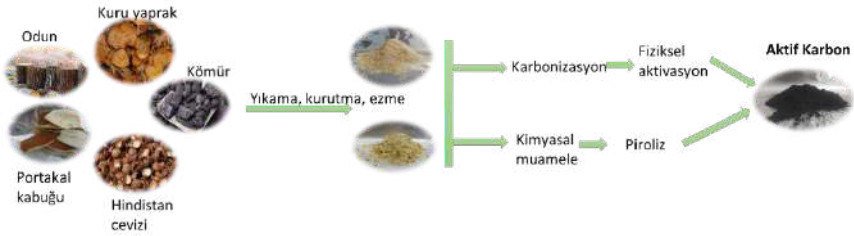
Aktif karbonun özellikleri üzerinde üretim yöntemi, kullanılan aktivasyon ajanı ve miktarı, üretim sıcaklığı ve kullanılan hammadde gibi birçok parametre etkili olmaktadır. Aktif karbonun önemli özellikleri Şekil 1'de verilmiştir. Aktif karbon üretiminde kullanılan hammadde ve üretim yöntemi aktif karbonun özelliklerini belirlemektedir.



Şekil 1. Aktif karbonun önemli özellikleri

2.1. Aktif Karbon Üretim Yöntemleri

Aktif karbonlar fiziksel ve kimyasal aktivasyon yöntemi olmak üzere iki farklı yöntemle üretilmektedir. Bu yöntemler aracılığıyla üretilen aktif karbonların gözenek şekilleri ve boyutları farklılık göstermektedir (Ali, 2010). Fiziksel aktivasyon yöntemiyle aktif karbon üretimi ilk olarak kullanılan hammaddenin karbonizasyonunu ve ardından onu aktive etmeyi içerir (Ioannidou ve Zabaniotou, 2007; Williams ve Reed, 2004). Öte yandan, kimyasal aktivasyon yöntemiyle aktif karbon sentezinde kullanılan hammadde aktive edici bir kimyasal ile muamele edilir ve sonra bu muamele edilmiş hammadde inert bir gaz ortamında piroliz edilir (Azam vd., 2022). Her iki yöntemin üretim şeması aşağıda verilmiştir.



Şekil 2. Aktif karbon üretim yöntemleri

2.1.1. Fiziksel Aktivasyon

Fiziksel aktivasyon yöntemiyle aktif karbon sentezinde önce kullanılan hammadde karbonize edilir. Daha sonra karbonize edilen hammadde buhar, atmosferik hava veya karbondioksit (CO_2) ya da bunların karışımları gibi oksitleyici gazlar altında 800 ºC-1000 ºC arasında aktivasyon edilir. Genel olarak, aktif karbonun üretimde kullanılan hammaddenin karbonizasyonu onu düşük aktiviteli ve yüzey alanlı kömüre dönüştürür (Cuhadaroğlu ve Uygun, 2008). Özellikle bu karbonizasyon, aktif karbon üretimi yapılan hammaddenin uçucu madde içeriğini düşürür ve ortaya çıkan kömürdeki sabit karbon içeriğini artırarak, gözenekliliğin gelişmesini destekler (McDougall, 1991). En yaygın kullanılan aktivasyon ajanları, karbon üzerindeki reaksiyonların endotermik olması nedeniyle karbon dioksit ve buhardır. Aktif karbonların gözenekli dokusu üzerinde bu iki aktive edici ajan arasında önemli farklılıklar gözlenmiştir (Linares-Solano ve Cazorla-Amorós, 2008; Gaur, ve Sharma, 2006). CO_2'nin daha büyük mikro gözenek hacmine sahip gözenekler oluşturmasına rağmen daha dar mikro gözenek boyut dağılımına sahip olduğu ifade edilmiştir (Cao vd., 2002).

2.1.2. Kimyasal Aktivasyon

Kimyasal aktivasyon yönteminde aktif karbon üretiminde kullanılan hammaddeler çinko klorür, fosforik asit, potasyum hidroksit, sülfürik asit, hidroklorik asit, sodyum hidroksit gibi belirli oranlardaki kimyasal maddeler ile muamele edilir. Hammadde ve kimyasal madde karışımı belli bir sıcaklık altında bekletildikten sonra kurutulup atmosferik hava veya inert (azot ya da argon) ortamda altında 400°C ile 1000°C arasında piroliz işlemine tabi tutulur. Atmosferik hava, nitrojen veya argon gibi hava akışı sağlayan gazların uygulanması piroliz sırasında malzemede iç gözenekliliği arttırır. Daha sonra, üretilen aktif karbon su ile nötr pH'a gelinceye kadar yıkanır, ardından da kurutma işlemi gerçekleştirilir. Tüm aktivasyon ajanları, katran ve diğer yan ürünlerin oluşumunu engellemek ve dehidre etmek amacıyla kullanılmaktadır (Lee vd., 2014).

Aktif karbonların üretiminde kullanılan kimyasal aktivasyon yönteminin fiziksel aktivasyon yöntemine göre bazı avantajları vardır. Kimyasal aktivasyonda tek aşamalı ısıtma ile üretim gerçekleştirilir. Ayrıca kullanılan hammaddeden daha yüksek verim ile yüksek mikro gözeneğe sahip aktif karbon üretimi sağlanabilir. Daha yüksek kül içeriğine sahip hammaddeler için kimyasal aktivasyon yöntemiyle üretim daha uygundur. Bu avantajlarının yanı sıra, kimyasal aktivasyon, daha düşük sıcaklık, daha kısa aktivasyon süresi ve istenen sonucu elde etmek için iç gözenekliliğin gelişimini iyileştirmeye yardımcı olabileceğinden dolayı sıklıkla tercih edilmektedir (Chayid ve Ahmed, 2015). Piroliz işleminden sonra üretilen aktif karbonlarda bulunan fazla kimyasalların yıkanarak ortamdan uzaklaştırılma gerekliliği, korozif aktifleştirici ajanların kullanılması ve üretim maliyetlerini arttırması kimyasal aktivasyonun dezavantajlarındandır (González-García, 2018).

2.2. Kullanılan Hammaddeler

Aktif karbon üretiminde aktif karbonun fizikokimyasal ve adsorpsiyon özellikleri, makro, mikro, mezo yapıları ve uygulama alanları kullanılan hammaddeler ile doğrudan ilişkilidir. Karbon açısından zengin olan ve karbonize edildiğinde hücreleri bozulmadan boşluklu olarak kalabilen çoğu organik malzemeden, gözenekli bir karbon meydana getirilebilir. Bununla birlikte, aktif karbon üretimi için ana materyalin seçimi temel olarak bazı kriterlere uyması gerekmektedir (Marsh ve Reinoso, 2006). Bunlar:

- Düşük inorganik madde
- Temin edilebilirlik ve düşük maliyet
- Depolama sırasında ve sonrasında düşük bozulma
- Aktivasyon kolaylığı (Gündoğdu, 2010)

Aktif karbon üretiminde fiziksel ve kimyasal aktivasyon için kömür, linyit, turba, odun, talaş, fındık kabuğu, meyve kabuğu ve çekirdeği gibi hammaddeler kullanılır (Hsu ve Teng, 2000). Lignoselülozik hammaddeler aktif karbon üretimi için kullanılan hammaddelerin yaklaşık %45'ini oluşturur. Düşük inorganik malzeme içerikleri, düşük kül içerikli aktif karbonlar üretmek için önemlidir. Ancak üretim sürecinin kontrolü için nispeten yüksek uçucu içeriği de gereklidir. Her iki özellik de aktif karbon üretimi için kullanılan çoğu lignoselülozik malzemede ortaktır. Aktif karbon üretiminde yaygın bir şekilde talaş halindeki iğne yapraklı ağaçlardan faydalanılsa da hindistan cevizi ve meyve kabukları gibi hammaddeler, birçok aktif karbon türü için popülerdir. Çünkü bunların nispeten yüksek yoğunlukları, sertlikleri ve uçucu içerikleri aktif karbon üretimi için oldukça uygundur. Tüm bu lignoselülozik hammaddelerden kimyasal aktivasyon yöntemiyle %20 ile %30, fiziksel aktivasyon yöntemiyle ise %10 civarında

verimle aktif karbon üretimi gerçekleştirilir (Toles vd., 2000; Heidarinejad vd., 2020).

İnorganik hammadde olarak taşkömürleri hem ucuz hem de iyi gelişmiş gözenekli yapılara sahip, daha pahalı ve sert karbonların üretiminde kullanılabildikleri için birçok ülkede tercih edilmektedir. Taş kömüründen elde edilen aktif karbonların verimi lignoselülozik malzemelerden üretilen aktif karbon veriminden daha fazla olup yaklaşık %30'un üzerindedir. Linyit kömüründen üretilen aktif karbonlar ise yüksek kül ve kükürt içeriğine sahip olmasından dolayı kükürt ve kül miktarının azaltılması amacıyla ön işleme ihtiyaç duyar (Marsh ve Reinoso, 2006).

2.3. Kullanım Alanları

Aktif karbon özellikle madencilik, tekstil ürünleri, elektronik, galvanik kaplama ve petrokimya endüstrilerinde üretim prosesi sırasında ortaya çıkan ve atık sulara karışan ağır metallerin adsorpsiyonu ve bunların insan, hayvan ve bitkiler üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak amacıyla sıklıkla kullanılmaktadır (Chuah vd., 2005). Genellikle ağır metal iyonları asidik pH'ta aktif karbonun gözeneklerinde elektrostatik olarak tutunmaktadır. Bu elektrostatik etkileşim ise aktif karbonlardaki oksijenli asidik yüzeylerin güçlü etkileşimi ile bağlantılıdır (González-García, 2018).

Aktif karbonun kullanım alanlarından elektrokimyasal çift katmanlı kapasitörler, nispeten yeni enerji depolama sistemleridir. Elektrokimyasal çift katmanlı kapasitörler, dielektrik kapasitörlerden daha yüksek bir enerji yoğunluğu ve pillerden daha yüksek bir güç yoğunluğu sağlar. Mikro gözeneğe sahip aktif karbonlar, elektrokimyasal çift katmanlı kapasitör elektrotları yapmak için kullanılan ana malzemelerdendir (Faraji ve Ani, 2015). Çünkü bunların elektrokimyasal inertliği, nispeten yüksek elektrik iletkenliği ve geniş yüzey alanı kapasitans değerlerini artırır (Béguin vd., 2014). Günümüzde, bu tür karbon malzemeleri çoğunlukla sürdürülebilir ve bol miktarda doğal kaynaklardan, düşük-orta maliyetlerle elde edilmekte ve bu da onları endüstriyel uygulamalar için çekici kılmaktadır. Ek olarak, aktif karbonlarda oksijen içeren polar fonksiyonel grupların (hidroksil, karboksil, karbonil, kinin ve diğerleri) varlığı, bunların hidrofilikliğini ve sulu elektrolitler için erişilebilir yüzey alanını arttırdığı belirtilmektedir (Wei ve Yushin, 2012).

Gaz, petrol ve ahşap levha endüstrisinde hem üretim hem de kullanım sırasında ortamda uçucu organik bileşikler açığa çıkması insan ve çevre sağlığı açısından bazı olumsuzluklara neden olmaktadır. Benzen ve toluen ve formaldehit gibi zehirli kimyasallardan oluşan bu havadaki kirleticiler, çalışanlar ve nihai kullanıcılar üzerinde uzun süreli olumsuz sonuçlar doğurabilmektedir.

Bu bileşiklere tekrar tekrar maruz kalmak, gastrointestinal bozukluklara, solunum yolu hastalıklarına, kansere ve hatta ölüme neden olabilmektedir. Çalışan güvenliğini sağlamak, bakım maliyetlerini azaltmak ve düzenleyici standartlara uymak için uçucu organik bileşiklerin salınımının azaltılması son derece önemlidir (Wang vd., 2022). Aktif karbon, adsorpsiyon yoluyla havadaki kirleticileri ve safsızlıkları gidererek uçucu organik bileşiklerden arındırır. Aktif karbon yüksek yüzey alanı ve gözenekliliğe sahip olmasından ötürü sıklıkla tercih edilmektedir. Aktif karbonda bulunan oksijen atomlarına sahip fonksiyonel gruplar, yüzey karbonil grupları ve fenol aromatik halkaları sahip olmasından ötürü hidrojen, van der waals ve van der waals ve elektron verici-alıcı kompleks mekanizmasına sahip olmasından dolayı uçucu organik bileşiklerin absorpsiyonunda etkili, basit ve ucuz bir şekilde kullanılabilmektedir (Zamani vd., 2021).

3. Ahşap Esaslı Levhalar

Genel olarak uygun boyuta getirilmiş odun yongalarının kurutulması, bağlayıcı bir tutkal ilavesi, serme işlemi ile levha taslağı oluşturulması ve sıcak presleme aşamaları ile üretilen ahşap esaslı levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri üzerinde birçok faktör etkilidir. Bu faktörlerin başında yonga eldesinde kullanılan ağaç türü, yonga geometrisi, tutkal ve diğer ilave kimyasalların türü ve miktarı ile pres parametreleri gelmektedir (Özkaya vd., 2007).

Levha ürünleri yapısal amaçlarla birlikte mutfak, banyo ve diğer mekanlardaki mobilyaların farklı kısımlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Farklı kullanım alanlarında yoğun olarak tercih edilmesinde masif odunda görülen odun kusurları, boyutlara göre çalışmadaki ve direnç değerlerinde farklılıklar, iç gerilmeler ve buna benzer fiziksel değişimler gibi sorunların daha az görülmesi, renk ve desen olarak farklı özellikler sunabilmesi, kolay işlenmesi, ekonomik olması ve hızlı üretime uygun olarak yüksek miktarlarda ve kalitede üretilebilmesi gibi özellikler sayılabilir (Bilgin, 2010; Özlüsoylu ve İstek, 2015).

Günümüz şartlarında ağaç işleme ve mobilya sektöründeki teknolojik gelişmeler, insanların yükselen yaşam standartları ve çeşitlenen talepleri doğrultusunda levha sektörüne yönelim önemli ölçüde artmıştır. Özellikle son on yıllardır orta yoğunlukta lif levha (MDF), yonga levha (sunta), yönlendirilmiş yonga levha (OSB) ve kontrplak gibi ürünlerin üretimleri ciddi artış göstermektedir.

Dünya genelinde ve ülkemizdeki entegre tesislerde farklı özellikte ahşap esaslı levhaların yüksek kapasitelerde üretimi gerçekleştirilmektedir. Bunlar içerisinde ülkemizde yaygın olarak üretilenler ise sunta, MDF, kontrplak, ağaç, levha, masif panel gibi isimlerle bilinmektedir. Ahşap esaslı levha ürünleri

ülkemizde hem nihai ürün hem de yarı mamul olarak ihracat edilen orman ürünleri içerisinde önemli bir yere sahiptir. Ülkemiz özellikle yonga levha (sunta) ile orta-yüksek yoğunlukta lif levha (MDF/HDF) ürün gruplarında üretim miktarları açısından Avrupa ve dünyada ilk sıralarda yer almakta olup, bu ürünlerin bir kısmını da ihraç etmektedir (İstek vd., 2017). Tablo 1'de bu ürün gruplarının 2016-2020 yılları arasındaki üretim ve ihracat miktarları ile ihracat gelirleri görülmektedir (FAOSTAT, 2022).

Tablo 1. 2016-2020 yılları yonga levha, MDF/HDF üretim-ihracat miktarları ve ihracat gelirleri

		2016	2017	2018	2019	2020
Üretim miktarı (m^3)	Yonga levha	4202000	4286000	4355000	4355000	4075000
	MDF/HDF	5069000	4747000	4910000	4910000	4775000
İhracat miktarı (m^3)	Yonga levha	554000	737000	870200	854851	870000
	MDF/HDF	530000	770000	673000	1018713	1218027
İhracat geliri (1000 US$)	Yonga levha	104755	137812	179102	168375	158532
	MDF/HDF	233844	292571	272070	333118	420617

Her ne kadar birçok olumlu özelliğe sahip olsa da ahşap esaslı levhaların bazı zayıf yönlerinin iyileştirilip, olumsuz özelliklerinin azaltılmasına yönelik çalışmalara ihtiyaç duyulmakta olup, bu alana yönelik farklı araştırmalar yapılmaktadır. Literatür incelendiğinde bu araştırmaların levha ürünlerinin boyutsal kararlılık ile fiziksel-mekanik özelliklerin geliştirilmesi ve serbest formaldehit emisyonunun azaltılması üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Çalışmalarda çoğunlukla hammadde ve bağlayıcı tutkal üzerinde yapılan modifikasyonlar, ilave katkı maddeleri ve yeni yöntem/metotların uygulanması ile istenilen özelliklerin sağlanması hedeflenmektedir. Bu amaçlara yönelik olarak ilave katkı maddeleri tutkal veya hammadde yonga/lif üzerine doğrudan veya dolaylı olarak verilerek uygulandığı görülmektedir. Son yıllarda ilave katkı maddesi olarak nanofibril selüloz ve nano boyutta kimyasallar (Salari vd., 2012; Veigel vd., 2012), silan-silikon bazlı çapraz bağlayıcılar (Rozman vd. 1997; Han vd. 1998; Donath vd.,2004; Onat vd., 2014; İstek vd., 2016) mikrokapsülasyonla uygulamaları üzerine yapılan farklı çalışmalar (Lubis vd., 2020; Duan vd., 2015; Özlüsoylu, 2021). olduğu belirtilmektedir

3.1. Ahşap Levha Endüstrisinde Aktif Karbon Kullanımı

Aktif karbon ilavesi ahşap levhaların yoğunluk, su alma, kalınlığına şişme gibi fiziksel özellikler ile eğilme, iç yapışma mukavemeti, elastikiyet modülü gibi mekanik özellikleri üzerinde etkili olmaktadır. Bunların yanında aktif karbonun ahşap levha üretimi sırasında kullanılan formaldehit içeren tutkalların neden olduğu formaldehit emisyonu üzerine etkileri mevcuttur. Uygulamada MDF ve

yonga levha üretiminde toz halindeki aktif karbon, tutkalın tam kuru madde ağırlığına göre hesaplanarak ilave edilmektedir. Tutkala ilave edilen aktif karbon mekanik karıştırıcı ile belirli süre ve hızda karıştırıldıktan sonra ahşap esaslı levhalara uygulanmaktadır (Aziz vd., 2015). Aktif karbonun lif miktarına göre hesaplanıp direkt lif ile de karıştırıldığı çalışmalar mevcuttur (Darmawan vd., 2010). Aktif karbon gözenekli yapısı, yüksek yüzey alanı ve zengin fonksiyonel gruplara sahip olmasından dolayı bazı fiziksel özellikleri olumsuz olarak da etkileyebilmektedir. Örneğin çimentolu odun kompozit malzemeye %2,5 ile %10 arasında ilave edilen aktif karbonun su alma ve kalınlığına şişme miktarlarını kontrol grubuna göre arttırdığı belirtilmiştir (Sözbir vd., 2022). Bu artışın nedeni ilave edilen aktif karbonun gözenekli ve higroskopik yapıya sahip olmasından kaynaklanmaktadır (Wang vd., 2022). Diğer taraftan aynı çalışmada aktif karbonun yoğunluğu çimentodan daha az olduğu için üretilen malzemenin yoğunluk değerlerinin azaldığı ifade edilmiştir. MDF üretiminde ise aktif karbon ilave edildiğinde yoğunluk değerinde artış meydana gelmiştir (Zamani vd., 2021). Aktif karbonun siyah renkte olmasından dolayı ahşap levhalara ilave edilmesiyle malzemenin renginde koyulaşma olduğu gözlenmiştir (Şekil 3).

Şekil 3. a) %0 aktif karbon ilaveli yonga levha, b) %7,5 aktif karbon ilaveli yonga levha

Aktif karbonun ahşap levhaların mekanik özellikleri üzerine genel olarak pozitif etkisi vardır. Ancak aşırı ilave edilmesi mikroskobik yapıda kümelenmeye neden olduğu için kopma, eğilme ve iç yapışma mukavemeti değerlerini düşürmektedir. Aktif karbon ilavesiyle kopma modülü 93 kg cm^{-2} -365 kg cm^{-2}, elastikiyet modülü 23 kg cm^{-2}-34 kg cm^{-2} ve iç yapışma mukavemeti 1,8 kg/cm^{2}-5,15 kg cm^{-2} arasında değiştiği bulunmuştur (Darmawan vd., 2010; Basta vd., 2017). Yapılan başka bir çalışmada üretilen MDF'lerin eğilme direnci 173 kg cm^{-2} -205 kg cm^{-2}, eğilmede elastikiyet modülü ise 12808 kg cm^{-2} -16334 kg cm^{-2} arasında değişmiştir. Aktif karbonların büyük miktarda reaktif karbonil grubu içerdiğinden dolayı formaldehit bazlı tutkallar ile kovalent bağ oluşturabileceği

ve CH_2-O-CH_2- bağlarının miktarını artırarak mekanik özellikleri iyileştireceği vurgulanmıştır (Zamani vd., 2021).

Ahşap levha üretiminde üre formaldehit, melamin formaldehit ve fenol formaldehit tutkalları kullanılmaktadır. Kullanılan bu tutkallar gerek üretim sırasında gerekse nihai ürünün kullanımında zararlı formaldehit emisyonuna neden olmaktadır. Bu zararı minimize etmek için ise ahşap levhalara farklı katkı maddeleri ilave edilmektedir. Son yıllarda hem atık malzemeleri değerlendirerek katma değeri yüksek ürünler elde etmek hem de doğada atık malzeme miktarını azaltmak amacıyla bu alanda kullanılabilecek aktif karbonların üretimi üzerine yapılan çalışmalar güncelliğini korumaktadır. Aktif karbon uzun yıllardır gaz ve sıvılarda absorbant olarak kullanılmakta (González-García, 2018) olup, son yıllarda doğrudan ahşap esaslı levha üretiminde de kullanımı söz konusu olmaktadır. MDF' lerle yapılan farklı çalışmalarda tutkal ve/veya lif oranına göre %0,25 ile %6 aralığında kullanılan aktif karbonların serbest formaldehit emisyonunu %2 ile %52 arasında azalttığı belirtilmiştir (Akın ve Karaboyacı, 2021; Zamani vd., 2021; Darmawan vd., 2010). Bu azalışın temel nedeni olarak aktif karbondaki yüksek yüzey alanı ve gözenekliliğe sahip yüzeylerde bulunan zengin fonksiyonel gruplar gösterilmiştir. Bu fonksiyonel grupların tutkallardaki formaldehit grupları ile kovalent, hidrojen ve Van der Waals bağları oluşturarak, formaldehit emisyonunu azalttığı belirtilmiştir (Kumar vd., 2013).

Yapılan çalışmalar incelendiğinde aktif karbonun ahşap esaslı levha ürünlerinin fiziksel ve mekanik özellikleri üzerinde farklı etkileri olduğu görülmüştür. Levha ürünlerinin kullanım yeri koşulları da göz önünde bulundurularak uygun oranlarda aktif karbonların özellikle formaldehit emisyonunun azaltılmasına yönelik olarak olumlu sonuçlar verdiği ve farklı levha ürünlerinin üretiminde bu amaçla kullanılabileceği anlaşılmıştır.

Kaynaklar

1. Akın, A. E., & Karaboyacı, M. (2021). Effects of Activated Carbon on Medium Density Fiber Board Properties. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, *5*(Özel Sayı), 7-12.
2. Ali, I. (2010). The quest for active carbon adsorbent substitutes: inexpensive adsorbents for toxic metal ions removal from wastewater. *Separation & Purification Reviews*, *39*(3-4), 95-171.
3. Azam, K., Shezad, N., Shafiq, I., Akhter, P., Akhtar, F., Jamil, F., ... & Hussain, M. (2022). A review on activated carbon modifications for the treatment of wastewater containing anionic dyes. *Chemosphere*, 135566.
4. Aziz, N. A. A., Mohamed, M., Mohamad, M., Amini, M. H. M., Abdul, M., Aziz, M. S., ... & Rizman, Z. I. (2015). Influence of activated carbon filler on the mechanical properties of wood composites. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, *10*(1), 376-386.
5. Basta, A. H., El-Saied, H., Baraka, A. M., & Lotfy, V. F. (2017). Beneficial effect of new activated carbons in enhancing the performance of particle boards from UF-rice straw. *Pigment & Resin Technology*.
6. Bednarek, Z., & Kaliszuk-Wietecka, A. (2007). Analysis of the fire-protection impregnation influence on wood strength. *Journal of Civil Engineering and Management*, *13*(2), 79-85.
7. Béguin, F., Presser, V., Balducci, A., & Frackowiak, E. (2014). Supercapacitors: carbons and electrolytes for advanced supercapacitors (Adv. Mater. 14/2014). *Advanced materials*, *26*(14), 2283-2283.
8. Bilgin, Y. (2010). *Türkiye'de Masif panel sektörünün yapısal durumu ve ağaç işleri endüstrisindeki kullanım olanakları* , Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı.
9. Boztoprak, H., & Ergün, M. E. (2017). Yapraklı Ağaçlarda Trahe ve Liflerin Belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, *6*(2), 87-96.
10. Cao, N., Darmstadt, H., Soutric, F., & Roy, C. (2002). Thermogravimetric study on the steam activation of charcoals obtained by vacuum and atmospheric pyrolysis of softwood bark residues. *Carbon*, *40*(4), 471-479.
11. Chayid, M. A., & Ahmed, M. J. (2015). Amoxicillin adsorption on microwave prepared activated carbon from Arundo donax Linn: isotherms, kinetics, and thermodynamics studies. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, *3*(3), 1592-1601.
12. Chuah, T. G., Jumasiah, A., Azni, I., Katayon, S., & Choong, S. T. (2005). Rice husk as a potentially low-cost biosorbent for heavy metal and dye removal: an overview. *Desalination*, *175*(3), 305-316.

13. Cuhadaroglu, D., & Uygun, O. A. (2008). Production and characterization of activated carbon from a bituminous coal by chemical activation. *African journal of Biotechnology*, *7*(20).
14. Darmawan, S., Sofyan, K., Pari, G., & Sugiyanto, K. (2010). Effect of activated charcoal addition on formaldehyde emission of medium density fiberboard. *Indonesian Journal of Forestry Research*, *7*(2), 100-111.
15. Donath, S., Militz, H., & Mai, C. (2004). Wood modification with alkoxysilanes. *Wood science and technology*, *38*(7), 555-566.
16. Duan, H., Qiu, T., Guo, L., Ye, J., & Li, X. (2015). The microcapsule-type formaldehyde scavenger: The preparation and the application in urea-formaldehyde adhesives. *Journal of hazardous materials*, *293*, 46-53.
17. Ekti E. (2013). Endüstriyel Orman Ürünleri, T.C. Doğu Marmara Kalkınma Ajansı, Düzce Yatırım Destek Ofisi, Düzce.
18. Ergun, H. (2021). Segmentation of wood cell in cross-section using deep convolutional neural networks. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 41, 7447–7456.
19. FAOSTAT, (2022). https://www.fao.org/faostat/en/#data/FO Son erişim tarihi: 02.12.2022.
20. Faraji, S., & Ani, F. N. (2015). The development supercapacitor from activated carbon by electroless plating—A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *42*, 823-834.
21. Gaur, V., Sharma, A., & Verma, N. (2006). Preparation and characterization of ACF for the adsorption of BTX and SO2. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, *45*(1), 1-13.
22. González-García, P. (2018). Activated carbon from lignocellulosics precursors: A review of the synthesis methods, characterization techniques and applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *82*, 1393-1414.
23. Gündoğdu, A. (2010). *Fabrika çay atıklarından aktif karbon üretimi, karakterizasyonu ve adsorpsiyon özelliklerinin incelenmesi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
24. Güven, A., & Demirci, Ö. F. (2019). Doğal kaynakların devamlılığında çevre yönetiminin önemi. 3. *Uluslararası UNİDOKAP Karadeniz sempozyumu "Sürdürülebilir tarım ve çevre", Tokat, Türkiye*, *368*, 374.
25. Han, G., Zhang, C., Zhang, D., Umemura, K., & Kawai, S. (1998). Upgrading of urea formaldehyde-bonded reed and wheat straw particleboards using silane coupling agents. *Journal of Wood Science*, *44*(4), 282-286.
26. Heidarinejad, Z., Dehghani, M. H., Heidari, M., Javedan, G., Ali, I., & Sillanpää, M. (2020). Methods for preparation and activation of activated carbon: a review. *Environmental Chemistry Letters*, *18*(2), 393-415.

27. Hsu, L. Y., & Teng, H. (2000). Influence of different chemical reagents on the preparation of activated carbons from bituminous coal. *Fuel Processing Technology*, *64*(1-3), 155-166.
28. Ioannidou, O., & Zabaniotou, A. (2007). Agricultural residues as precursors for activated carbon production—a review. *Renewable and sustainable energy reviews*, *11*(9), 1966-2005.
29. İstek, A., & Özlüsoylu, İ. (2016, December). The effect of using Siriono and boric acid on the combustion performance in particleboard production. In *International Forestry Symposium (IFS 2016)* (Vol. 7, No. 10).
30. İstek, A., Özlüsoylu, İ., & Kızılkaya, A. (2017). Türkiye ahşap esaslı levha sektör analizi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, *19*(1), 132-138.
31. İstek, A., Tunç, H., & Özlüsoylu, İ. (2016). Determination of some physical and mechanical properties of oriented strand board (OSB) produced from silane treated strands. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, *18*(2), 1-8.
32. İstek, A., Tunç, H., & Özlüsoylu, İ. (2016). Determination of some physical and mechanical properties of oriented strand board (OSB) produced from silane treated strands. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, *18*(2), 1-8.
33. Kim, J. I., Park, J. Y., Kong, Y. T., Lee, B. H., Kim, H. J., & Roh, J. K. (2002). Performance on flame-retardant polyurethane coatings for wood and wood-based materials. *Journal of the Korean wood science and technology*, *30*(2), 172-179.
34. Komut, O. (2016). *Türkiye'de ormancılık ve orman ürünleri endüstrisinde sertifikasyon: Sektörel durum ve farkındalık çözümlemes*i. Doktora Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Artvin.
35. Kumar, A., Gupta, A., Sharma, K. V., Nasir, M., & Khan, T. A. (2013). Influence of activated charcoal as filler on the properties of wood composites. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, *46*, 34-39.
36. Lee, T., Ooi, C. H., Othman, R., & Yeoh, F. Y. (2014). Activated carbon fiber-the hybrid of carbon fiber and activated carbon. *Rev. Adv. Mater. Sci*, *36*(2), 118-136.
37. Linares-Solano, A., & Cazorla-Amorós, D. (2008). Adsorption on activated carbon fibers. In *Adsorption by carbons* (pp. 431-454). Elsevier.
38. Lubis, M. A. R., Park, B. D., & Lee, S. M. (2020). Microencapsulation of polymeric isocyanate for the modification of urea-formaldehyde resins. *International journal of adhesion and adhesives*, *100*, 102599.
39. Marsh, H., & Reinoso, F. R. (2006). *Activated carbon*. Elsevier.

40. McDougall, G. J. (1991). The physical nature and manufacture of activated carbon. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, *91*(4), 109-120.
41. Nille, O. S., Patil, A. S., Waghmare, R. D., Naik, V. M., Gunjal, D. B., Kolekar, G. B., & Gore, A. H. (2021). Valorization of tea waste for multifaceted applications: a step toward green and sustainable development. In *Valorization of Agri-Food Wastes and By-Products* (pp. 219-236). Academic Press.
42. Ozkaya, K., Ilce, A. C., Burdurlu, E., & Aslan, S. (2007). The effect of potassium carbonate, borax and wolmanit on the burning characteristics of oriented strandboard (OSB). *Construction and building materials*, *21*(7), 1457-1462.
43. Özlüsoylu, İ. (2021). Mikrokapsülasyon Tekniği ve Ahşap Esaslı Levhaların Formaldehit Emisyonu Üzerine Kullanım Olanakları. Ziraat, Orman ve Su Ürünlerinde Araştırma ve Değerlendirmeler – II, s: 77-96.
44. Özlüsoylu, İ., & İstek, A. (2015). Mobilya üretiminde kullanılan panellerden salınan formaldehit emisyonu ve insan sağlığı üzerine etkileri. *Selcuk University Journal of Engineering Sciences*, *14*(2), 213-227.
45. Öztürk, O. (2003). Fiber levha kompozitlerinin fiziksel ve mekanik özelliklerinin polimerlerle iyileştirilmesi için alternatif yöntemler. *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri, Ankara*.
46. Rozman, H. D., Abusamah, A., Kumar, R. N., & Abdul Khalil, H. P. S. (1997). Rubberwood-polymer composites based on methacrylic silane and methyl methacrylate. *Journal of Tropical Forest Products*, *2*, 227-237.
47. Salari, A., Tabarsa, T., Khazaeian, A., & Saraeian, A. (2012). Effect of nanoclay on some applied properties of oriented strand board (OSB) made from underutilized low quality paulownia (Paulownia fortunei) wood. *Journal of Wood Science*, *58*(6), 513-524.
48. Seo, H. J., Kim, S., Huh, W., Park, K. W., Lee, D. R., Son, D. W., & Kim, Y. S. (2016). Enhancing the flame-retardant performance of wood-based materials using carbon-based materials. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, *123*(3), 1935-1942.
49. Sözbir, G. D., Bektaş, İ., & Demirbük, M. (2022). Çimentolu odun kompozit malzemeye eklenen katkı maddesinin levha özelliklerine etkisi. *Turkish Journal of Forestry*, *23*(1), 64-68.
50. Toles, C. A., Marshall, W. E., Wartelle, L. H., & McAloon, A. (2000). Steam-or carbon dioxide-activated carbons from almond shells: physical, chemical and adsorptive properties and estimated cost of production. *Bioresource technology*, *75*(3), 197-203.

51. Veigel, S., Rathke, J., Weigl, M., & Gindl-Altmutter, W. (2012). Particle board and oriented strand board prepared with nanocellulose-reinforced adhesive. *Journal of Nanomaterials*, *2012*.
52. Wang, X., Cheng, H., Ye, G., Fan, J., Yao, F., Wang, Y., ... & Ye, D. (2022). Key factors and primary modification methods of activated carbon and their application in adsorption of carbon-based gases: A review. *Chemosphere*, *287*, 131995.
53. Wei, L., & Yushin, G. (2012). Nanostructured activated carbons from natural precursors for electrical double layer capacitors. *Nano Energy*, *1*(4), 552-565.
54. Williams, P. T., & Reed, A. R. (2004). High grade activated carbon matting derived from the chemical activation and pyrolysis of natural fibre textile waste. *Journal of analytical and applied pyrolysis*, *71*(2), 971-986.
55. Zamani, R., Kazemi Najafi, S., & Younesi, H. (2021). Utilization of activated carbon as an additive for urea-formaldehyde resin in medium density fiberboard (MDF) manufacturing. *Journal of Adhesion Science and Technology*, 1-12.

YAKIT PELETİ ÜRETİMİNDE ENPLUS STANDARDI KULLANIMI

Mehmet SOLAK[1]
Kamil EKİNCİ[2]
Ali AYBEK[3]

1 Arş. Gör. Mehmet SOLAK, solakmehmet@yandex.com,
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,
2Prof. Dr. Kamil Ekinci, kamilekinci@isparta.edu.tr,
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,
3Prof. Dr. Ali Aybek, aaybek@ksu.edu.tr,
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
**Sorumlu Yazar: solakmehmet@yandex.com*

Giriş

Dünyada enerji tüketimi, toplumların gelişmişliği oranında artmakta ve çeşitlenmektedir. Son günlerde, enerji ihtiyacı ülkeler arasındaki ilişkilerde belirleyici olmaktadır. İki komşu ülke olan Rusya ve Ukrayna arasındaki savaş, Avrupa Birliği üye ülkelerin enerji tedarikinde sorun yaşamasına sebep olmuştur. Bosna-Hersek, Moldova, Kuzey Makedonya, Letonya, Sırbistan, Avusturya, Bulgaristan, Finlandiya, Macaristan, Yunanistan, Slovenya gibi ülkeler doğalgaz tedariklerinin neredeyse tamamını Rusya'dan gerçekleştirmektedirler (1). Baltık bölgesi ve güneydoğu Avrupa ülkeleri Rusya'dan sağlanan doğalgaza yüksek oranda bağımlı olan ülkelerdir ve doğalgaz taşınımının durdurulması (2–4) endişe yaratmıştır.

Rusya, 2021'de AB üyesi olmayan ülkelerden Avrupa Birliği'ne yapılan doğalgaz ithalatında yüzde 39'un üzerinde bir paya sahip olmuştur (5). Ayrıca, Rusya AB-27'deki en büyük petrol tedarikçisidir (5). Bahsedilen ülkeler enerji güvenliğini sağlamak üzere arayışlara girmişler yeni tedarik yolları ve alternatif enerji kaynaklarına yönelmişlerdir. Fransa, Almanya, İspanya gibi ülkeler klima kullanımını, devlet dairelerinin ısıtılmasını, yeni boyler sistemlerinin kurulmasını, kapatılan eski kömür ve nükleer santrallerinin tekrar faaliyete geçirilmesini, gece aydınlatmalarının düzenlenmesini ve hatta vatandaşlarının duş saatlerinin ayarlanmasına yönelik ciddi tedbirler yayınlamıştır (6).

Alternatif enerji üretimine kaynak sağlayan güneş, rüzgar, biyokütle, hidrolik, hidrojen ve jeotermal kaynaklarından enerji üretilmesi tüm mühendislik uygulamalarında olduğu gibi farklı teknik- ekonomik şartlara, güncel enerji politikalarına ve çeşitli iklimsel etkenlere bağlıdır. Her birisi kendi içinde avantajlar ve dezavantajlar barındırmaktadır.

Biyokütle, karbon nötr olduğu için atmosferik CO_2 birikimine katkıda bulunmaz. Biyokütle malzemesine ilişkin problemler arasında yüksek nem içeriği, düşük kütle yoğunluğu, yüksek toz seviyeleri ve biyokütlenin çok çeşitli belirsiz şekillerde ve hacimlerde bulunması yer almaktadır. Tarımsal biyokütle veya atıkların evlerde ve endüstriyel sektörlerde işlenmeden doğrudan yakılması, nakliye, depolama ve işleme maliyetleri nedeniyle ekonomik değildir. Ayrıca tarımsal atıkların uygun olmayan şekilde depolanması çevre (toprak, hava, su ve görsel) kirliliğine neden olmaktadır. Peletleme işlemi, biyokütle kullanımıyla ilişkili ekonomik ve çevresel maliyetlerle ilgili sorunları hafifletebilir. Ayrıca biyokütle işlenmeden yakıldığında oldukça verimsiz yanmaktadır ve yanma sonucu emisyon değerleri oldukça yüksek bir yakıttır. Ancak biyokütle uygun metotlar ile biyoyakıt haline getirilir ise, taşınması ve depolanması kolay ve mevcutta kurulu olan kazan ve boyler sistemlerinde yakılması mümkün, ve fosil

kaynakların ikame edilmesinde kullanılabilir kaliteli yakıtlar haline getirilebilmektedir.

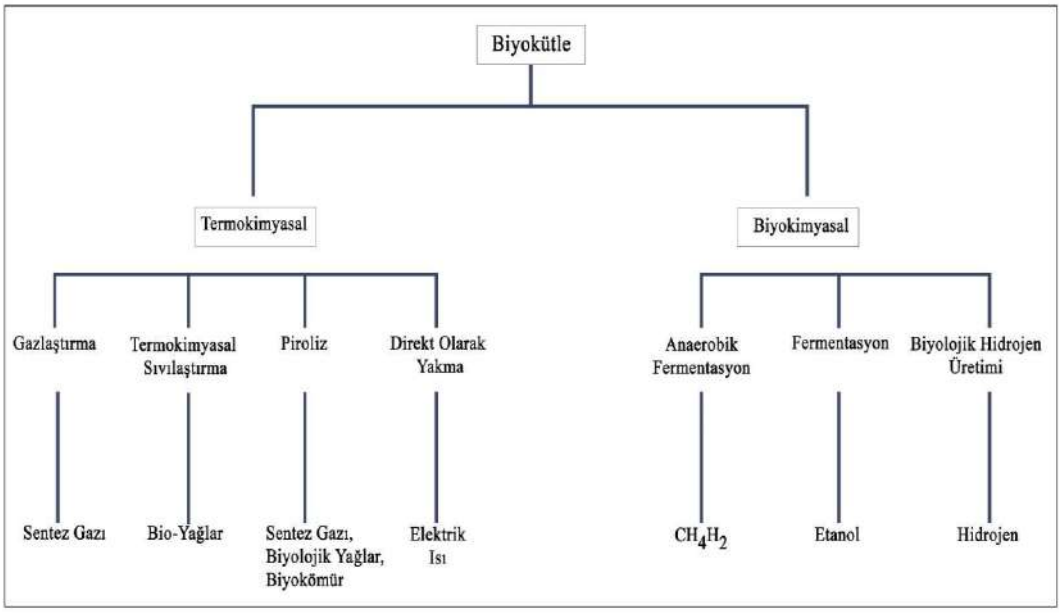
Pelet yakıtı denildiğinde, akla ilk gelen, enerji ormancılığından ya da orman endüstrisi ürünlerinden elde edilen ticari ağaç peletleri olmaktadır. Ancak literatürde "agri-pellet" ya da "agro-pellet" olarak anılan, ve tarımsal ürünlerden elde edilen peletler olan, atık ya da atık olmayan çeşitli biyokütle kaynaklarından (çeşitli bitki sapları, saman, kavuz ve hasıllar) imal edilen peletler de mevcuttur (7,8). Türkiye, dört mevsim boyunca tarımsal faaliyetlerin yüksek bir çeşitlilikle ve geniş bir coğrafyada sürdürüldüğü, pelet üretimine konu olabilecek materyallerin zengin miktarlarda bulunabileceği bir tarım ülkesidir. Ancak bahsedilen nedenlerden dolayı, biyokütle atıkları işlenmemiş halleri ile bir enerji kaynağı oluşturmamaktadır. Türkiye'de özel sektör tarafından çeşitli kaynaklardan pelet üretimi gerçekleştirilmektedir ve yerli pelet üreticileri doğal olarak, ürünlerini ihraç etmek, uluslararası pelet pazarlarından pay almak hatta söz sahibi olmak istemektedirler. 1970 petrol krizinden sonra, giderek üretimi ve tüketiminin artması ile ticari hacmi genişleyen yakıt peletleri için, 2011 yılında Alman Pelet Enstitüsü tarafından, ENplus sertifikasyon sisteminin temelleri atılmış ve hayata geçirilmiştir (9). Çeşitli standartların birleşiminden oluşan bir dizi yönergeye uygunluğun bir göstergesi olan bu sertifikasyon sistemi, ağaç ve ormancılık ürünlerinden üretilen peletlerin hammadde seçiminden, depolanmasına, ambalajlanmasına ve son tüketiciye ulaşmasına değin teknik kuralları sıkı bir biçimde belirleyen bir sertifikasyon ağıdır.

ENplus standartlarına ilişkin sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu nedenle, bu çalışma, ENplus Sertifika sistemi hakkında detaylı bilgi vermek için hazırlanmıştır.

Biyokütle ve biyokütle enerjisi kavramına genel bir bakış

Biyokütle, canlılığın ayak izidir ve insanlığın ateşi icat etmesi ile ateşi doğaya karşı mücadelesinin etkin bir unsuru olarak kullanmayı öğrenmesinden bu yana, insanlığın sahip olduğu en önemli enerji kaynağı olmuştur. Öyle ki insanlık tarihinin çok uzun bir sürecini kapsayan dönemde, biyokütle enerjisi pişirme, ısınma ve aydınlanma için insanoğlunun sahip olduğu tek enerji kaynağıdır (10). Biyokütle enerjisi, güneş ışığı enerjisini kimyasal bağlarında depolayan organik maddeler olarak tanımlanabilir. Bu organik maddelerin bağlarında depoladıkları kimyasal enerji, elementel formda bağlı karbon, hidrojen ve oksijen molekülleri arasındaki bağlardan kaynaklanmaktadır ve bu bağlarda depolanan enerjiyi açığa çıkarmak için anaerobik fermentasyon, yanma veya ayrışma gibi yöntemler ile depolanmış kimyasal enerji serbest kalır ve böylece biyokütleden enerji üretilmiş olur (11). Kısacası dünyadaki tüm canlı varlıkların sahip olduğu enerjinin kaynağı güneştir (12).

Geçtiğimiz yüzyılda, sanayi devriminin ve bilimsel ivmenin etkisi ile kömür ve petrol gibi fosil yakıtların başlıca enerji kaynağı olduğu bir karbon endüstrisi kurulmuştur. Ancak hızla gelişen teknolojinin hızla tüketmekte olduğu fosil yakıtlar birkaç on yıl içerisinde, çevresel, teknik ve ekonomik olarak kullanılamaz hale gelecektir. Bu yüzden, canlılık faaliyetlerinin olduğu her yerde yüksek miktarlarda üretilen biyokütle, insanlığın gelecekte de kullanmayı sürdüreceği bir kaynaktır. Biyokütleden enerji üretim yöntemleri Şekil 1'de verilmiştir. Biyokütle enerjisi üretiminde genel olarak termokimyasal ve biyokimyasal yöntemler izlenir ve birbirinden farklı ürünler elde edilebilir. Aynı türe ait bir biyokütle kaynağından, sözgelimi kanatlı gübresi olsun, direkt yakılarak ya da anaerobik fermentasyon ile biyogaz üretilerek veya gazlaştırma yolu ile sentez gazı üretiminde ya da piroliz yolu ile pirolitik sıvı ve biyokömür yapılarak enerji üretiminde kullanılabilir (13). Tüm bu metotlar farklı verimlerde, farklı kısıtlara ve çeşitli yasal düzenlemelere bağlı olarak gerçekleşebilmektedir.



Şekil 1: Biyokütleden enerji üretim yöntemleri

Yakıt peletlerinin üretilmesi ve enerji elde etmek için kullanılması çeşitli mekanik, fiziksel ve kimyasal işlemlerin bir arada uygulanması ile ilgilidir. Ayrıca, üretilen peletlerin kalitesi biyolojik malzemenin ve üretim sistemlerinin özellikleri ile direkt olarak ilgilidir. Pelet üretimi ile ilgili kavramlar ve yakıt peletlerinin genel karakteristikleri bir sonraki bölümde incelenmektedir.

Yakıt peletleri ve peletlerin genel kalite özellikleri

Biyokütle, doğal haliyle oldukça heterojen, yüksek nem içerikli, hacimsiz ve enerji yoğunluğu düşük bir materyaldir ve normalde bulunduğu hali ile direkt olarak yakılarak enerji üretiminde kullanılmasıyla oldukça verimsiz ve yüksek yanma emisyon değerlerine sebep olur (14). Biyokütlenin, peletlenerek biyopelet haline getirilmesi, biyokütlenin ham halde enerji üretiminde kullanımından kaynaklı olumsuzlukların giderilmesi ve fiziksel, kimyasal ve yakıt özelliklerinin iyileştirilmesi için önemli bir işlemdir. Peletleme ile düşük nitelikli (yakıt ve depolama özellikleri olarak) biyokütle kaynaklarından, yanma verimi yüksek ve düşük yanma emisyon değerlerine sahip pelet üretimi gerçekleştirilebilir.

Yakıt peleti denildiğinde genellikle, ağaç ya da orman endüstrisi ürünlerinden üretilen peletler anlaşılmaktadır. Bunun başlıca nedeni, ağaçlardan üretilen bu peletlerin kaliteli yakıt özelliklerine sahip olması ve geniş bir şekilde ticaretinin yapılmasıdır (15–17). Ancak, tarımsal ürün artıkları (saman, sap kavuzlar, kabuklar), tarımsal sanayi artıkları (yapraklar, çekirdekler, kabuklar, pirinç kabukları) gibi tarımsal atıkların da pelet üretiminde değerlendirilmesi mümkündür (18). Bu çalışma bağlamında incelenmesi amaçlanan ENplus sertifikasyonu yalnızca ağaç ve orman ürünlerinden imal edilen peletleri kapsamaktadır. Peletlerin, kaliteli bir ticari yakıt olarak nitelendirilebilmesi, fiziksel, kimyasal ve termokimyasal bir dizi kalite kritlerlerini taşıması ve iyi emisyon değerlerine sahip olması ile mümkündür (19). Peletlerin kalitesini belirleyen temel karakteristikler, peletlerin nem içeriği, üst ısıl değeri, pelet boyutları, kül miktarı, pelet üretiminde kullanılan materyalin mekanik özellikleri, pelet parça yoğunluğu, pelet yığın yoğunluğu, ve yakıt özelliklerinin petrol ve kömür gibi yakıtlarla karşılaştırılması ve emisyon değerleridir (20). Kalite kriterlerini sağlamayan peletlerin, yüksek emisyonlardan dolayı, insan yaşamı üzerinde olumsuz etkilere sahip olduğu yapılan birçok çalışmada ortaya konmuştur(21–23). Peletler kaliteli bir ticari yakıt olarak pazarlanmak istendiğinde, istikrarlı bir kalite çizgisinde, iyi yakıt özelliklerinde ve yüksek enerji yoğunluğunda, homojen ve kararlı bir yapıda olmalıdır (18).

Pelet kalitesini belirleyen özelliklerden, peletlerin nem içeriği, en temel pelet özelliğidir ve fiziksel kalite özellikleri ve pelet dayanımı ile yakından ilişkilidir. Yüksek stabilite ve dayanıklılığa sahip, depolama koşullarına dayanımı yüksek peletler için optimum nem miktarı gereklidir. Yüksek nemli peletler kolayca dağılma eğilimindedir, yeterli neme sahip olmayan peletler ise yeterli fiziksel özelliklere sahip değildirler (24). Nem içeriği peletleme işlemi esnasında ısı transferini ve sürtünmeyi iyileştirici özelliklere sahiptir. Nem içeriği çok düşükse, hammadde ile pelet basılan kalıp arasındaki sürtünme çok yüksek olacak ve bu da güç tüketiminin artmasına neden olacak ve sonunda pelet yapılan sistemin deliklerinin tıkanmasına neden olacaktır (25). Ayrıca nem içeriği net kalorifik

değer için belirleyici bir ölçüttür. Her bir kilogram nemin buharlaştırılması, yaklaşık 2300 kJ ısıya ihtiyaç duymaktadır (26). Bir diğer kalite kriteri olan kül içeriği, biyokütlenin elementel yapısında bulunan kükürt, potasyum ve klor ile ilişkilidir. Peletlerin kül içeriğinin yüksek olması istenmeyen bir durumdur. Kül, yakma sisteminde cüruf oluşumuna, yatak aglomerasyonuna, kirlenmeye ve korozyona neden olarak performansını düşürür, ayrıca toz emisyonlarına neden olur (27). Yanmadan geriye düşük bir miktarda kül kalması, yanma reaksiyonuna giren kütlenin büyük bir kısmının yandığını işaret etmektedir.

Peletlenecek hammaddenin partikül boyutu dağılımı, pelet dayanıklılığını etkileyen en önemli faktörlerden biridir (28). Pelet boyutu, parça yoğunluğu, yığın yoğunluğu gibi özellikler, direkt olarak peletlerin lojistik özellikleri, yakma sistemlerine beslenebilme becerisi ve ısı transferi/yanma özellikleri ile ilişkilidir (29).

Bahsedilen tüm bu kriterler dünyanın çeşitli ülkelerinde peletler ve katı biyo-yakıtlar için geliştirilmiş standartlar ile düzenlenmiştir. Peletlere yönelik dünyanın farklı ülkelerinde geliştirilen fiziksel, kimyasal ve termal standartlar, Avusturya, İsveç, Almanya, İtalya ve Fransa'daki yetkili kurumlar tarafından çeşitli şekillerde oluşturulmuştur. Ayrıca peletler konusunda Avrupa Standart Komitesi CEN/TC 335'in teknik yönergeleri de mevcuttur (20).

A. García-Maraver ve ark (2011), Avusturya ÖNORM M 7135, İsveç SS 187120, Alman DIN 51731 ve DIN EN 15270 standartları, İtalyan CTI-R04/05, ayrıca tam bir standart olmasa da Fransa tarafından geliştirilen ITEBE yönergelere ve son olarak, Avrupa Standart Komitesi tarafından, Avrupa'daki tüm katı biyoyakıt türlerini tanımlamak ve standardize etmek için düzenlenmiş olan CEN/TC 335 standartları sınır değerlerini karşılaştırmıştır.

Çeşitli Avrupa ülkeleri tarafından geliştirilen pelet kalitesi standartları, yalnızca temel gereksinimleri açısından değil, aynı zamanda sınır değerleri ve peletlere uygulama biçimleri açısından da farklılık göstermektedir. Pelet boyutu, nem içeriği, ısıtma değeri ve kül içeriği, standartlarda ve önerilerde en sık görülen pelet kalite parametreleridir. Ancak pelet boyutu (çap, uzunluk ve/veya uzunluk/çap oranı) tüm normlarda yer alan tek parametredir (20).

Çeşitli ülkelerde farklı pelet standartları geliştirilmiş olsa da, ENplus pelet kalite sertifikası, 1200'ün üzerinde sertifikalı şirket ile pelet kalite belgelendirilmesi konusunda yaygın ve geçerli bir sertifikasyon programıdır. 2015 yılı verilerine göre, 37 ülkede (Avusturya, Bosna Hersek, Belçika, Bulgaristan, Brezilya, Beyaz Rusya, Kanada, Şili, Hırvatistan, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Estonya, Fransa, Almanya, Yunanistan, Macaristan, İrlanda, İtalya, Letonya, Litvanya, Karadağ, Malezya, Hollanda, Polonya, Portekiz, Romanya, Rusya, Sırbistan, İsviçre, İspanya, İsveç, Slovenya, Slovakya, Ukrayna, Birleşik

Krallık ve ABD) sertifikalı ENplus peletlerinin toplam üretimi yılda 8 milyon ton civarındadır (30). Avrupa Pelet Konseyi (EPC), ENplus'ı yönetmek ve ayrıca kullanım emniyeti, tedarik güvenliği, eğitim ve öğretim faaliyetleri ve pelet yakma sistemlerinin kalitesi gibi konuları belirlemek için Avrupa'nın her yerinden pelet konusunda düzenleyici kuruluşlara önderlik etmektedir.

ENplus sertifikasının temel aldığı standartlar

ENplus pelet kalite sertifikası(ENplus) geniş bir ölçekte, çeşitli Avrupa ve Dünya standartlarını temel alan bir yönergeler bütünüdür. Yalnızca belirtilen standartlara uygun biçimde yapılan teknik testler ve ölçümler sonucu, gereken kriterleri sağlayan peletlerin sertifika kazanması söz konusudur. Çizelge 1'de kuruluşun kendi internet adresinde beyan edilen test ve ölçüm standartları ve kapsamları verilmiştir.

Çizelge 1. ENplus pelet standartları için temel standartlar ve konuları

CEN/TC:15370-1: Katı Biyoyakıtlar	Kül ergime davranışını belirleme yöntemi - Bölüm 1: Karakteristik sıcaklıklar yöntemi
EN 14778: Katı Biyoyakıtlar	Katı biyoyakıtların örneklenmesine ilişkin standartlar
EN 14961-2: Katı Biyoyakıtlar	Yakıt özellikleri ve sınıfları - Bölüm 2: Endüstriyel olmayan kullanım için odun peletleri
EN 15234-2: Katı Biyoyakıtlar	Yakıt kalite güvencesi - Bölüm 2: Endüstriyel olmayan kullanım için odun peletleri
ISO 3166: Katı Biyoyakıtlar	Ülke adlarının ve alt bölgelerin temsili için kodlar
ISO 16948: Katı Biyoyakıtlar	Toplam karbon, hidrojen ve azot içeriğinin belirlenmesi.
ISO 16968: Katı Biyoyakıtlar	Minör elementlerin tayini
ISO 16994: Katı Biyoyakıtlar	Toplam kükürt ve klor içeriğinin belirlenmesi
ISO 17225-1: Katı Biyoyakıtlar	Yakıt özellikleri ve sınıfları - Bölüm 1: Genel gereksinimler
ISO 17225-2: Katı Biyoyakıtlar	Yakıt özellikleri ve sınıfları - Bölüm 2: Sınıflandırılmış odun peletleri
ISO 17828: Katı Biyoyakıtlar	Yığın yoğunluğunun belirlenmesi

ISO 17829: Katı Biyoyakıtlar	Pelet uzunluk ve çap tayini
ISO 17831-1: Katı Biyoyakıtlar	Pelet ve briketlerin mekanik dayanıklılığının tayini - Bölüm 1: Peletler
ISO 18122: Katı Biyoyakıtlar	Kül içeriğinin belirlenmesi
ISO 18125: Katı Biyoyakıtlar	Kalorifik değerin belirlenmesi
ISO 18134: Katı Biyoyakıtlar	Nem içeriğinin belirlenmesi
ISO 18846: Katı Biyoyakıtlar	Peletlerin miktarlarında ince tane içeriğinin belirlenmesi
ISO 9001:Kalite Yönetim Sistemleri	Kalite yönetim sistemleri için gereklilikler
ISO/IEC 17020: Uygunluk değerlendirmesi	Muayene yapan çeşitli türdeki kuruluşların çalışması için gereklilikler
ISO/IEC 17025: Uygunluk değerlendirmesi	Test ve kalibrasyon laboratuvarlarının yeterliliği için genel şartlar
ISO/IEC 17065: Uygunluk değerlendirmesi	Ürünleri, süreçleri ve hizmetleri onaylayan kuruluşlar için gereklilikler

Bu standartlar çerçevesinde gerçekleştirilen test ve ölçümler sonucunda, test edilen peletlerin, belli başlı bazı kriterleri sağlaması gerekmekte ve kriterleri sağlama derecesine göre üç adet ayrı pelet kalite sınıfı tanımlanmaktadır. ISO 17225-2 standartlarına göre; ENplus A1, ENplus A2 ve ENplus B şeklinde üç ayrı sınıf, aşağıdaki tabloda verilen özelliklere göre tanımlanmıştır. Standartlara göre, ENplus A1 Sınıfı, özel ev tipi kazanlarda veya sobalarda kullanılan, "premium" yani oldukça üstün kaliteli peletleri ifade eden sertifikadır, A1 sertifikasına sahip peletlerin kül miktarı en az seviyededir ve en fazla kriteri en yüksek derecede sağlar, A2 sınıfı peletler daha büyük tesislerde kullanılırlar ve nispeten daha fazla kül üretirler. Endüstriyel peletler "ENplus" olarak adlandırılmaz, ancak "EN B" olarak sertifikalandırılabilir. Çizelge 2'de pelet kalite sınıfları ve kalite gereksinimleri detaylıca verilmiş ve hemen ardından açıklanmıştır.

Çizelge 2. A1, A2 ve B kalite sınıfları için gerekli kalite kriterleri ve ilgili test standartları

Özellik	Birim	ENplus A1	ENplus A2	ENplus B	Test Standartları
Çap	mm	6 ± 1 or 8 ± 1			ISO 17829
Uzunluk	mm	3,15 < Uzunluk ≤ 40 [4]			ISO 17829
Nem	%ağırlık[2]	Yüzde ondan küçük eşit (<= 10)			ISO 18134
Kül	%ağırlık[3]	≤ 0,7	≤ 1,2	≤ 2,0	ISO 18122
Mekanik Dayanım	%ağırlık[2]	≥ 98,0 [5]	≥ 97,5[5]		ISO 17831-1
Tozlar (< 3,15 mm)	%ağırlık[2]	≤ 1,0 [6] ≤ 0,5 [7]			ISO 18846
Peletlerin Sıcaklığı	°C	≤ 40 [8]			-
Net Kalorifik Değer	kWh/kg[2]	≥ 4,6 [9]			ISO 18125
Yığın Yoğunluğu	kg/m [3 2]	600 ≤ BD ≤ 750			ISO 17828
Katkılar	w-%[2]	≤ 2[10]			-
N (Azot)	w-%[3]	≤ 0,3	≤ 0,5	≤ 1,0	ISO 16948
S (Kükürt)	w-%[3]	≤ 0,04	≤ 0,05		ISO 16994
Cl (Klor)	w-%[3]	≤ 0,02		≤0,03	ISO 16994
Kül Deformasyon Sıcaklığı[1]	°C	≥ 1200	≥ 1100		CEN/TC 15370-1
Arsenik	mg/kg [3]	≤1			ISO 16968

Kadmiyum	mg/kg [3]	≤ 0,5	ISO 16968
Krom	mg/kg [3]	≤10	ISO 16968
Bakır	mg/kg [3]	≤10	ISO 16968
Kurşun	mg/kg [3]	≤10	ISO 16968
Civa	mg/kg [3]	≤ 0,1	ISO 16968
Nikel	mg/kg [3]	≤10	ISO 16968
Çinko	mg/kg [3]	≤100	ISO 16968

[1] 815 °C'de üretilen kül ile testler yapılır

[2]alındığı gibi

[3]kuru haliyle

[4]Peletlerin maksimum %1'i 40 mm'den uzun olabilir, 45 mm'den uzun peletlere müsaade edilmez.

[5]üretim sahasında nakliye ünitesinin (kamyon, gemi) yükleme noktasında

[6]fabrika kapısında veya son kullanıcılara teslimat için kamyon yüklerken (Kısmi Yük Teslimatı ve Tam Yük Teslimatı)

[7]pelet torbaları veya mühürlü büyük torbalarii doldururken fabrika kapısında.

[8]son kullanıcılara yapılan kamyon teslimatları için son yükleme noktasında (Kısmi Yük Teslimatı ve Tam Yük Teslimatı)

[9] eşittir ≥ 16,5 MJ/kg alındığı gibi

[10] katkıların miktarı peletlerin ağırlığının % 1,8'ini geçemez, üretim sonrası kaplama işlemleri gibi katkılar ağırlıkça % 0,2 ile sınırlandırılmıştır.

[11] ISO standartları yayınlanmadığı sürece CEN standartları geçerlidir.

Çizelge 2'ye göre, A1-A2 ve B sınıfı sertifikaların edinilmesi için gereken pelet çapı her üç sınıf için de ortak ve 6 ile 8 mm arasındadır. Verilen değerlerden en fazla 1 mm olmak koşuluyla en fazla 1 mm fazla ya da az miktarda olabilir. Pelet uzunlukları incelendiğinde, her üç sertifika sınıfı için de pelet uzunlukları, 3.15 mm ile 40 mm arasında olmalıdır, ayrıca çizelgeye ek olarak belirtildiğine göre, peletlerin en fazla %1'lik kısmı 40 mm'den daha uzun olabilir ancak hiçbir pelet 45 mm'den daha uzun olamaz. Her üç sertifika sınıfı için de, peletlerin nem

içerikleri ağırlıkça %10'dan büyük olamaz. Kül içerikleri, A1 sınıfı peletler için ağırlıkça %0.7 den az, A2 sınıfı peletler için %1,2 den az ve B sınıfı peletler için ise %2 den az olmalıdır. Peletlerin mekanik dayanımları, A1 sınıfı için, %98'den büyük, A2 ve B sınıfları için ise %97.5'dan yüksek olmalıdır. Peletlerin her üç kalite sınıfı için de, 3.15 mm'den küçük tozların miktarı ağırlıkça %1 ile %0.5 aralığında yer almalıdır. Her üç kalite sınıfı için de peletlerin, son yükleme noktasında, tüketiciye ulaşıncaya kadarki sıcaklıkları 40 °C'den yüksek olamamalıdır. Peletlerin net kalorifik değeri, 4.6 kWh/kg'dan büyük olmalıdır Bu değer aynı zamanda peletlerin 16.5 MJ/kg'dan büyük bir değerde net kalorifik değer taşıması anlamına gelmektedir. Yığın yoğunluğu her üç kalite sınıfında da 600 ve 750 kg/m^3 arasında olmalıdır. A1, A2 ve B sınıfları için, toplam katkıların miktarı, %2 den fazla olamamalıdır.

Peletlerin azot içeriği, A1 sınıfı için ağırlıkça, yüzde 0.3'dan küçük, A2 sınıfı için 0.5'den küçük ve B sınıfı peletler için de yüzde 1'den küçük olmalıdır. Kükürt içeriğine bakıldığında, A1 sınıfı için gereken kriter ağırlıkça % 0.04'den az, A2 ve B sınıfı için ise %0.05'den az olmalıdır. Peletlerin klor içeriği, A1 ve A2 kalite sınıfları için ağırlığın %0.02'den az, B kalite sınıfı için ise ağırlıkça %0.03'den az miktarda olmalıdır. Kül bozunum sıcaklığı, kül ergime özelliğinin önemli bir göstergesidir, Külde ilk erime kaynaklı bozulmaların görüldüğü nokta olarak nitelendirilir. A1 kalite sınıfı için bu sıcaklığın 1200°C'den yüksek, A2 ve B kalite sınıfları için, 1100°C'nin üzerinde olmalıdır.

Her üç kalite sınıfı için de, Arsenik miktarı 1 mg/kg'dan daha düşük, Kadmiyum miktarı 0.5 mg/kg'dan daha az, Krom içeriği 10 mg/kg'dan daha düşük, Bakır miktarı 10 mg/kg'dan az, Kurşun miktarı 10 mg/kg'dan az, Civa miktarı 0.1 mg/kg'dan daha düşük, Nikel miktarı 10 mg/kg'dan düşük, ve çinko miktarı 100 mg/kg'dan daha az miktarda olmalıdır.

Ayrıca, pelet üretiminde kullanılabilecek ağaç hammaddeleri, ENplus'ın temel aldığı ilgili standartlar olan, ISO 17225-2 ve ISO 17225-1'de belirtildiği şekli ile Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. A1, A2 ve B sınıfı peletler için kullanılabilecek materyaller

ENplus A1	ENplus A2	ENplus B
Ağaç Gövdesi	Kökü hariç bütün ağaç Ağaç gövdesi Kütük atıkları	Orman, plantasyon ya da diğer işlenmemiş odunlar Kimyasal işlem görmemiş kullanılmış odunlar
Kimyasal işlemden geçmemiş olmak kaydı ile ormancılık endüstrisi yan ürünleri ya da atıkları.	Kimyasal işlemden geçmemiş olmak kaydı ile ormancılık endüstrisi yan ürünleri ya da atıkları.	Kimyasal işlemden geçmemiş olmak kaydı ile ormancılık endüstrisi yan ürünleri ya da atıkları.

Bu yönergelere ek olarak, eğer peletlerin tüm kimyasal parametreleri sınırlar içinde kalıyorsa ve/veya içerikler önemsiz derecede küçükse, zararlılara karşı haricen yapılan kimyasal mücadele, ağaçların kimyasal işlem görmüş olarak değerlendirilmesi anlamı taşımaz. Kereste üretimi sırasında kereste fabrikalarında kullanılan tutkal, gres ve diğer ahşap üretim katkı maddelerinin ihmal edilebilir düzeyde olması ve peletlerin tüm kimyasal parametreleri belirtilen sınırlar içinde yer alıyorsa ve/veya ihmal edilecek kadar düşük seviyede ise, ağaçlar kimyasal işlem görmüş olarak değerlendirilmez. Hafriyat ve molozlardan elde edilen ahşaplar, ENplus sertifikası alamazlar.

Değerlendirme ve öneriler

Dünyada, organik kaynaklı çok miktarda biyokütle atığı vardır. Alternatif enerji kaynakları arayışında, biyokütle kaynaklarının ekonomik bir biçimde, çevreye zarar vermeden fosil kaynaklar daha fazla çevre tahribatına neden olmadan kullanılması gerekmektedir. Mevcut durumda, odun ve ormancılık yan ürünleri peletlenerek, yaygın bir biçimde ısı üretimi için kullanılmaktadır. Dünyanın birçok ülkesi için, en temel geçim kaynağı tarımdır. Bu durumun doğal sonucu olarak, yüksek miktarlarda biyokütle üretimi gerçekleşmektedir. Ancak biyokütle yakıtlarının ekonomik ve çevreci olarak kullanılması, bu konudaki teknolojilerin daha da geliştirilmesini gerektirmektedir. Pelet üretimi, uygun bir biçimde işlenmiş hammaddelere gereksinim duyar ve pelet kalitesi açısından iyi özelliklere sahip hammaddelerin düzenli olarak teminini gerektirir. Pelet üretilecek malzemelerin özelliklerinin iyi bir biçimde bilinmesi bu malzemenin tanınması, özelliklerinin neden sonuç ilişkileri içerisinde kavranması gerekmektedir. Örneğin, gayet masum görünen bir biyokütle kaynağı, yüksek miktarlarda klor içeriğine sahip olabilir. Yakılarak uzun sürelerde solunursa, içeriğindeki klor, dioksin oluşumuna neden olabilir. Dioksin insan vücudu için

toksik bir bileşiktir ve önemli sağlık tehlikelerine neden olabilir. Karaciğer hasarına ek olarak, karakteristik nörodejeneratif, immün, cilt, gonadal, dalak ve lenf nodu dejenerasyonu, kemik iliği hasarı ve hormonal etkiler (uterus büyümesi gibi) ile sonuçlanabilen böbrek sisteaminasyonuna da yol açabilir (31). Türkiye, zengin tarımı sonucu, oldukça geniş bir biyokütle potansiyelini barındığından, bu konuda yapılacak çalışmalar ve yatırımlar faydalı olacaktır. Uygun biçimlerde değerlendirildiğinde pelet yakıtları, ısınma sistemlerinde kullanılabilecek kaliteli bir yakıttır. Ancak bazı yönerge ve standartlara uygun şekillerde üretilmesi ve yakılması, ekonomik açıdan ve insan ve çevre sağlığı açısından vazgeçilmezdir. Pelet üretimi uygun bir biçimde gerçekleştirildiğinde ülkemizin enerji yönünden dışa bağımlılığını gidermekle kalmayıp, ithalat ve istihdam olanakları sağlayabilecek bir faaliyettir.

Kaynakça

1. Statista (2022). Dependence on Russian gas by European country. Erişim: 06 Eylül 2022. https://www.statista.com/statistics/1201743/russian-gas-dependence-in-europe-by-country/
2. BBC (2022). Nord Stream 1: How Russia is cutting gas supplies to Europe - BBC News. Erişim: 06 Eylül 2022. https://www.bbc.com/news/world-europe-60131520
3. CNN (2022). Nord Stream 1: Russia cuts gas flow to Europe as inflation hits new record - CNN. Erişim : 06 Eylül 2022. https://edition.cnn.com/2022/08/31/business/nord-stream-1-europe-inflation/index.html
4. Reuters (2022). Russia cuts gas flows further as Europe urges energy saving | Reuters. Erişim : 06 Eylül 2022. https://www.reuters.com/business/energy/physical-flows-through-nord-stream-1-pipeline-dip-2022-07-27/
5. Statista (2022). Russia's share in extra-EU natural gas imports 2021. Erişim : 06 Eylül 2022. https://www.statista.com/statistics/1021735/share-russian-gas-imports-eu/
6. CNN TÜRK (2022). Avrupa ülkeleri tasarruf önlemlerini zirveye taşıdı. Erişim : 11 Eylül 2022. https://www.cnnturk.com/dunya/avrupa-ulkeleri-tasarruf-onlemlerini-zirveye-tasidi
7. Algieri A., Andiloro, S., Tamburino, V., Zema, DA. (2019. The potential of agricultural residues for energy production in Calabria (Southern Italy). Renew Sustain Energy Rev., 104:1-14.
8. Kafle, S., Parajuli, R., Euh, S.H., Oh, K.C., Choi, Y.S., Adhikari, K., vd. (2016). Potential biomass supply for agro-pellet production from agricultural crop residue in Nepal. Energy Sources Part Recovery Util Environ Eff., 38(1):149-53.
9. ENplus - History (2022). Erişim: 07 Eylül 2022. https://www.ENplus-pellets.eu/en-in/about-us-en-in/history-of-ENplus.html
10. Kaltschmitt, M. (2019). Renewable Energy from Biomass: Introduction. İçinde: Energy from Organic Materials (Biomass). Springer, 1-14.
11. McKendry, P. (2002). Energy production from biomass (part 1): overview of biomass. Bioresour Technol., 83(1):37-46.
12. Balat, M., Ayar, G. (2005). Biomass energy in the world, use of biomass and potential trends. Energy Sources. 27(10):931-40.
13. Yurdakul, S. (2016). Determination of co-combustion properties and thermal kinetics of poultry litter/coal blends using thermogravimetry. Renew Energy, 89:215-23.

14. Thek, G., Obernberger, I. (2012). The pellet handbook: the production and thermal utilization of biomass pellets.
15. Sikkema, R., Steiner, M., Junginger, M., Hiegl, W., Hansen, M.T., Faaij, A. (2011). The European wood pellet markets: current status and prospects for 2020. Biofuels Bioprod Biorefining, 5(3):250-78.
16. Thrän, D., Peetz, D., Schaubach, K., Backéus, S., Benedetti, L., Bruce, L. (2017). Global wood pellet industry and trade study. IEA Bioenergy Task, 40: 2017.
17. Tarasov, D., Shahi, C., Leitch, M. (2013). Effect of additives on wood pellet physical and thermal characteristics: A review. Int Sch Res Not.
18. Karkania, V., Fanara, E., Zabaniotou, A. (2012). Review of sustainable biomass pellets production – A study for agricultural residues pellets' market in Greece. Renew Sustain Energy Rev., 16(3):1426-36.
19. Filbakk, T., Skjevrak, G., Høibø, O., Dibdiakova, J., Jirjis, R. (2011). The influence of storage and drying methods for Scots pine raw material on mechanical pellet properties and production parameters. Fuel Process Technol., 92(5):871-8.
20. García-Maraver, A., Popov, V., Zamorano, M. (2011). A review of European standards for pellet quality. Renew Energy.. 36(12):3537-40.
21. Sigsgaard, .T, Forsberg, B., Annesi-Maesano, I., Blomberg, A., Bølling, A., Boman, C., vd. (2015). Health impacts of anthropogenic biomass burning in the developed world. Eur Respir J., 46(6):1577-88.
22. Oliveira, B.F.A., Ignotti, E., Hacon, S.S. A. (2011). Systematic review of the physical and chemical characteristics of pollutants from biomass burning and combustion of fossil fuels and health effects in Brazil. Cad Saúde Pública, 27:1678-98.
23. Johnston, H.J., Mueller, W., Steinle, S., Vardoulakis, S., Tantrakarnapa, K., Loh, M., vd. (2019. How Harmful Is Particulate Matter Emitted from Biomass Burning? A Thailand Perspective. Curr Pollut Rep., 5(4):353-77.
24. Ungureanu, N., Vladut, V., Voicu, G., Dinca, M.N., Zabava, B.S. (2018). Influence of biomass moisture content on pellet properties - review. Erişim :15 Eylül 2022. http://www.tf.llu.lv/conference/proceedings2018/Papers/N449.pdf
25. Arshadi, M., Gref, R., Geladi, P., Dahlqvist, S.A., Lestander, T. (2008). The influence of raw material characteristics on the industrial pelletizing process and pellet quality. Fuel Process Technol., 89(12):1442-7.
26. Basu, P. (2018). Biomass Gasification, Pyrolysis and Torrefaction: Practical Design and Theory. Academic Press, 584 p.
27. Werkelin (2022). Chemical forms of ash-forming elements.... Erişim : 22

Eylül 2022. https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Chemical%20forms%20of%20ash-forming%20elements%20in%20woody%20biomass%20fuels&publication_year=2010&author=J.%20Werkelin&author=B.-J.%20Skrifvars&author=M.%20Zevenhoven&author=B.%20Holmbom&author=M.%20Hupa

28. Labbé, R., Paczkowski, S., Knappe, V., Russ, M., Wöhler, M., Pelz, S. (2020). Effect of feedstock particle size distribution and feedstock moisture content on pellet production efficiency, pellet quality, transport and combustion emissions. Fuel, 263:116662.
29. Koppejan, J., Van Loo, S. (2012). The handbook of biomass combustion and co-firing. Routledge.
30. European Pellet Council (2022). ENplus – European Pellet Council. Erişim : 22 Eylül 2022. https://epc.bioenergyeurope.org/ENplus/
31. Kocsis, Z., Csanády, E. (2019). Theory and Practice of Wood Pellet Production. Springer.

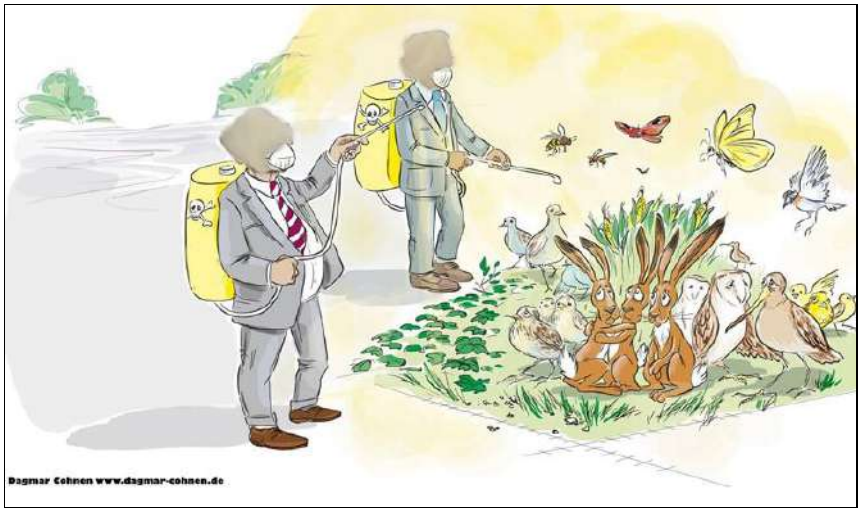
TARIMDA ZİRAİ İLAÇ ATIKLARI ÇEVRE VE İNSAN SAĞLIĞI

Meryem KUZUCU

Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Mercidabık kampüsü, Kilis.Türkiye.
mkuzucu@kilis.edu.tr Orcid no: 0000-0003-1424-0614.

1.GİRİŞ

Dünyada giderek artan nüfusun gıda ihtiyacını karşılamak ve açlık problemini gidermek güvenli gıda üretiminde zaman zaman sorunlara yol açmıştır. Verimli bir üretim gerçekleştirmek amacıyla çoğu zaman kimyasal gübre ve pestisitler kullanılmaktadır. Kimyasalların kısa sürede etkili olması yoğun kullanımına sebebiyet vermiştir. Tarımsal üretimde bitkileri hastalık ve zararlılardan korumak amacıyla gerçekleştirilen zirai mücadele uygulamalarının yeri ve önemi büyüktür. Yirminci yüzyılın sonlarında kullanılmaya başlanan pestisitlerin kontrolsüz ve bilinçsiz kullanımı insan sağlığı ve doğa için büyük tehdit oluşturmaktadır (Yazgan, 1997). Bitki koruma amacıyla, hastalık ve zararlılarla mücadelede kullanılan kimyasal ilaç ve uygulanan materyallerin tümü pestisit olarak tanımlanmaktadır. Yaygın olarak kullanılan pestisitler, hedef türlerine göre; Nemasit (nematod), Akarisit (akar), Avisit (kuş),İnsektisit (böcek), Bakterisit (bakteri), Mollussitit (yumuşakça), Afisit (yaprak biti), Fungusit (fungus), Rodentisit (kemirgen), Herbisit (yabancı ot) yok ediciler olarak sınıflandırılmıştır (Öncüer, 1995).



Şekil. 1 Pestisit Kullanımı https://zehirsizsofralar.org/pestisitler/

Zirai mücadelede kullanılan tarımsal ilaçların bilinçsiz ve kontrolsüz kullanımı sonucu çevre, hayvan ve insan sağlığına yönelik tehlike arz etmektedir. Tarımda kullanılan zirai ilaç kutuları kullanılmış olsa bile, ambalajlarda mutlaka pestisit kalıntısı bulunmaktadır. Zirai mücadele ilaç ambalajları duyarsız ve bilinçsiz çiftçiler tarafından doğaya bırakılarak, çevre kirliliğinin yanı sıra toprak ve su kirliliğine de sebep olmaktadır. Doğal kaynaklara, yer altı sularına ve toprağa karışan pestisit atıkları kirliliğe sebep olmaktadır. Bu kirlenmiş sularla

üretilen sebze ve meyveler insan beslenmesinde sorunlara yol açarken, köy ve çiftliklerde, hayvanların içme sularına karışarak bir tehlike zinciri gibi devamlı olan zararlı etkisini sürdürmektedir (Şekil.2).

Şekil.2 Su Kaynağı Çevresine Bırakılmış Zirai İlaç Kutuları

Bilimsel çalışmalar sonucunda kimyasal ilaç kalıntılarının insan vücudunda tümör oluşumu, kanser gibi tehlikeli hastalıklara sebep olduğu, zekâ geriliği ve kısırlık gibi sakıncaları belirlenmiş ve kullanımı kısıtlanmıştır (Öztürk,1990). Pestisit kullanımının yasaklanması ve kısıtlanmasına rağmen ülkemizde bazı bölgelerde kullanımının oldukça yaygınlaştığı ve bilinçsiz devam ettiği bildirilmiştir (Aguilar ve ark.,1997), (Delen, 2008). Tarımda sürdürülebilirliğin sağlanması ile insan ve çevre sağlığının korunması amacıyla, ambalaj atıklarının toplatılarak, değerlendirilmesi ve çiftçilere konunun benimsetilmesi gerekmektedir. Böylece ülkemizde insan ve hayvan sağlığı yanında toprak ve su kaynaklarının korunması ile çevre kirliliğinin önlenmesi açısından önem taşımaktadır.

Tarım ile uğraşan ve pestisidle muamelede bulunan insanlarda yapısal ve genetik sıkıntıların fazlasıyla görüldüğü bildirilmiştir. Çeşitli kimyasallar ile çalışan ve üretim aşamasında bulunanlarda, yine benzer genetik anomaliler görüldüğü belirlenmiştir (Gül, 2017). Zirai ilaçlardan korunmada, koruyucu ekipman kullanımı ve kişisel hijyen alışkanlıklarının önemli olduğu ve bu konuda kimyasallar ile birlikte bireysel pestisit kalıntılarından koruyacak materyalin üreticilere iletilmesi ve bu kimyasalların ambalajlarında koruyucu güvenlik önlemlerinin yazılı bulunması ve ilaçlama konusunda sağlık eğitimi verilmesi gerektiği bildirilmiştir (Gül, 2017).

Ülkemizde tarım ilaç kutularının güvenlik önlemi alınmadan doğaya bırakıldığı görülmektedir. Türkiye'de her yıl tarımsal ilaçlama uygulama sonrasında, binlerce tonluk pestisit ambalajı, önlem alınmadan çevreye bırakılmaktadır. Ülkemizde bir yılda ortalama 7 bin 500 ton boş zirai ilaç ambalajının, atık haline dönüştüğü düşünülmektedir. Türkiye'de bitki koruma ürünleri, "pestisit" kullanımı her gün artarak devam etmekte ve 2010'da 38.5 bin ton olan pestisit kullanımı, 2018 yılında artarak, 60 bin ton olmuştur. Ülkemizde en fazla zirai ilaç kullanımının olduğu ilk beş il, Antalya (% 8.8), Manisa (% 8.1), Adana (%7.4), Mersin (% 6.2) ve Aydın (% 5.8) olarak sıralanmaktadır. Çevre koruma kurum ve temsilcileri ve bazı siyasetçiler tarımsal üretimde kullanılan zirai ilaçların ambalaj atıklarının ülkemizde topak, su, çevre ve insan sağlığı için büyük sorun oluşturduğunu ve bu konuda acil önlem alınması gerektiğini ifade etmektedirler.

2. ÜLKEMİZDE ZİRAİ ATIKLARIN TOPLATILMA ÇALIŞMALARI

Ülkemizde son yıllarda zirai ilaç atıklarının toplatılması ile başta insan sağlığı olmak üzere, toprak ve su kirliliğinin önlenmesi amacıyla kullanılmış zirai ilaçlara ait kutu ve ambalajların çiftçiler tarafından toplatılması ve bazı kurumlara getirilerek veya belirlenen noktalara teslim edilmesi ile geri dönüşüme kazandırılması çalışmaları başlatılmıştır.

Bolu İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü 2015-2016 yıllarında zirai ilaç boş ambalaj kutusu getiren çiftçilerine her 7 paket için 1 lt herbisit vermiştir. Projenin 2. Yılında ise; her 40 paket boş zirai ilaç ambalajı getiren çiftçiye 1 adet plastik sırt pompası verilmiştir.

Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Kumluca Belediyesi, Zirai Mücadele İlaçları Üreticileri Derneği, Tarım İlaçları Sanayi İthalatçıları ve İhracatçıları Temsilcileri Derneği'nin ortak çalışmaları ile bitki koruma ambalaj ve atıklarının geri dönüşümü projesi gerçekleştirilmiştir. Bu ambalaj atıklarının gelişigüzel çevreye bırakılması, toprağa gömülerek saklanması, yakılarak imhası ve diğer kullanımlarının önüne geçilmesi amacıyla yürütülen ve 16 ay süren Pilot proje Antalya'nın Kumluca ilçesinde yürütülmüştür. Projeyle, bitki sağlığı ve çevre mevzuatı ile insan sağlığına zararlı biçimde davranışların önüne geçilmesi hedeflenmiştir. Bu çalışma sonucunda zirai ilaç ambalaj ve atıklarının, bilimsel çalışmalarda kabul edilen "üçlü yıkama yöntemiyle" zararsız hale getirileceği ve çevre mevzuatına uyularak geri dönüştürüleceği bildirilmiştir.

Tekirdağ ili Süleymanpaşa Belediyesi Temizlik İşleri Müdürlüğü "Atmazsan Batmaz" geri dönüşüm projesi ile kırsal mahalleler ve bazı köylerde bitki koruma

ürünleri atık toplama noktaları oluşturmuştur. Proje ile zirai atıklarla yeraltı ve yüzey su kaynaklarının ve toprağın kirlenmesinin önlenmesi hedeflenmektedir. Bu proje eğitim yayım çalışmaları ile desteklenmiş olup, 7 mahalleye 10 adet zirai atık toplama kutusu yerleştirilmiştir (Şekil.3). Özel kafes ve kutularda toplatılan pestisit ambalajları, araçlarla bu noktalardan alınarak imha edilmektedir. Süleymanpaşa Belediyesi tarımsal üretimde ürün kayıplarına neden olan ve verimi düşüren hastalık, zararlılar ve yabancı otlarla mücadele yapıldığı, en iyi bilinen ve en yoğun uygulanan yöntemin, bitki koruma ürünleri kullanımı olduğu ve kullanım sonrası kimyasal ürün ambalajlarındaki ilaç kalıntıları veya ilaç bulaşıklı kapların ciddi çevre sorunlarına neden olduğunu bildirmiştir. Ayrıca kırsal bölgelerde boş ilaç kutularının gıda veya su kabı olarak kullanımı çeşitli kimyasal zehirlenmelere sebep olmaktadır. İnsan ve çevre sağlığına zarar veren, gelişigüzel bırakılmış bitki koruma ürün atıkları toprak ve su kaynaklarını kirleterek çevre kirliliğine neden olmaktadır. Bu proje ile zirai ambalajların kontrollü bertarafı ve yaratmış olduğu kirliliğin önüne geçmek atıkların ayrıştırılarak sağlığa uygun bir şekilde toplanması gerçekleştirilmektedir.

Şekil.3 Zirai İlaç Ambalaj Toplama Noktası
(https://www.sabah.com.tr/tekirdag/2020/12/09/zirai-atik-kutulari)

Çanakkale'nin Bayramiç ilçesinde2018 yılında başlayan 15 köyün yanı sıra 4 mahallede uygulanan pestisit atıklarının toplatılması projesi başarıyla devam etmektedir. Meyveciliğin yoğun olarak yapıldığı ilçede hastalık ve zararlılarla mücadele etmek amacıyla yılda 8 ie 15 arasında ilaçlama yapıldığı bildirilmiştir. Kullanılan ambalajlar, proje öncesinde doğaya gelişigüzel atılmakta, yağmur suları ile dereler aracılığıyla Bayramiç barajına taşınmaktaydı. Proje sayesinde bölge tarımında önemli yeri olan Bayramiç Baraj Gölü Havzası çevresinde yer alan köylerde, zirai ilaç atıklarının toplatılması için 90 adet konteyner

dağıtılmıştır. Bunun neticesinde çevre kirliliğinin yanında insan sağlığını da ciddi anlamda tehdit etmekteydi. Bu proje ile 3 yıl içerisinde 6200 kg boş zirai ilaç ambalajı toplatılmıştır.

Şekil.4 Bayramiç Zirai İlaç atıkları Toplatılması Projesi
(https://canakkale.tarimorman.gov.tr/Haber/454/Zirai-Ilac-Atiklarinin-Toplanmasi-Projesi)

İzmir Büyükşehir Belediyesi'nin doğaya dost, insan ve çevre sağlığını koruyan tarımsal üretimi gerçekleştirmek ve bunun teşviki amacıyla, Menderes Değirmendere'de kimyasal ilaç kutu atıklarının toplanması projesi başlatmıştır. Yaklaşık 2 ton zirai ambalaj atığının toplatıldığı projede, üreticilere atık karşılığında solucan gübresi dağıtılmıştır. "Başka Bir Tarım Mümkün" vizyonuyla yola çıkılan bu çalışmada 71 üreticiye 1'er lt solucan gübresi dağıtılmıştır.

Şekil.5 İzmir Büyükşehir Belediyesi Zirai İlaç Ambalaj Toplatılması Projesi (https://www.izmir.bel.tr/tr/Haberler/zirai-ambalaj-atiklarini-toplayan-ureticiye-gubre-destegi/44579/156)

İlimizde tarımsal faaliyetler gerçekleşirken bitkileri hastalık ve zararlılardan korumak ve verimli üretim için tarım ilaçlarının kullanıldığını bildirilmektedir. Ülkemizde 2019 yılında yaklaşık olarak 51 bin ton tarımsal ilaç, 12 milyon ton kimyasal inorganik gübre kullanıldığını ifade eden, ÇMO Antalya Şube Başkanı, Antalya ülkemizde en fazla tarım ilacı kullanılan 5 kentten birisi olduğunu dile getirmiştir. Tarım ilaçlarının çoğunlukla plastik ambalajlar, az oranda cam ambalajlar kullanılarak çiftçilere sunulduğunu belirtilmiştir. Üreticilerin tarım ilaçlarını kullandıktan sonra Atık Yönetimi Yönetmeliği'ne uygun bir şekilde tehlikeli atık lisansı olan firmalar tarafından geri dönüştürülmesi gerektiği bildirilmiştir. Üreticilerin pestisit ambalaj atıkları ile kullanılmış kimyasal gübre paketlerini yer üstü su kaynaklarına bıraktıklarını, bu yanlış davranışların deniz canlılarının yok olmasına ve ekolojik sisteminin bozulması ve ayrıca küresel ısınmayla bu çevre kirliliğinin hızla yayılmasına sebep olduğu ifade edilmiştir. Marmara Denizi'ndeki son yıllarda yaşanan müsilaj görüntüsünün, Akdeniz'de de yaşanmaması için tarımsal ilaç ve gübre atıklarının Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'ne göre kontrolü ve toplatılması gerektiği vurgulanmıştır (https://www.evrensel.net/haber/435490/akdeniz-marmara-olmasin-zirai-atiklar-yonetmelige-gore-bertaraf-edilmeli).

Antalya Büyükşehir Belediyesi tarafından tarımsal üretimin yoğun olduğu şehirde tarım ilacı ambalaj atıklarının geri dönüştürülmesi "Konteynerlerin enerjisi güneşten" çalışması başlatılmıştır. Bitki koruma ilaçları ambalaj atıklarının çevre ve toplum sağlığına verdiği zararı önlemek amacıyla Antalya Büyükşehir Belediyesi tarafından Zirai Ambalaj Toplama Otomatı uygulamaya geçirilmiştir. 4 adet akıllı konteyner ile başlayan bu çalışmanın yaygınlaştırılması ve ülkemizde örnek olması hedeflenmiştir. Çiftçiler topladıkları boş atıklar için kendilerine verilen kartlarda puan toplayacaklar. Topladıkları puanlar değerinde ödüllendirilecekler.

Şekil.6 Zirai Ambalaj Toplama Otomatı
https://www.haberturk.com/antalya-haberleri/94728646-zirai-ambalaj-atiklari-toplama-otomati-hizmete-girecek

Muğla Valiliği, Muğla İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Muğla Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Muğla Valiliği Yatırım İzleme ve Koordinasyon Başkanlığı, Muğla Vakfı ve MUÇEV ortaklığında doğa dostu "Bitki Koruma Ürünleri ve Gübre Ürünleri Zirai Ambalaj Atıklarının Toplanması ve Bertaraf Projesi" hayata geçirilmiştir. Bu proje aracılığıyla 2021 yılında 3,6 ton tarımsal ilaç atığı toplanmıştır. http://www.mugla.gov.tr/bitki-koruma-urunleri-ve-gubre-urunleri-zirai-ambalaj-atiklarinin-toplanmasi-ve-bertaraf-projesi-ornek-ve-gelecege-umut-projesi-oldu

Şırnak'ın Silopi ilçesinde pestisit ambalajlarının doğaya bırakılması çevre kirliliğine sebep olduğu bildirilmiştir. Ziraat Mühendisi Ebubekir Çağlın

kaymakamlık belediye ve valilik işbirliği ile ilçede zirai ilaç atık toplama ve geri dönüşüm noktalarının kurulmasının önemini ve gerektiğini ifade etmiştir. Silopi'de zirai ilaç atıkları genellikle doğaya bırakılmaktadır. Zirai ilaç ambalajlarının insan ve hayvanların içme-kullanma yer üstü ve yer altı su kaynaklarına karıştığı ve insan ve hayvan sağlığı ile çevre için büyük tehlike oluşturduğu bildirilmiştir. Ziraat Mühendisi Ebubekir Çağlın, ülkemizde tonlarca tarım ilacı kullanılmakta olup, üreticilerimizin bu zararlı ilaç kutularını tarlalarının etrafına, derelerin kenarına bırakmasının büyük tehlike olduğunu ifade etmiştir (https://www.cnnturk.com/yerel-haberler/sirnak/silopi/silopide-zirai-ilac-atiklari-dogayi-kirletiyor-1698857).

Şekil.7 Şırnak İli Zirai İlaç Atıklarının Çevreye Etkisi
(https://www.cnnturk.com/yerel-haberler/sirnak/silopi/silopide-zirai-ilac-atiklari-dogayi-kirletiyor-1698857).

Boş ambalaj kutularında kalan ilaçların tüm canlıların yararlandığı su kaynaklarına karışabildiği gibi toprağa da karıştığı zaman, toprak içerisinde yer alan organizmalara da zarar verebildiği görülmüştür. Gaz haline geçerek atmosfere karışan tarım ilaçları, hava yoluyla yine doğada var olan tüm canlılara zarar verebileceği ifade edilmiştir.

Birçok Avrupa ülkesinde, Brezilya, ABD ve Kanada Atık Yönetim Planları yapılmış, bitki koruma ürün ambalajlarının toplatılması başarılı olmuştur. Özellikle kullanılmış pestisit ambalajların geri toplatılması uygulamalarında Brezilya başarılı olmuştur. Boş Pestisit Kapları Ulusal Enstitüsü 2001 yılında Brezilya'da kurulmuş, Pestisit Kapları Yönetimi çalışmaları yürütülmüştür.

Tekirdağ ilinde yürütülen proje ile üreticilerden tarımsal ilaç ambalajları zorunlu bir şekilde toplatılmış ve toplama istasyonlarımda bu boş pestisit ambalajları geri dönüşüme kazandırılmıştır. Türkiye de yılda yaklaşık 40-45 bin

ton pestisit kullanılırken bu rakam Tekirdağ ilinde 400-450 ton iken Muratlı ilçesinde 35-40 tonu bulduğu bildirilmiştir. Pestisit kullanıcısı birçok üretici, ambalaj atıklarını rastgele çevreye bıraktığını ya da yakarak imha ettiklerini bildirmişlerdir. İlçede Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü tarımda verimlilik ve kalitenin, yanında insan sağlığı ve doğal çevrenin de korunması amacıyla Ziraat Odası Başkanlığı ile birlikte Boş Zirai İlaç Ambalaj Toplama Projesi başlamıştır. Bu çalışmayla 2013 yılında 5.000 tane plastik atık toplatılmış ve bunun yanında eğitim çalışmaları devam etmiştir. Projenin hedefi 15.000 tane plastik atık ambalaj toplamak olmuştur (http://www.muratli.gov.tr/atik-pestisit-kaplarinin-toplanması).

Bursa ili Nilüfer Belediyesi tarafından doğaya gelişigüzel bırakılan zirai ilaç atıklarının çevreye ve insan sağlığına zarar vermemesi için yeni bir çalışma başlatılmıştır. Doğaya bilinçsizce atılarak insan ve çevre sağlığını tehdit eden, yıllarca doğada çözünmeyerek kalan ve temizlenemeyen, aynı zamanda havayı, yeraltı sularını, yağmur suyunu, akarsu ve denizleri kirleten zirai ilaç atık ambalajları bu çalışma ile kontrollü olarak konteynırlarda toplanmaktadır.

Şekil.8 Zirai İlaç Atıkları Toplama Projesi
(https://www.nilufer.bel.tr/haber/nilufer-de-zirai-atikla-mucadele)

Muğla İl Tarım ve Orman Müdürlüğü ve Fethiye İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü işbirliği ile "Tarımsal Atıkların Toplanması ve Geri Dönüşüme Kazandırılması" projesi uygulamaya geçmiş ve bölgede pestisit ambalaj ve zirai ilaç atıklardan kaynaklanan çevre kirliliğinin önüne geçilebilmesi için çalışılmıştır.

Şekil.9 Fethiye Zirai İlaç Ambalaj Toplatılma Çalışmaları
(http://www.fethiye.gov.tr/tarimsal-atiklarin-toplanmasi-ve-geri-donusume-kazandirilmasi)

Kapaklı Belediyesi Sıfır Atık Müdürlüğü köyden mahalleye dönüştürülen kırsal yerleşim bölgelerinde tarımsal ilaç atık toplama merkezleri oluşturmuştur. "Daha Yeşil, Daha Temiz Çevre" sloganıyla kırsal mahallelerde tarımla uğraşan vatandaşların zirai mücadelede kullandıkları zirai ilaç ambalaj ve atıklarının belirtilen toplama kutularında çevre koruma mevzuatına uygun şekilde toplanması başlatılmıştır. Bu çalışma ile pestisit atıklar toplanarak imha noktasına iletilmekte ve böylece tarımsal atıkların toprağa gömülmesi, yakılması ve gelişigüzel çevreye atılması engellenmiştir.

Şekil. 10 Atık Ambalaj Toplama Projesi
(https://www.kapakli.bel.tr/guncel/haberler/kirsal-mahallere-zirai-ilac-atik-toplama-kutulari-yerlestirildi)

Kale Belediyesi tarından sulu tarım yapılan, özellikle sebze ve meyvenin yoğun olarak yetiştirildiği bölgelerde çiftçilerin hastalık ve zararlılarla mücadele uygulamalarında kullandıkları tarımsal ilaç ambalajlarının çoğunlukla doğaya rastgele bırakıldığı veya yakıldığı bildirilmiştir. Bu tür uygulamaların çok ciddi çevre ve insan sağlığı sorunlarına yol açtığı ve kimyasal atıkların bilinçli olarak belediyemizin üreticilere verdiği torbalarda ve atık merkezlerinde toplanması gerektiğine karar verilmiştir. Zirai mücadele ilaç atıkları ambalajları tehlikeli atık statüsünde değerlendirilmektedir. Tarımsal üretimde verimlilik, kalite ve sürdürülebilirliğin yanında insan sağlığı, doğal denge ve çevrenin korunması da oldukça önem arz etmektedir. Bu nedenlerle bölgede 6 noktaya atık toplama merkezleri kurulmuş ve ileriki günlerde bu atık toplama noktalarının çoğaltılacağı bildirilmiştir.

Şekil.11 Kale Zirai Mücadele İlaç Ambalajlarının Toplatılması
(https://www.haberdenizli.com/guncel/kale-de-zirai-ilac-ambalaj-atiklari-icin-toplama-merkezleri)

Aslanapa İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü tarafından pestisit ambalaj atıklarının toplatılması çalışmaları başlatılmıştır. İlçe bir tarım bölgesi olduğundan, dolayısıyla tarım ilaçları fazlaca kullanılmaktadır. Doğaya rastgele atılan plastik ilaç kutuları tabiatı kirletmekte insan ve çevreye zarar vermektedir. Bölgede gerekli tedbirler alınmış ve zirai ambalaj atıkları toplatılmıştır. Tarımsal faaliyetler ile boşaltılan ilaç ambalajlarını üç kez temiz su ile çalkalayarak temizlemeleri konusunda uyarılar yapılmıştır.

Şekil. 12 Aslanapa Zirai Atık Toplama Projesi
(https://www.ogunhaber.com/genel/aslanapa-da-tarim-arazilerine-atilan-zirai-ilac-atiklari-tehlikesi)

Bu uygulama ile üreticiler çalkalama suyunu ilaçlama makinesinin deposuna boşaltmış ve temizledikleri zirai ilaç paketlerini ayrı bir torbada veya kutuda muhafaza etmişlerdir. Topladıkları üçlü yıkamaya tabi tutulmuş olan boş ilaç ambalajları bakanlık tarafından belirli noktalara kurulan toplama tanklarına teslim etmişlerdir. Bu işlemlerden sonra üçlü yıkama yapılan ilaç kutu ve ambalajlar geri dönüşüme kazandırılmıştır.

Kilis ilinde ekonomik değeri yüksek kıymetli çeşitlere sahip, bağcılık ve zeytincilik faaliyetleri gerçekleştirilmektedir. Bu faaliyetler esnasında çeşitli hastalık ve zararlılarla karşılaşılmakta ve ilimizde yoğun kimyasal ilaç uygulanmaktadır. Özellikle bağcılıkta kurşuni küf ve mildiyö hastalıkları ile mücadelede 4 veya daha fazla doz ilaç kullanıldığı bilinmektedir. Asmalar kurşuni küf enfeksiyonlarına karşı iki ana dönemde hassastır, bunlar; erken gelişim evresi ve ben düşme döneminden olgunlaşıncaya kadar, yani meyvenin yumuşama evresini kapsayan dönemdir. Çiçek salkımlarında oluşan enfeksiyon, saatler süren sıcaklık ile artar. Yüksek sıcaklıklarda ortamdaki nem uzaklaştığı için hastalığın bulaşma hızı ve oranı da azalmaktadır (Keskin ve ark., 2019; Gökçen ve Keskin, 2020,). Bulaşıklık için en uygun sıcaklık 20°C'dir. Olgun üzüm meyvelerindeki enfeksiyon oranı, 15-25 °C arasındaki sıcaklıklarda daha yüksektir. Saatlerce süren ıslaklık veya yüksek bağıl nem oranı ile artar. Meyvelerin hassasiyeti ben düşme döneminden olgunlaşmaya kadar artar. Her ne kadar asmanın biyotik ve aboyotik stres kaynaklarına karşı korunmak için ürettiği sekonder metabolitler olsa da, olgunlaşma döneminde Botrytis cinerea tüm salkım tanelerini enfekte edebilir ve ağır ürün kayıplarına neden olabilir (Keskin

ve Gökçen, 2019; Özrenk ve Gökçen, 2020). Kilis ilinde bilhassa yaz yağmurlarının olduğu dönemlerde, bu hastalığın gerçekleşmesi için optimum sıcaklık şartlarına sahip olur bu yüzden ilimizdeki üzüm üreticileri korunma amacıyla ilaçlama yapmaktadırlar (Keskin ve ark., 2017; Gökçen ve ark., 2019). İlaçlama sonrası kullanılan boş zirai ambalaj ve paketler genellikle köy meydanlarına, kaynak suların çevresine ve bağ kenarlarına bırakılmaktadır. İncelediğimiz arazilerde bu alanlarda çocukların oyun oynadığı, küçükbaş, büyükbaş, evcil ve kümes hayvanlarının otladığı görülmüştür. Kilis ilinde de zirai atıkların bilinçli bir şekilde imha edilmesi gerektiği belirlenmiştir.

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Zirai ilaç ambalaj atıklarının kontrolü, ülkemizde ve ilimizde de büyük bir sorun oluşturmaktadır. Bitki koruma ürünleri (pestisitler) tarımda hastalık ve zararlılarla mücadele amacıyla kullanılmakta ve kimyasal maddeler içermektedir. Tarımsal faaliyetler sonucunda kullanılan zirai ilaç ambalaj atıklarının doğaya bırakılması tehlikeli ölçüde çevre kirliliğine sebep olmaktadır. Tarımsal verimlilik, ürün kalitesi ve sürdürülebilirliğin yanında insan sağlığı ve çevrenin korunması amacıyla birçok **i**limizde zirai ilaç ambalaj atıklarının toplatılması ve bilinçli yönetimine ihtiyaç duyulmuştur. Tarım ilacı kutu ve ambalajların imha edilmediği, rastgele su kaynaklarına atıldığı, tarla kenarlarına bırakıldığı durumlarda insan ve çevre sağlığı yönünden tehlikeli boyutlara ulaşmaktadır. Su kaynaklarının tarım ilaç atıklarıyla kirlenmesi balık ve kuşlar için ölümcül olabilmekte ve bu suyu kullanan her türlü canlı, insan, evcil ve yabani hayvanların tüketmesi ile çevre felaketi yaşanması olağandır.

Bitki koruma ürünleri atık ambalajları (pestisit) ülkemizde tehlikeli atık olarak değerlendirilmektedir. Bu tehlikeli atıkların yönetimi çiftçilerimizin çevreye olan duyarlılıklarına bırakılmıştır. Kullanımda olan zirai ilaçlar genellikle 1 litre içerikli ve sert plastikten oluşmaktadır. Bunlar rastgele çevreye bırakılarak veya yakılarak çevre ve insan sağlığına zarar vermektedir. Bu nedenle ilimizde zirai ilaç atıkları kontrolü ve yönetim planı geliştirilmelidir. Ülkemizde gerçekleştirilen duyarlı çalışmaların tüm illerimizde hatta tarım faaliyetlerinin ve ilaçlamaların yoğun olduğu ilçelerimizde de uygulanması gerekmektedir. İlimiz üreticileri teşvik edilerek insan sağlığını korumak, çevre, doğal dengenin temiz bir şekilde korunması amacıyla duyarlı olmaları gerekmektedir. İlimizde yıl içerisinde çok çeşitli tarımsal ürünler üretilmektedir. Dolayısıyla bu tarım ürünleri yetiştirilirken hastalık ve zararlılarla mücadelede çeşitli zirai ilaç kullanılmaktadır. Bu nedenle, zirai ilaç atık toplatma işleminin önemi büyüktür. Bu toplatma işleminin insan ve çevreye olan faydalı etkilerinin uzun yıllar

boyunca devam edeceği, yararlı sonuçlarının çiftçiler arasında yaygınlaşacağı bilinmektedir.

Pestisit atıklarının insan ve çevre sağlığını korumak için sağlıklı ve kontrollü bir şekilde toplatılması gerekmektedir. Bu nedenle, tarım kurumlarının çiftçi eğitimleri ve köylere ziyaretler yapılarak tarlalar, köy meydanları gibi ilaç paketlerinin yoğun olarak atıldığı yerler kontrol edilmelidir. İnsan ve hayvan sağlığının yanı sıra çevreye verilen zararlar göz önüne alınarak çiftçiler görsel olarak bilgilendirilmelidir. Çiftçilerimize düzenlenecek eğitim programları ile bu olası zararlar anlatılmalı ve bu uygulamanın başta insan sağlığını, suyumuzu, toprağımızı, çevremizi dolayısıyla yaşadığımız çevreyi korumak amacıyla bu uygulamanın yıllarca devam etmesi sağlanmalıdır. Bölge çiftçilerinin ihtiyaçlarına yönelik ödüller belirlenerek ve ödüllerin değeri artırılarak bu uygulamanın cazip hale gelmesi ve sürdürülebilirliği sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

1. (http://www.muratli.gov.tr/atik-pestisit-kaplarinin-toplanması). (Erişim Tarihi:28.03.2022)
2. (https://www.cnnturk.com/yerel-haberler/sirnak/silopi/silopide-zirai-ilac-atiklari-dogayi-kirletiyor-1698857). (Erişim Tarihi:28.03.2022)
3. (https://www.evrensel.net/haber/435490/akdeniz-marmara-olmasin-zirai-atiklar-yonetmelige-gore-bertaraf-edilmeli). (Erişim Tarihi:22.02.2022)
4. (https://www.haberdenizli.com/guncel/kale-de-zirai-ilac-ambalaj-atiklari-icin-toplama-merkezleri) (Erişim Tarihi:28.06.2022)
5. (https://www.izmir.bel.tr/tr/Haberler/zirai-ambalaj-atiklarini-toplayan-ureticiye-gubre-destegi/44579/156) (Erişim Tarihi:18.01.2022)
6. (https://www.ogunhaber.com/genel/aslanapa-da-tarim-arazilerine-atilan-zirai-ilac-atiklari-tehlikesi) (Erişim Tarihi:30.06.2022)
7. Aguilar, C. F., Borrul, R.M., Marce, 1997. Determination of Pesticides in Environmental Waters by Solid Phase Extraction and Gas Choromatography with Electron Capture and Mass Spectrometry Detection, Journal of Chromatography A,771,221-231.
8. Bolu İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, 2015-2016. Zirai İlaç Toplatma Projesi.
9. Delen. N. (2008). Fungisitler. Nobel Yayın No:1360.X+318 s. Nobel Yayın Dağıtım Tic. Ltd. Şti. Ostim, ANKARA
10. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Kumluca Belediyesi, Zirai Mücadele İlaçları Üreticileri Derneği, Tarım İlaçları Sanayi İthalatçıları ve İhracatçıları Temsilcileri Derneği Zirai İlaç Atıkların Toplatılması ve Geri dönüşüme Kazandırılması Projesi. 2016.
11. Gökçen, İ. S., Keskin, N., Kunter, B., 2019. Kilis İli Bağcılığı ve Asma Gen Potansiyeli, Prof. Dr. Yasemin BİRCAN YILDIRIM (Ed.). ZİRAAT ORMAN VE SU ÜRÜNLERİ TAM METİN BİLDİRİ KİTABI içinde (sayfa no: 145-149). 6. ULUSLARARASI MULTİDİSİPLİNER ÇALIŞMALARI KONGRESİ'nde sunulan bildiri, Gaziantep. Elazığ: Asos Yayınevi.
12. Gökçen, İ.S., Keskin, N. (2020). Asmanin UV (Ultraviyole) Stresine Yanıtlari. Ziraat ve Doğa Bilimleri Teori, Güncel Arastırmalar ve Yeni Eğilimler, Ivpe, Eds. Türkoglu, Nalan, Cantürk, Sevil.
13. Gül, H. 2017. "*Türkiye'de Kullanılan Zirai İlaçların Sağlığa Etkileri*" Tezsiz Yüksek Lisans Dönem Projesi. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetimi Sağlık Anabilim Dalı 62s.

14. http://www.mugla.gov.tr/bitki-koruma-urunleri-ve-gubre-urunleri-zirai-ambalaj-atiklarinin-toplanmasi-ve-bertaraf-projesi-ornek-ve-gelecege-umut-projesi-oldu (Erişim Tarihi:16.03.2022)
15. https://canakkale.tarimorman.gov.tr/Haber/454/Zirai-Ilac-Atiklarinin-Toplanmasi-Projesi-Basari-Ile-Uygulanmaya-Devam-Ediyor (Erişim Tarihi:12.01.2022)
16. https://www.cumhuriyet.com.tr/haber/zirai-ilac-ambalaj-atiklari-hicbir-onlem-alinmadan-dogaya-birakiliyor-1844213 (Erişim Tarihi:18.01.2022)
17. https://www.haberturk.com/antalya-haberleri/94728646-zirai-ambalaj-atiklari-toplama-otomati-hizmete-girecek (Erişim Tarihi:26.02.2022)
18. https://www.kapakli.bel.tr/guncel/haberler/kirsal-mahallere-zirai-ilac-atik-toplama-kutulari-yerlestirildi# (Erişim Tarihi:25.05.2022)
19. https://www.nilufer.bel.tr/haber/nilufer-de-zirai-atikla-mucadele (Erişim Tarihi:12.04.2022)
20. https://www.sabah.com.tr/tekirdag/2020/12/09/zirai-atik-kutulari-yedi-mahalleye-daha-yerlestirildi. (Erişim Tarihi:12.01.2022)
21. Keskin, N., Gökçen, İ.S., Kunter, B. (2019). Asmanın Yaşam Döngüsünde Melatonin. Agricultural Sciences, 47. Current Research and Assesments for Agricultural Sciences, IVPE, Eds. Kunter Birhan, Keskin Nurhan.
22. Keskin, N., Gökçen, İ.S., Kunter, B., Cantürk, S. Karadoğan, B. (2017). Üzüm fitokimyasallari ve Türkiye'de yetiştirilen üzüm çeşitleri üzerindeki araştirmalar. Turkish Journal of Forest Science 1 (1): 93-111.
23. Keskin, N., Kunter, B., Gökçen, İ. S., 2019. Asmanın Kalkanı: Stilbenler, Doç. Dr. Meriç ERASLAN (Ed.). ZİRAAT ORMAN VE SU ÜRÜNLERİ TAM METİN BİLDİRİ KİTABI içinde (sayfa no:209). 6. ULUSLARARASI MULTİDİSİPLİNER ÇALIŞMALARI KONGRESİ'nde sunulan bildiri, Gaziantep. Elazığ: Asos Yayınevi.
24. Öncüer, C. (1995). Tarımsal Zararlılarla Savaş Yöntemleri ve İlaçları, Ege Üniversitesi Basımevi Bornova-İzmir.
25. Özrenk, K., Gökçen, İ.S. (2020). Differences To Chemical Constituent of Autochthonous Grape Cultivars in Siirt Province of Southern East Turkey. Agricultural and Natural Sciences: Theory, Current Research and New Trends, Eds. Kunter Birhan, Keskin Nurhan. Cetinje-Montenegro.
26. Öztürk, S. (1990). Tarım İlaçları, Hasad Yayıncılık, İstanbul.
27. Yazgan, M.S. (1997). "Türkiye′de Pestisit Kirliliği", *Türkiye'de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu II,* Gebze.1997.

ESKİŞEHİR'DEKİ PARKLARDA PEYZAJ ELEMANI OLARAK KULLANILAN BAZI BİTKİ TAKSONLARININ (SÜS BİTKİLERİ) BOTANİK ÖZELLİKLERİ-2

Gökhan OLGUN[1]
Onur KOYUNCU[2]

[1]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Fakültesi,
Biyoloji Bölümü, Eskişehir, Türkiye, ORCID 0000-0002-1333-5171
[2]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,
Biyoloji Anabilim Dalı, Eskişehir, Türkiye, ORCID 0000-0002-0364-6638
**Corresponding Author:*
E-mail: onurkoyuncu72@gmail.com

GİRİŞ

Peyzajda kullanılan süs bitkileri, kesme çiçek, iç mekân süs bitkileri, dış mekân süs bitkileri ve doğal çiçek soğanları olarak dört grupta incelenmektedir. Bu çalışmada kullanılan süs bitkileri daha çok çok yıllık olup çelikle üretilmiştir. Ancak bazılar da tohumla üretimeye çalışılmıştır. Peyzaj elemanı olarak, kentsel açık ve yeşil alanlarda özellikle dış mekân süs bitkileri kullanılmaktadır [1-3]. Bu dış mekân süs bitkileri, ağaç ve ağaççıklar, çalılar, sarılıcı ve tırmanıcı bitkiler, yer örtücü bitkiler, mevsimlik çiçekler, soğanlı bitkiler ve çim bitkileri formlarında kullanılmaktadır. Dış mekân bitkileri peyzaj uygulamalarda sadece estetik açıdan değil, bununla beraber sağlık, fonksiyonel ya da başkaca özelliklerinden dolayı kullanılmaktadır. Örneğin bazı yerlerde rüzgâr perdesi olarak kullanılması bu bitkilerin fonksiyonel eleman olarak karşımıza çıkarmaktadır. Bazı yerlerde ise zararlılara karşı önleyici eleman olarak kullanılmaktadır. Bazı yerlerde kullanım amacı hoş kokulu olmasıdır. Dikenli ve yayılıcı formları nedeniyle çit oluşturmak amacıyla kullanıldığı yerler de mevcuttur [3].

Peyzaj çalışmalarında yıllık, çok yıllık özellikle de dış mekân bitkileri kullanılmaktadır. Bu bitkilerin üretimi, uygulama yapılması düşünülen bölgede yapıldığı gibi başka bölgelerden de üretilerek getirilmektedir. Üretim sırasında uygulamalardan kaynaklanan aksaklıklar olabileceği gibi uygulamadan sonraki aşamalarda da bitkisel anlamda bazı sıkıntılar da görülmektedir. Bunların pek çok nedenleri olabileceği gibi bölgeye uygun olmayan bitkilerin kullanımlarının tercih edilmesi de yer almaktadır.

Eskişehir bölgesinde de dış mekân bitkileri peyzaj uygulamaları yaygındır. Belediyeler, özel kurumlar bu bitkileri peyzaj uygulamalarında kullanmaktadır. Eskişehir bölgesinde kullanılan bu bitkilerin botanik özellikleri, kullanım amaçları mikro ve makro alanlarda farklılık göstermektedir [5-8].

Eskişehir bölgesinde peyzaj uygulamalarda kullanılan bitkiler estetik, fonksiyonel ve başkaca amaçlarda kullanılmaktadır. Ne amaçla kullanılırsa kullanılsın sonuçta doğal da olsa mikro düzeyde bir ekosistem oluşmaktadır. Yaşayan bu ekosistemin sürdürülebilirliği de son derece önemlidir [9-13].

Bu çalışmanın ana amacı, Eskişehir yöresinde kullanılan bitki türlerini saptamak, üretimlerini gözlemlemek, uygulamalardan sonraki süreçlerini takip etmektir. Böylece makro ve mikro iklim, toprak durumuna uygun botanik özelliklere sahip bitki kullanımları arttırmak için veriler oluşturmaktır. Sürdürülebilir çevre anlayışıyla bitkilerin üretimden kullanımlılarına, kullanımlarından sürekliliğin sağlanmasına kadarki süreçlerde rasyonel uygulamaları ortaya çıkarmaktır [10-12].

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Eskişehir merkezi park alanlarında bulunan bitki türleri değerlendirilmiş ve kentin merkezinde bulunan park ve yeşil alanlar, refüjler, konut bahçeleri vb. alanlarda en çok tercih edilen süs bitkileri ve Eskişehir ikliminde kullanılan süs bitkilerinden bazılarının üretimi yapılmıştır.

Çalışma yeri ve koşulları

Çalışma; Eskişehir İli, Odunpazarı İlçesi, Odunpazarı Belediyesi Park ve Bahçeler Müdürlüğü'ne ait, doğalgaz yöntemiyle ısıtılan cam serada gerçekleşmiştir. Sera sıcaklığı 17 ºC'ye ayarlanmıştır.

Sulama; çelik ve tohumların bulunduğu köklendirme ortamlarının nemi elle kontrol edilerek ihtiyaca göre sulama yapılmıştır.

Üretimde Kullanılan Bitki Materyali

Çalışmada, Odunpazarı Belediyesi Park ve Bahçeler Müdürlüğüne ait çalışma alanlarında en çok kullanılan

Süs bitkileri; *Abelia x grandiflora, Berberis thunbergii "Atropurpurea", Cotoneaster horizantalis, Cornus sericea "Flaviramea", Euonymus japonicus "Aureo-Picta", Juniperus sabina, Lavandula angustifolia, Salvia rosmarinus, Salvia officinalis "Goldblatt", Santolina chamaecyparissus* ve *Thymus vulgaris* olmak üzere 11 farklı süs bitkisi üretilmiştir.

Süs bitkilerinin tohum ve çelikleri ise Eskişehir Botanik Parkı, Sebahattin Günday Parkı, Şelale Park ve Odunpazarı Belediyesi Park ve Bahçeler Müdürlüğü şantiyesinde bulunan saksılı bitkilerden alınmıştır.

Üretimde Kullanılan Köklendirme Ortamı ve Kaplar

Çalışmada tohum ve çeliklerin köklenmesi amacıyla ilk olarak plastik malzemeden üretilmiş, 288 gözlü ve 104 gözlü üretim viyolleri kullanılmıştır. Köklenme sonrası 48 gözlü viyol ve 1,5 L üretim saksılarına köklenen fideler şaşırtılmıştır. Ayrıca bitkilerin hızlı köklenmesini sağlayan, su tutma kapasitesi yüksek, açık kahverenginde, su altı yataklardan elde edilen torf üretim ortamı hazırlanmıştır (Şekil 1).

Şekil 1. Köklenme ortamı olarak kullanılan 104 gözlü viyol ve torf.

Yöntem

Bu çalışmada, Eskişehir parklarında peyzaj elemanı olarak kullanılan bitkilerin incelemesi yapılmak üzere, kent merkezinde bulunan ve bitki çeşitliliği açısından zengin Odunpazarı Belediyesi sorumluluğunda bulunan Botanik Parkı'ndaki bazı bitkiler seçilmiştir. Söz konusu parkta kullanılan bitkilerin, kullanım amaçları bitkisel tasarım açısından değerlendirilmiş ve genel olarak en çok kullanılan süs bitkileri ve Eskişehir ikliminde yazlık mevsimlik çiçek olarak tercih edilen türlerden bazılarının üretimi, Odunpazarı Belediyesi Park ve Bahçeler Müdürlüğü seralarında denenmiştir [4].

Abelia x grandiflora, Berberis thunbergii "Atropurpurea", Cornus sericea "Flaviramea", Euonymus japonicus "Aureo-Picta", Juniperus sabina, Lavandula angustifolia, Salvia rosmarinus, Salvia officinalis "Goldblatt", Santolina chamaecyparissus ve *Thymus vulgaris* çelikleri, Eskişehir Botanik Parkı, Sebahattin Günday Parkı, Şelale Park ve Odunpazarı Belediyesi Park ve Bahçeler Müdürlüğü şantiyesinde bulunan saksılı bitkilerden alınmıştır.

Odunpazarı Belediyesi Park ve Bahçeler Müdürlüğü şantiyesi dışında hazırlanan çelikler sonrasında nemli bezler ile sarılmış ve 2 saat içerisinde, Odunpazarı Belediyesi Park ve Bahçeler Müdürlüğü şantiyesinden alınan çelikler ise bekletilmeden, Park ve Bahçeler Müdürlüğü serasında, içerisi torf dolu104 gözlü üretim viyollerine, her göze tek çelik gelecek şekilde dikimi yapılmıştır. *Cotoneaster horizantalis* tohumları, tohumların olgunlaşması sonrası ekim ayında toplanmıştır. Toplanan tohumların etli kısımlarıyla tohumun ayrışması için geniş kaplarda ezme işlemi yapılmıştır. Ezilen tohumlar temizlenerek gölge bir alanda dere kumu içerisinde kurumaya bırakılmıştır. Kurutulan tohumlar hava geçirgenliği olmayan kaplarda buzdolabında 4 ºC'de saklanmıştır. Kasım 2021

ayında içerisi torf dolu 104 gözlü üretim viyollerine, her göze tek tohum ekilmiştir. Mart ayına kadar viyoller dış ortamda bırakılmış ve 15 Mart 2021 itibariyle sera ortamına alınmıştır. Köklendirme ortamında köklenen bitkiler, köklenme durumlarına göre 48 gözlü üretim viyollerine veya 1.5 lt. üretim saksılarına şaşırtılmıştır [4].

BULGULAR VE TARTIŞMA

Eskişehir ilinde yapılan çalışmada; Kentpark ve Sazova Bilim Kültür ve Sanat Parkı kullanıcılarının yaşam kalitesi üzerine etkileri araştırılmış ve sonuç olarak parkların, kullanıcıların ihtiyaçlarını karşıladığı, parklarda kullanım çeşitliliği, erişilebilirlik, görsel estetik açıdan standartlara uygunluğu gibi etmenler kullanıcıların yaşam kalitesini olumlu yönde etkilediği ortaya konmuştur. İl merkezinde yapılan tüm açık ve yeşil alanlar yoğun kullanılan ve kullanıcıların doğa ile baş başa kaldıkları ve iyi vakit geçirdikleri mekanlar olduğu belirtilmiştir [4, 19,20].

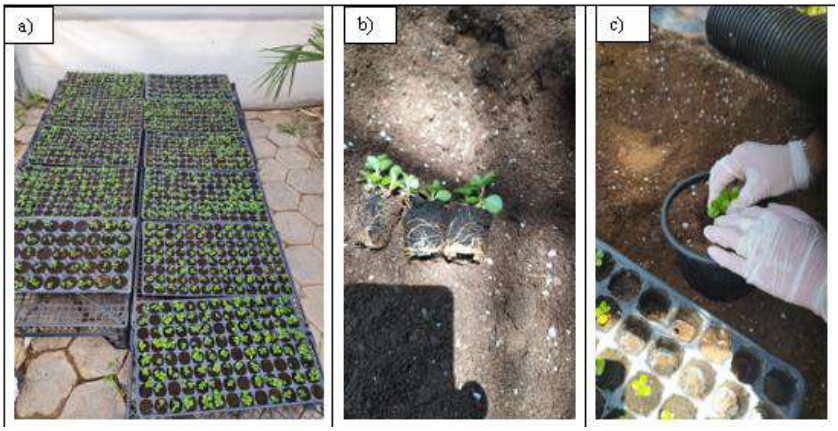
Abelia x grandiflora (Şekil 2)
Üretim Şekli; Çelik ile üretim gerçekleşmiştir.
Bitki Üretim Tarihi: 09.03.2022
Bitki Şaşırtma Tarihi: 06.05.2022
Bitki Çelik Sayısı: 104
Üretim Başarı Oranı: % 85,6

Şekil 2. *Abelia x grandiflora* üretim aşamaları; a) Çeliklerin 104 gözlü viyole dikimi, b) Çelik köklenme, c) Bitkinin 1,5 lt. lik üretim saksısına şaşırtılması.

***Berberis thunbergii* "Atropurpurea"** (Şekil 3)
Üretim Şekli; Çelik ile üretim gerçekleşmiştir.
Bitki Üretim Tarihi: 29.03.2022
Bitki Şaşırtma Tarihi: 07.06.2022
Bitki Çelik Sayısı: 104
Üretim Başarı Oranı: % 91,3

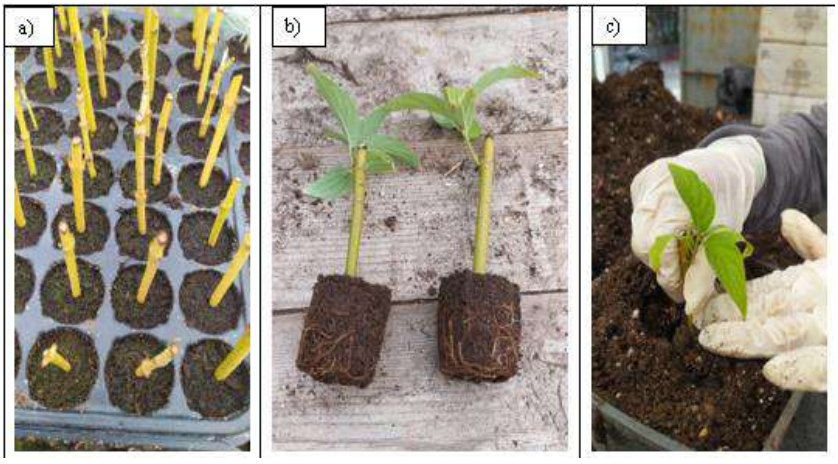
Şekil 3. *Berberis thunbergii* "Atropurpurea" üretim aşamaları; a) Çeliklerin 104 gözlü viyole dikimi, b) Çelik köklenme, c) Bitkinin 1,5 lt. lik üretim saksısına şaşırtılması

Cotoneaster horizantalis (Şekil 4)
Üretim Şekli; Tohum ile üretim gerçekleşmiştir.
Bitki Üretim Tarihi; 25.11.2021
Bitki Şaşırtma Tarihi; 26.05.2022
Bitki Tohum Sayısı: 1144
Üretim Başarı Oranı: %83



Şekil 4. *Cotoneaster horizantalis* üretim aşamaları; a) Tohumların 104 gözlü viyolde gelişimi, b) Bitki köklenme, c) Bitkinin 1,5 lt.lik üretim saksısına şaşırtılması

***Cornus sericea* "Flaviramea"** (Şekil 5)
Üretim Şekli; Çelik ile üretim gerçekleşmiştir.
Bitki Üretim Tarihi; 29.03.2022
Bitki Şaşırtma Tarihi; 09.05.2022
Bitki Çelik Sayısı: 104
Üretim Başarı Oranı: %96,2

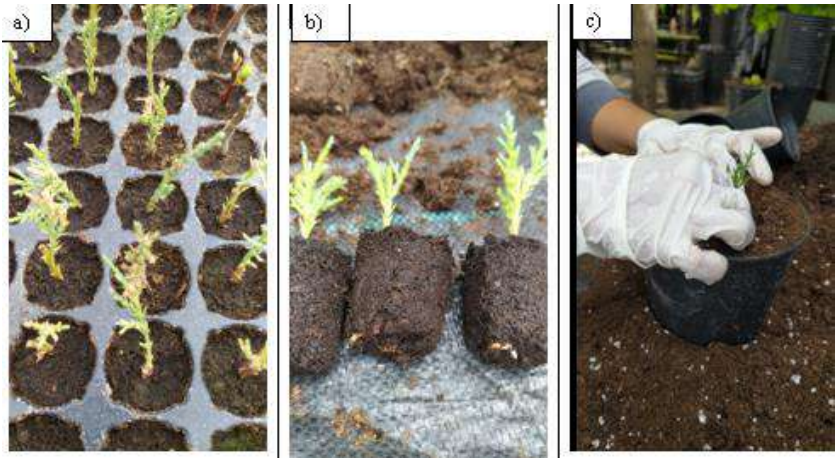


Şekil 5. *Cornus sericea* "Flaviramea" üretim aşamaları; a) Çeliklerin 104 gözlü viyole dikimi, b) Bitki köklenme, c) Bitkinin 1,5 lt.lik üretim saksısına şaşırtılması

Euonymus japonicus "Aureo-Picta" (Şekil 6)
Üretim Şekli; Çelik ile üretim gerçekleşmiştir.
Bitki Üretim Tarihi; 09.03.2022
Bitki Şaşırtma Tarihi: 05.05.2022
Bitki Çelik Sayısı: 1500
Üretim Başarı Oranı: % 86,7

Şekil 6. *Euonymus japonicus* "Aureo-Picta" üretim aşamaları; a) Çeliklerin 104 gözlü viyole dikimi, b) Bitki köklenme, c) Bitkinin 1,5 lt.lik üretim saksısına şaşırtılması.

Juniperus sabina (Şekil 7)
Üretim Şekli; Çelik ile üretim gerçekleşmiştir.
Bitki Üretim Tarihi; 05.04.2022
Bitki Şaşırtma Tarihi; 07.06.2022
Bitki Çelik Sayısı: 104
Üretim Başarı Oranı: %94,2

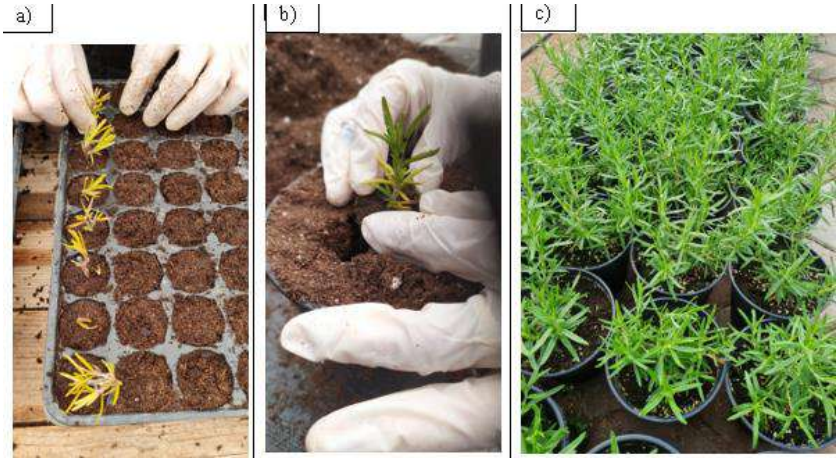


Şekil 7. *Juniperus sabina* üretim aşamaları; a) Çeliklerin 104 gözlü viyole dikimi, b) Bitkinin köklenmesi, c) Bitkinin 1,5 L'lik üretim saksısına şaşırtılması

Lavandula angustifolia (Şekil 8)
Üretim Şekli; Çelik ile üretim gerçekleşmiştir.
Bitki Üretim Tarihi; 05.10.2021
Bitki Şaşırtma Tarihi; 15.11.2021
Bitki Çelik Sayısı: 500
Üretim Başarı Oranı: %97,2

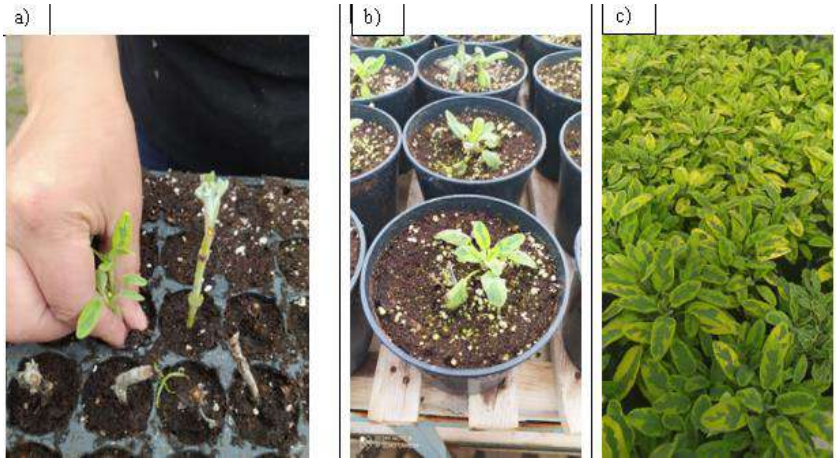
Şekil 8. *Lavandula angustifolia* üretim aşamaları; a) Çeliklerin hazırlanması, b) Çeliklerin 104 gözlü viyole dikimi, c) Bitkinin köklenmesi, ç) Köklenen çeliklerin 1,5 lt. lik üretim saksısına şaşırtılması. ç) Bitki gelişim izleme, d) Bitki gelişim izlenme, e) Bitki gelişimi izleme

Salvia rosmarinus (Şekil 9)
Üretim Şekli; Çelik ile üretim gerçekleşmiştir.
Bitki Üretim Tarihi; 05.10.2021
Bitki Şaşırtma Tarihi; 17.12.2021
Bitki Çelik Sayısı: 104
Üretim Başarı Oranı: % 92,3



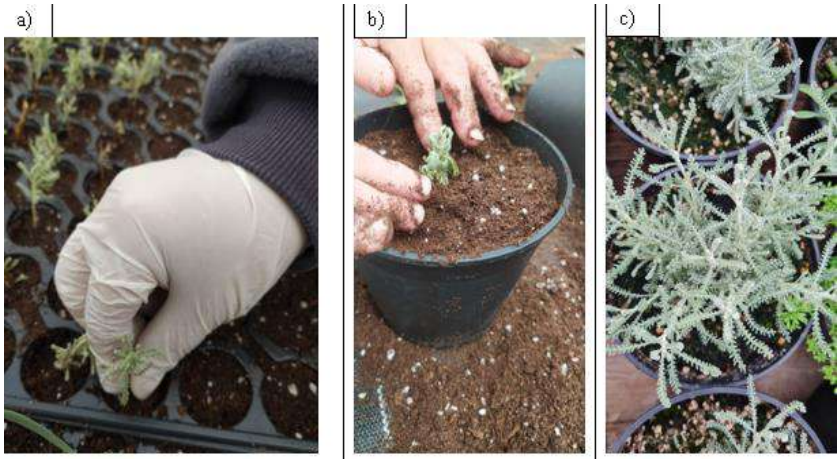
Şekil 9. *Salvia rosmarinus* üretim aşamaları; a) Çeliklerin 104 gözlü viyole dikimi, b) Bitkinin 1,5 lt. lik üretim saksısına şaşırtılması, c) Bitkinin gelişimi

***Salvia officinalis*"Goldblatt"** (Şekil 10)
Üretim Şekli; Çelik ile üretim gerçekleşmiştir.
Bitki Üretim Tarihi; 05.10.2021
Bitki Şaşırtma Tarihi; 29.11.2021
Bitki Çelik Sayısı: 104
Üretim Başarı Oranı: % 89,4



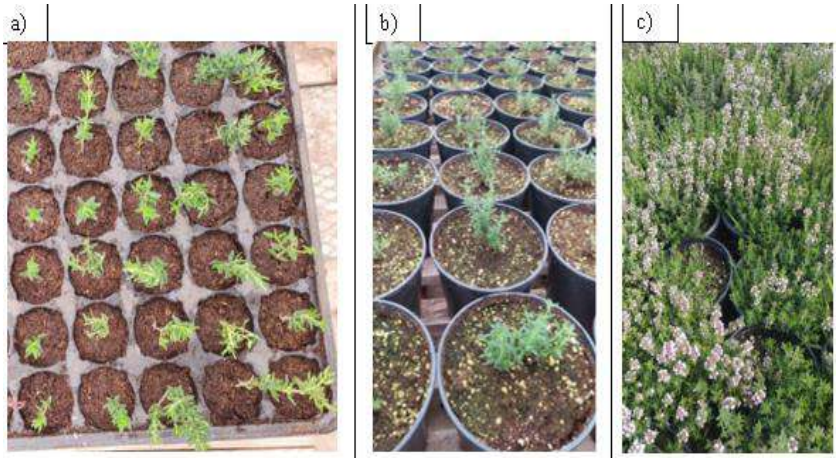
Şekil 10. *Salvia officinalis* "Goldblatt" üretim aşamaları; a) Çeliklerin 104 gözlü viyole dikimi, b) Bitkinin 1,5 lt. lik üretim saksısına şaşırtılması, c) Bitkinin gelişimi

Santolina chamaecyparissus (Şekil 11)
Üretim Şekli; Çelik ile üretim gerçekleşmiştir.
Bitki Üretim Tarihi; 06.10.2021
Bitki Şaşırtma Tarihi; 30.12.2021
Bitki Çelik Sayısı: 104
Üretim Başarı Oranı: %96,2



Şekil 11. *Santolina chamaecyparissus* üretim aşamaları; a) Çeliklerin 104 gözlü viyole dikimi, b) Bitkinin 1,5 lt. lik üretim saksısına şaşırtılması, c) Bitkinin gelişimi

Thymus vulgaris (Şekil 12)
Üretim Şekli; Çelik ile üretim gerçekleşmiştir.
Bitki Üretim Tarihi; 06.10.2021
Bitki Şaşırtma Tarihi; 01.11.2021
Bitki Çelik Sayısı: 1650
Üretim Başarı Oranı: %98



Şekil 12. *Thymus vulgaris* üretim aşamaları; a) Çeliklerin 104 gözlü viyolde gelişimi, b) Bitkinin 1,5 lt. lik üretim saksısına şaşırtılması, c) Bitkinin gelişimi

Çizelge 4.1 Çalışmada üretimi gerçekleştirilen bitki listesi.

No	Bitkinin Adı	Bitki Tohum Sayısı (Adet)	Bitki Çelik Sayısı	Bitki Üretim Tarihi	Bitki Şaşırtma Tarihi	Üretim Başarı Oranı (%)
1	*Abelia grandiflora*	-	104	9.03.2022	6.05.2022	85,60
2	*Berberis thunbergii* "Atropurpurea"	-	104	29.03.2022	7.06.2022	91,30
3	*Cotoneaster horizantalis*	1144	-	25.11.2021	26.05.2022	83,00
4	*Cornus sericea* "Flaviramea"	-	104	29.03.2022	9.05.2022	96,20
5	Euonymus japonicus "Aureo-Picta"	-	1500	9.03.2022	5.05.2022	86,70
6	*Juniperus sabina*	-	104	5.04.2022	7.06.2022	94,20
7	*Lavandula angustifolia*	-	500	5.10.2021	15.11.2021	97,20
8	*Salvia rosmarinus*	-	104	5.10.2021	17.12.2021	92,30

9	*Salvia officinalis*“Goldblatt”	-	104	5.10.2021	29.11.2021	89,40
10	*Santolina chamaecyparissus*	-	104	6.10.2021	30.12.2021	96,20
11	*Thymus vulgaris*	-	1650	6.10.2021	1.11.2021	98,00

Yine tohumla üretimi gerçekleştirilen, *Cotoneaster horizantalis* tohumlarının üretime hazır hale getirilmesi ve tohumların çimlenme başarısını arttırmak amacıyla uygulanan katlama yöntemi nedeniyle bitkilerin şaşırtılması, tohumların ekilmesini izleyen 182. gün yapılabilmiştir. Üretim aşamasında bitki besin elementi kullanılmamıştır. Sulama ise üretim ortamının nem durumuna göre yapılmıştır. *Cotoneaster horizantalis* türünün üretiminin zaman alması nedeniyle, bitkisel tasarım uygulama süreci açısından üretimi iyi planlanmalı ve üretim aşamalarında ortaya çıkabilecek sorunlar dikkate alınmalıdır.

Çelikle üretimi gerçekleştirilen süs bitkilerinden; *Thymus vulgaris* türü 26 günde, *Cornus”sericea”“*Flaviramea*”, Lavandula angustifolia* türleri 41 günde şaşırtmaya uygun hale geldiği gözlemlenmiştir. *Salvia officinalis “*Goldblatt*”* 55 günde, *Euonymus japonicus “*Aureo-Picta*”* 57 günde, *Abelia x grandiflora* 58 günde, *Juniperus sabina* 63 günde, *Berberis thunbergii “*Atropurpurea*”* 70 günde, *Salvia rosmarinus* 73 günde, *Santolina chamaecyparissus* 85 günde, şaşırtmaya uygun hale gelmiştir. Üretim aşamasında bitki besin elementi kullanılmamıştır. Sulama ise üretim ortamının nem durumuna göre manuel olarak yapılmıştır.

Eskişehir parklarında, bölgenin ekolojik koşullarına uyum sağladığı gözlemlenen, mevsimlik çiçek ve süs bitkilerinden bazılarının, tohum ve çelik yöntemiyle üretimi, basit yöntemlerle gerçekleştirilebileceği, bitkilerin sürekliliğinin sağlanabileceği bu çalışma ile ortaya konmuştur.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Eskişehir’in soğuk ve karasal iklim koşullarına sahip olması ve bitki vejetasyon süresinin kısa olması nedeniyle, özellikle kış aylarında mevsimlik çiçeklerin sürekliliği sağlanamadığından bu durum yaz ve kış mevsim koşulları için farklı mevsimlik çiçeklerin tercih edilmesine neden olmaktadır. Bu durum iklim koşullarına göre sürekli değişim ve bakım gerektirdiğinden iş gücü ve

maliyetler açısından dezavantaj oluşturmaktadır. Bu nedenle, mevsimlik çiçekler yerine bölgenin iklim koşullarına dayanıklı, Eskişehir bölgesinde doğal yayılış gösteren yer örtücü türlerin tercih edilmesi, sürdürülebilir peyzaj açısından önem arz etmektedir. Bununla birlikte kuraklığa dayanıklı ve bölge koşullarında gelişen bitkilerin tercih edilmesi, iklim değişikliğinin de olumsuz etkilerini azaltabilir. Bu nedenle, kent içi bitkisel tasarım uygulamalarında, bölgede doğal yayılış gösteren bitkilerin tercih edilmesi ve sürekliliği açısından da bir taraftan üretimlerinin yapılması önerilmektedir.

Ayrıca son yıllarda tıbbi ve aromatik bitkilere artan talep, bu bitkilerin korunması ve sürekliliğinin sağlanması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu düşünce ile çalışmada tıbbi ve aromatik bitkilerden *Lavandula angustifolia, Salvia rosmarinus, Salvia officinalis "*Goldblatt*",Santolina chamaecyparissus, Thymus vulgaris* türlerinin üretimi denenmiş ve basit uygulamalarla bu bitkilerin sürekliliğinin sağlanabileceğini ortaya konmuştur. Ayrıca üretim denemesi yapılan bitkilerin su stresine dayanıklı ve bakım ihtiyaçlarının az olması nedeniyle bitkisel tasarım uygulamalarına da ağırlık verilmesi önerilmektedir.

Böylece park ve bahçelerde kullanılacak mevsimlik çiçeklerin hem tohumla hem de çelikle üretimlerinin yapılabileceği ortaya konmuştur. Elbette her bitkinin kendine has özellikleri ile ilgili olarak üretim süreçlerde bazı özel dokunuşların yapılması, küçük değişikliklerin denenmesi sonuçların daha başarı olması için zorunlu olabilmektedir. Ancak asıl olanın bitkisel üretimin her ne şekilde olursa olsun denenmesinin, yapılmasının gerekliliği apaçık ortadadır. Bu türden çaba ve gayretler hem biyolojik zenginliklerimizin tanınması ve korunması, hem de çevremizi daha yaşanılabilir bir hale getirmenin bir gereğidir. Tüm bu çalışmalar ayrıca şehir ve ülke ekonomisine de olumlu katkılar vermektedir. Konu ile ilgili olan herkese katkısı olması dileklerimizle.

Teşekkür: Bu kitap bölümü Gökhan OLGUN'un Yüksek Lisasn Tezinin verileri kullanılarak hazırlanmıştır.

KAYNAKLAR

[1] Acar, C., Sarı, D., 2010, Kentsel yerleşim alanlarındaki bitkilerin peyzajda kullanım tercihleri açısından değerlendirilmesi: Trabzon Kenti örneği, Ekoloji, 19,74, 173-180.

[2] Koyuncu, O., Yaylacı, Ö.K., 2019, Locally endemic plants of Eskişehir, international journal of environmental research and technology, 2(3): 102-109

[3] Anonim, 2022, Eskişehir'in çiçekleri, https://eskisehir.ktb.gov.tr/TR-158753/eskisehirin-cicekleri.html, erişim tarihi: 05.02.2022.

[4] Karakaya, N., Cengiz, T. T., 2019, Yaşam kalitesinin arttırılmasında kent parklarının önemi: Eskişehir örneği. OPUS–Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi, 14(20), 1259-1283. Doi: 10.26466/ opus.590962

[5] Sarı, D., Karaşah, B., 2018, Bitkilendirme tasarımı öğeleri, ilkeleri ve yaklaşımlarının peyzaj tasarımı uygulamalarında tercih edilirliği üzerine bir araştırma, MEGARON 13(3);470-479 Doi:10.55005/MEGARON, 2018.29981

[6] Koç, C., Koç, A., 2022, Engelsiz parkların erişilebilirliği: Eskişehir ve Diyarbakır örnekleri, Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi, 13(33), 161-188.

[7] Anonim, 2020, Park de la Distance, https://www.vbenzeri.com/tasarim/sosyal-mesafe-parki, erişim Tarihi: 05.04.2022

[8] Anonim, 2020, Sosyal mesafe için tasarlanan park: Park de la Distance, https://www.tripoki.com/tr/blog/gundem/sosyal-mesafe-icin-tasarlanan-park-parc-de-la-distance, erişim Tarihi: 05.04.2022

[9] Ayaşlıgil, Y., 1997, Eskişehir Anadolu Botanik Bahçesi örneğinde peyzaj ekolojisi ve vejetasyon araştırmalarının peyzaj mimarlığı açısından önemi ve değerlendirilmesi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 47,1.

[10] Bayramoğlu, E., 2016, Sürdürülebilir peyzaj düzenleme yaklaşımı: KTÜ Kanuni Kampüsü'nün xerıscape açısından değerlendirilmesi, Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 17, 2, 119-127.

[11] Cheng, J., Siwei, H., Li, H., Junlong, H., Jim, C.Y., vd., 2021, Landscape plants in major Chinese cities: Diverse origins and climatic congruence

vis-a-vis climate change resilience, Urban Forestry & Urban Greening Volume 64, 127292.
[12] Çetin, N., Mansuroğlu, S., 2018, Akdeniz koşullarında kurakçıl peyzaj düzenlemelerinde kullanılabilecek bitki türlerinin belirlenmesi: Antalya/Konyaaltı örneği, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 55(1):11-18.
[13] Ekici, B., Sarıbaş, M., 2006, Bartın Kenti peyzaj düzenlemelerinde kullanılan bitki materyali üzerine bir araştırma, ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi, Cilt:8 Sayı:9
[14] Ertunç, Z., 2011,. Antakya kent dokusunda kullanılan çok yıllık süs bitkilerinin peyzajda kullanımları, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 127 s.
[15] Karaca, E., Kuşvuran, A., 2012, Çankırı Kenti peyzaj düzenlemelerinde kullanılan bazı bitkilerin kurakçıl peyzaj açısından değerlendirilmesi, Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 5 (2): 19-24.
[16] Kösa, S., Güral S. M., 2019, Tıbbi ve aromatik bitkiler ve peyzajda kullanımları, Peyzaj- Eğitim, Bilim, Kültür ve Sanat Dergisi, 1, 41-54.
[17] Mei, H., Yiyang, W., William, J. W., Zhong, X., 2022, Therapeutic plant landscape design of urban forest parks based on the Five Senses Theory: A case study of Stanley Park, International Journal of Geoheritage and Parks 97-112.
[18] Rijal, S., Junaidah, A., Zamreen, A.,2012, Planning Park for Liveable Cities: Green Technology Design Practice for Tasik Biru Kundang, Kuang, Selangor, Malaysia Procedia - Social and Behavioral Sciences 705- 712
[19] Timur, Ö. B., Timur, U.P., 2012, Çankırı koşullarında yetiştirilebilecek bitkiler (ağaçlar ve çalılar), Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi 5 (2): 122-124, ISSN: 1308-0040, E-ISSN: 2146-0132
[20] Yılmaz, H., Irmak, M.H., 2004, Erzurum kenti açık-yeşil alanlarında kullanılan bitki materyalinin değerlendirilmesi, Ekoloji, 13,52, 9-16.

ESKİŞEHİR'DEKİ PARKLARDA PEYZAJ ELEMANI OLARAK KULLANILAN BAZI BİTKİ TAKSONLARININ (MEVSİMLİK ÇİÇEKLER) BOTANİK ÖZELLİKLERİ-1

Gökhan OLGUN[1]
Onur KOYUNCU[2]

[1]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Fakültesi,
Biyoloji Bölümü, Eskişehir, Türkiye, ORCID 0000-0002-1333-5171
[2]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,
Biyoloji Anabilim Dalı, Eskişehir, Türkiye, ORCID 0000-0002-0364-6638
**Corresponding Author:*
E-mail: onurkoyuncu72@gmail.com

GİRİŞ

Süs bitkileri; kesme çiçek, iç mekân süs bitkileri, dış mekân süs bitkileri ve doğal çiçek soğanları olarak dört grupta incelenmektedir. Mevsimlik çiçeklerin hem iç hem de dış mekan süs bitkilerine dahil edilen örnekleri vardır. Peyzaj elemanı olarak, kentsel açık ve yeşil alanlarda özellikle dış mekân süs bitkileri kullanılmaktadır. Bu dış mekân süs bitkileri, ağaç ve ağaççıklar, çalılar, sarılıcı ve tırmanıcı bitkiler, yer örtücü bitkiler, mevsimlik çiçekler, soğanlı bitkiler ve çim bitkileri formlarında kullanılmaktadır [1-2]. Dış mekân bitkileri peyzaj uygulamalarda sadece estetik açıdan değil, sağlık, fonksiyonel ya da başkaca özelliklerinden dolayı kullanılmaktadır. Örneğin bazı yerlerde rüzgâr perdesi olarak kullanılması bu bitkilerin fonksiyonel eleman olarak karşımıza çıkarmaktadır. Bazı yerlerde ise zararlılara karşı önleyici eleman olarak kullanılmaktadır. Bazı yerlerde kullanım amacı hoş kokulu olmasıdır. Dikenli ve yayılıcı formları nedeniyle çit oluşturmak amacıyla kullanıldığı yerler de mevcuttur[3].

Peyzaj çalışmalarında tek yıllık, iki yıllık ve çok dış mekân bitkileri kullanılmaktadır. Bu bitkilerin üretimi, uygulama yapılması düşünülen bölgede yapıldığı gibi başka bölgelerden de üretilerek getirilmektedir. Üretim sırasında uygulamalardan kaynaklanan aksaklıklar olabileceği gibi uygulamadan sonraki aşamalarda da bitkisel materyallerde sıkıntılar da görülmektedir. Bunların pek çok nedenleri olabileceği gibi bölgeye uygun olmayan bitkilerin kullanımlarının tercih edilmesi de sayılabilir.

Eskişehir doğal florası oldukça zengindir. Bununla doğru orantılı olarak Eskişehir bölgesinde de dış mekân bitkileri peyzaj uygulamaları oldukça yaygındır. Belediyeler, özel kurumlar bu bitkileri peyzaj uygulamalarında kullanmaktadır. Eskişehir bölgesinde kullanılan bu bitkilerin botanik özellikleri, kullanım amaçları mikro ve makro alanlarda farklılık göstermektedir [5-8].

Eskişehir bölgesinde peyzaj uygulamalarda kullanılan bitkiler estetik, fonksiyonel ve başkaca amaçlarla da kullanılmaktadır. Ne amaçla kullanılırsa kullanılsın sonuçta doğal olmasa da mikro düzeyde bir ekosistem oluşmaktadır. Yaşayan bu ekosistemin sürdürülebilirliği de son derece önemlidir[9-13].

Bu çalışmanın ana amacı, Eskişehir yöresinde kullanılan bazı mevsimlik çiçeklerin üretimlerini gözlemlemek, uygulamalardan sonraki süreçlerini takip etmek, deneme üretimleri yapmaktır. Böylece makro ve mikro iklim, toprak durumuna uygun botanik özelliklere sahip bitki kullanımları arttırmak için veriler oluşturmaktır. Sürdürülebilir çevre anlayışıyla bitkilerin üretimden kullanımlılarına, kullanımlarından sürekliliğin sağlanmasına kadarki süreçlerde rasyonel uygulamaları ortaya çıkarmaktır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Eskişehir merkezi park alanlarında bulunan mevsimlik çiçekler türleri değerlendirilmiş ve kentin merkezinde bulunan park ve yeşil alanlar, refüjler, konut bahçeleri vb. alanlarda en çok tercih edilen mevsimlik çiçeklerden bazılarının üretimi yapılmıştır. Mevsimlik çiçeklerin çelikleri Odunpazarı Belediyesinin üretim serasından, tohumla üretimi yapılan bitkilerin ise ticari olarak tohumları temin edilmiştir.

Çalışma yeri ve koşulları

Çalışma; bitki üretimleri Eskişehir İli, Odunpazarı İlçesi, Odunpazarı Belediyesi Park ve Bahçeler Müdürlüğü'ne ait, doğalgaz yöntemiyle ısıtılan cam seralarda gerçekleşmiştir. Sera sıcaklığı 17 ºC'ye ayarlanmıştır.

Sulama; çelik ve tohumların bulunduğu köklendirme ortamlarının nemi manuel kontrol edilerek ihtiyaca göre sulama yapılmıştır.

Üretimde Kullanılan Bitki Materyali

Çalışmada, Odunpazarı Belediyesi Park ve Bahçeler Müdürlüğüne ait çalışma alanlarında en çok kullanılan **mevsimlik çiçekler;** *Lobularia maritima, Celosia argentea var."Plumosa", Chrysanthemum sp., Dahlia variabilis, Dianthus caryophyllus, Dianthus chinensis "Diana", Gazania rigens "Daybreak", Leucanthemum x superbum, Osteospermum ecklonis, Pelargonium grandiflorum, Petunia x hybrida, Petunia grandiflora ,Portulaca grandiflora, Rudbeckia hirta "Rustic"* ve *Tagates patula "Bonanza".*

Çelik yöntemiyle üretilen mevsimlik çiçek çelikleri Odunpazarı Belediyesi Park ve Bahçeler Müdürlüğü serasında bulunan saksılı bitkilerden alınmıştır. Tohum ile üretilenlerin tohumları, ticari ambalajlarla alınmıştır.

Üretimde Kullanılan Köklendirme Ortamı ve Kaplar

Çalışmada tohum ve çeliklerin köklenmesi amacıyla ilk olarak plastik malzemeden üretilmiş, 288 gözlü ve 104 gözlü üretim viyolleri kullanılmıştır (Şekil 1). Köklenme sonrası 48 gözlü viyol ve 1,5 L üretim saksılarına köklenen fideler şaşırtılmıştır.

Ayrıca bitkilerin hızlı köklenmesini sağlayan, su tutma kapasitesi yüksek, açık kahverenginde, su altı yataklardan elde edilen torf üretim ortamı hazırlanmıştır.

Yöntem

Bu çalışmada, Eskişehir parklarında peyzaj elemanı olarak kullanılan mevsimlik çiçeklerin incelemesi yapılmak üzere, kent merkezinde bulunan ve bitki çeşitliliği açısından zengin Odunpazarı Belediyesi sorumluluğunda bulunan Parklardaki bazı bitkiler seçilmiştir. Söz konusu parkta kullanılan mevsimlik çiçeklerin, kullanım amaçları bitkisel tasarım açısından değerlendirilmiş ve genel olarak en çok kullanılan türler tercih edilmiştir. Yazlık mevsimlik çiçek olarak

tercih edilen türlerden bazılarının üretimi, Odunpazarı Belediyesi Park ve Bahçeler Müdürlüğü seralarında denenmiştir [4].

Şekil 1. Köklenme ortamı olarak kullanılan 104 gözlü viyol ve torf.

Lobularia maritima, Celosia argentea var. *"Plumosa", Dahlia variabilis, Dianthus caryophyllus, Dianthus chinensis "Diana", Gazania rigens "Daybreak", Leucanthemum x superbum, Osteospermum ecklonis, Petunia grandiflora, Portulaca grandiflora, Rudbeckia hirta "Rustic", Tagates patula "Bonanza*", tohumları hazır olarak alınmıştır.

Chrysanthemum sp., Pelargonium grandiflorum, çelikleri Odunpazarı Belediyesi Park ve Bahçeler Müdürlüğü serasında bulunan saksılı bitkilerden 10-12 cm. uzunluğunda çelik alınarak üretimi yapılmıştır.

Odunpazarı Belediyesi Park ve Bahçeler Müdürlüğü şantiyesi dışında hazırlanan çelikler sonrasında nemli bezler ile sarılmış ve 2 saat içerisinde, Odunpazarı Belediyesi Park ve Bahçeler Müdürlüğü şantiyesinden alınan çelikler ise bekletilmeden, Park ve Bahçeler Müdürlüğü serasında, içerisi torf dolu104 gözlü üretim viyollerine her göze tek çelik gelecek şekilde dikimi yapılmıştır[4].

BULGULAR VE TARTIŞMA

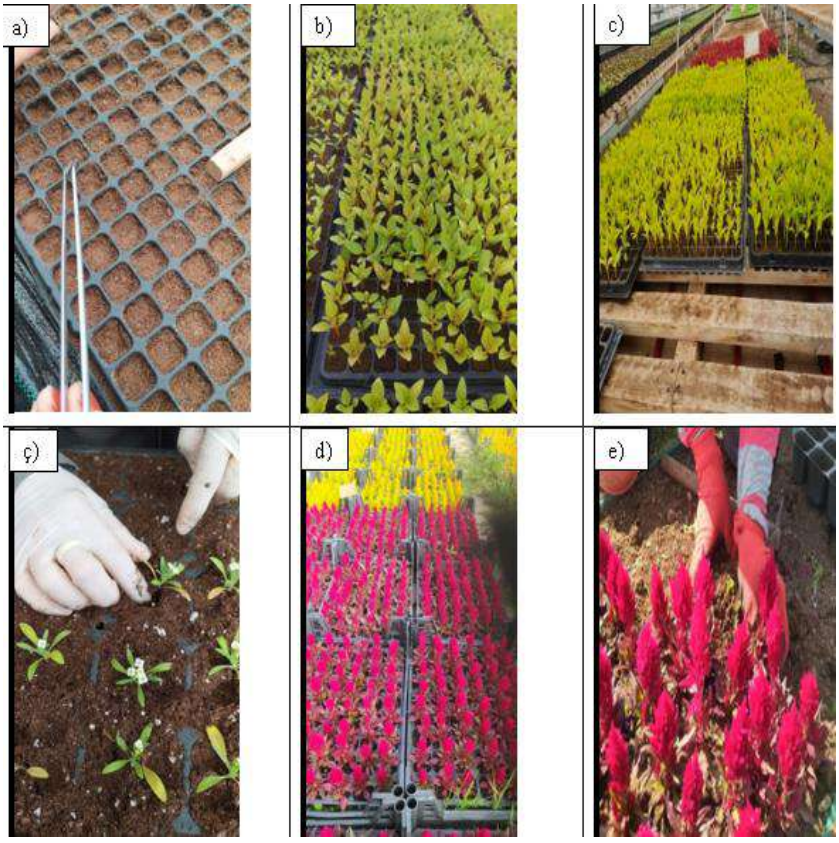
Eskişehir ilinde yapılan bu çalışmada şehirdeki parkların, kullanıcıların ihtiyaçlarını karşıladığı, parklarda kullanım çeşitliliği, erişilebilirlik, görsel estetik açıdan standartlara uygunluğu gibi etmenler kullanıcıların yaşam kalitesini olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Mevsim çiçeklerin de bu başarıda oldukça etkili olduğu düşünülmektedir. İl merkezinde yapılan tüm açık ve yeşil alanlar yoğun kullanılan ve kullanıcıların doğa ile baş başa kaldıkları ve iyi vakit geçirdikleri mekanlar olduğu bilinmektedir [4, 19,20].

Mevsimlik çiçeklerin Bazı Üretim Bilgileri

Lobularia maritima (Şekil 2)
Üretim Şekli; Tohum ile üretim gerçekleşmiştir.
Bitki Üretim Tarihi; 28.02.2022
Bitki Şaşırtma Tarihi; 08.04.2022
Bitki Tohum Sayısı: 3200
Üretim Başarı Oranı: %99

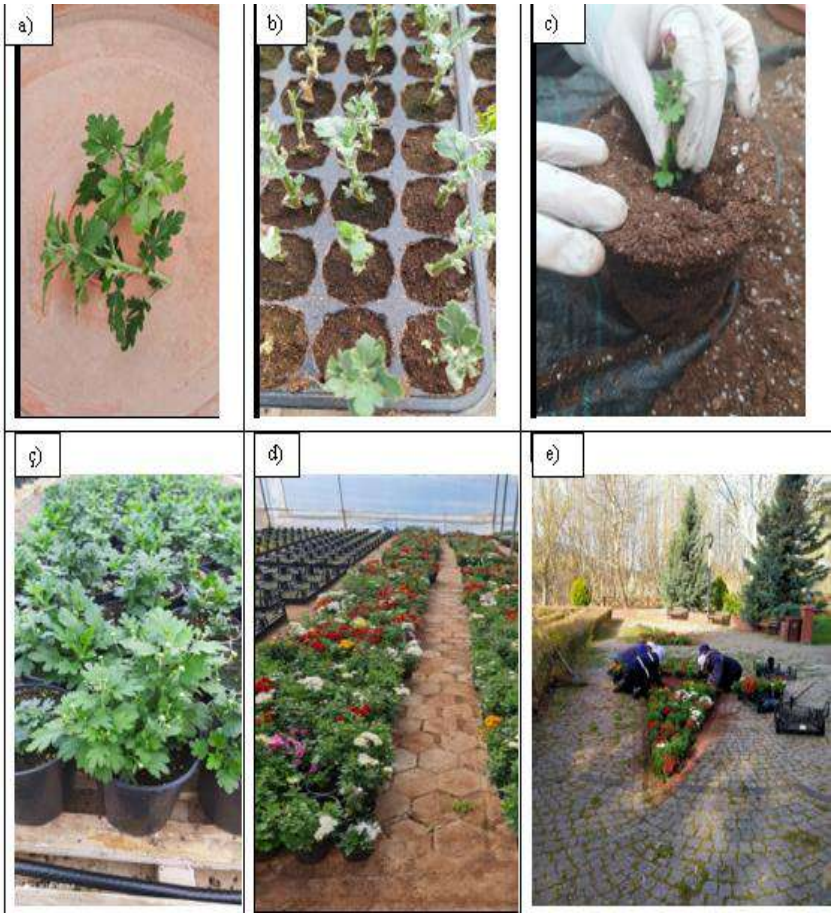
Şekil 2. *Lobularia maritima* üretim aşamaları; a) Tohumların 288 gözlü viyole ekimi, b) Bitki gelişim izleme, c) Bitkinin 48 gözlü üretim viyolüne şaşırtılması, ç) 48 gözlü üretim viyolünde bitki gelişim izlenmesi, d) Bitki gelişimi, e) Bitki gelişimi

***Celosia argenta var*. "Plumosa"** (Şekil 3)
Üretim Şekli; Tohum ile üretim gerçekleşmiştir.
Bitki Üretim Tarihi: 28.02.2022
Bitki Şaşırtma Tarihi: 08.04.2022
Bitki Tohum Sayısı: 4800
Üretim Başarı Oranı: %98



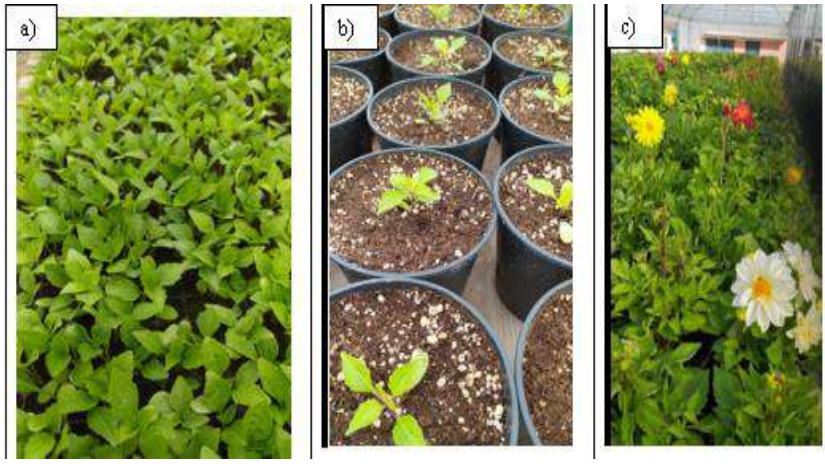
Şekil 3 *Celosia argenta var.* "Plumosa"üretim aşamaları; a) Tohumların 288 gözlü viyole ekimi, b) Bitki gelişim izleme, c) Bitki gelişim izleme ç) Bitkinin 48 gözlü üretim viyolüne şaşırtılması, d) 48 gözlü üretim viyolünde bitki gelişim izlenmesi, d) Bitki gelişimi, e) Gelişen bitkilerin sahaya dikimi

***Chrysanthemum* sp.** (Şekil 4)
Üretim Şekli; Çelik ile üretim gerçekleşmiştir.
Bitki Üretim Tarihi: 06.10.2021
Bitki Şaşırtma Tarihi: 01.11.2021
Bitki Çelik Sayısı: 1800
Üretim Başarı Oranı: %97,3



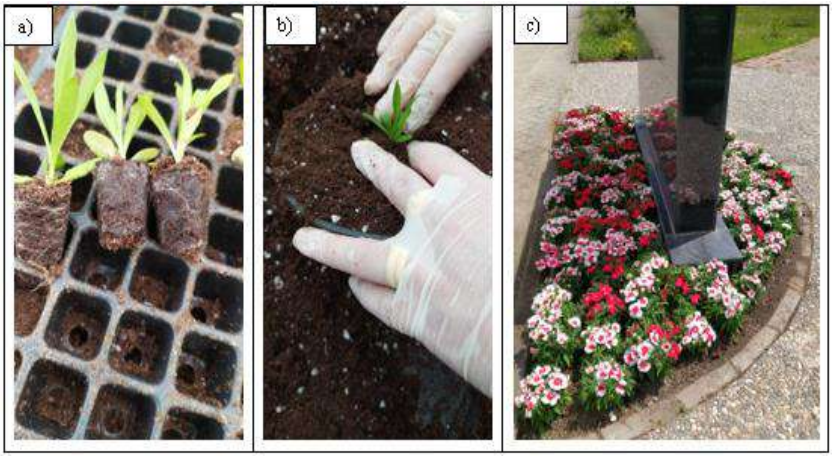
Şekil 4 *Chrysanthemum sp.* Üretim aşamaları; a) Çeliklerin alınması, b) Çeliklerin 104 gözlü viyole dikimi, c) Köklenen çeliklerin 15. lt.'lik üretim saksısına şaşırtılması. ç) Bitki gelişim izleme, d) Bitki gelişim izlenme, e) Gelişen bitkilerin sahaya dikimi

Dahlia variabilis (Şekil 5)
Üretim Şekli;Tohum ile üretim gerçekleşmiştir.
Bitki Üretim Tarihi; 04.03.2022
Bitki Şaşırtma Tarihi; 05.04.2022
Bitki Tohum Sayısı: 4000
Üretim Başarı Oranı: %97,5



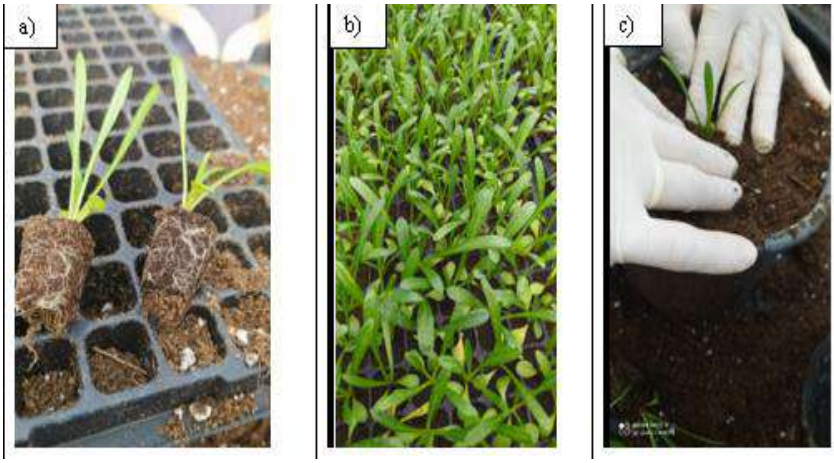
Şekil 5 *Dahlia variabilis* üretim aşamaları; a) Tohumların 288 gözlü viyolde gelişimi, b) Bitkinin 1,5 lt. lik üretim saksısına şaşırtılması, c) Bitkinin gelişimi

***Dianthus chinensis*"Diana"** (Şekil 6)
Üretim Şekli; Tohum ile üretim gerçekleşmiştir.
Bitki Üretim Tarihi; 02.03.2022
Bitki Şaşırtma Tarihi; 05.04.2022
Bitki Tohum Sayısı: 3000
Üretim Başarı Oranı: %98,8



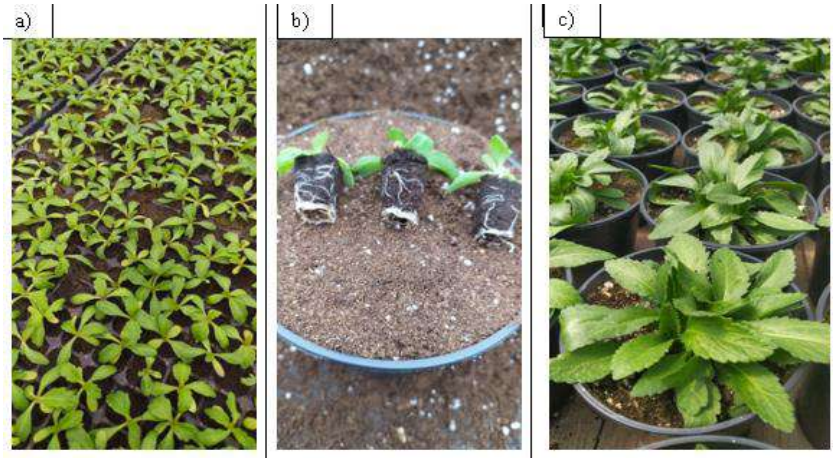
Şekil 6 *Dianthus chinensis* "Diana" üretim aşamaları; a) Tohumların 288 gözlü viyolde köklenmesi, b) Bitkinin 1,5 L'lik üretim saksısına şaşırtılması, c) Gelişen bitkilerin sahaya dikimi

Gazania rigens "Daybreak" (Şekil 7)
Üretim Şekli; Tohum ile üretim gerçekleşmiştir.
Bitki Üretim Tarihi; 04.03.2022
Bitki Şaşırtma Tarihi; 01.04.2022
Bitki Tohum Sayısı: 3000
Üretim Başarı Oranı: %99



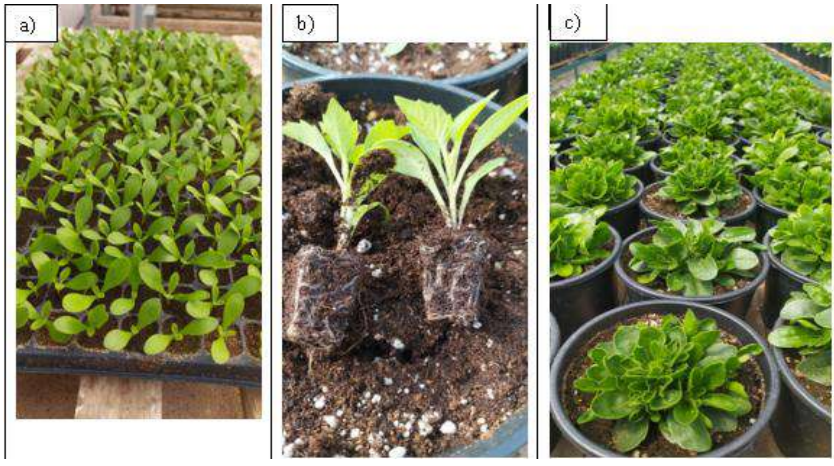
Şekil 7 *Gazania rigens* "Daybreak" üretim aşamaları; a) Tohumların 288 gözlü viyolde köklenmesi,b) Bitkinin gelişimi. c) Bitkinin 1,5 L'lik üretim saksısına şaşırtılması.

Leucanthemum x superbum (Şekil 8)
Üretim Şekli; Tohum ile üretim gerçekleşmiştir.
Bitki Üretim Tarihi; 02.03.2022
Bitki Şaşırtma Tarihi; 07.04.2022
Bitki Tohum Sayısı: 2000
Üretim Başarı Oranı: %99,5



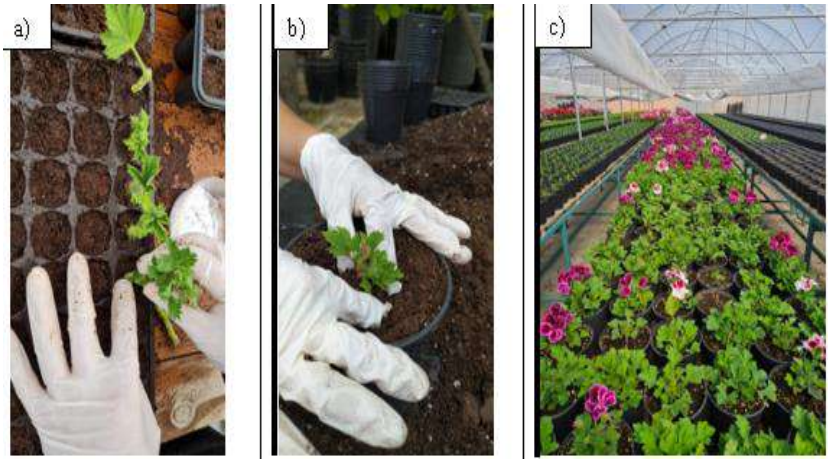
Şekil 8 *Leucanthemum x superbum* üretim aşamaları; a) Tohumların 288 gözlü viyolde köklenmesi, c) Bitkinin 1,5 lt.lik üretim saksısına şaşırtılması, c) Bitkinin gelişimi

Osteospermum ecklonis (Şekil 9)
Üretim Şekli; Tohum ile üretim gerçekleşmiştir.
Bitki Üretim Tarihi; 03.03.2022
Bitki Şaşırtma Tarihi; 01.04.2022
Bitki Tohum Sayısı: 300
Üretim Başarı Oranı: %99



Şekil 9 *Osteospermum ecklonis* üretim aşamaları; a) Tohumların 288 gözlü viyolde köklenmesi, b) Bitkinin 1,5 L'lik üretim saksısına şaşırtılması, c) Bitkinin gelişimi

Pelargonium grandiflorum (Şekil 10)
Üretim Şekli; Çelik ile üretim gerçekleşmiştir.
Bitki Üretim Tarihi; 18.11.2021
Bitki Şaşırtma Tarihi; 20.12.2021
Bitki Çelik Sayısı: 350
Üretim Başarı Oranı: %97,7

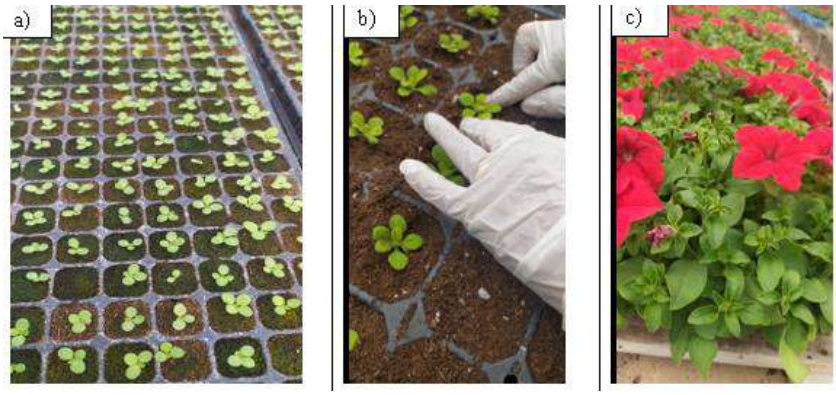


Şekil 10. *Pelargonium grandiflorum* üretim aşamaları; a) Çeliklerin 104 gözlü viyole dikimi, b) Bitkinin 1,5 lt.lik üretim saksısına şaşırtılması, c) Bitkinin gelişimi

Petunia x hybrida (Şekil 11)
Üretim Şekli; Tohum ile üretim gerçekleşmiştir.
Bitki Üretim Tarihi; 02.03.2022
Bitki Şaşırtma Tarihi; 12.04.2022
Bitki Tohum Sayısı: 15000
Üretim Başarı Oranı: %99

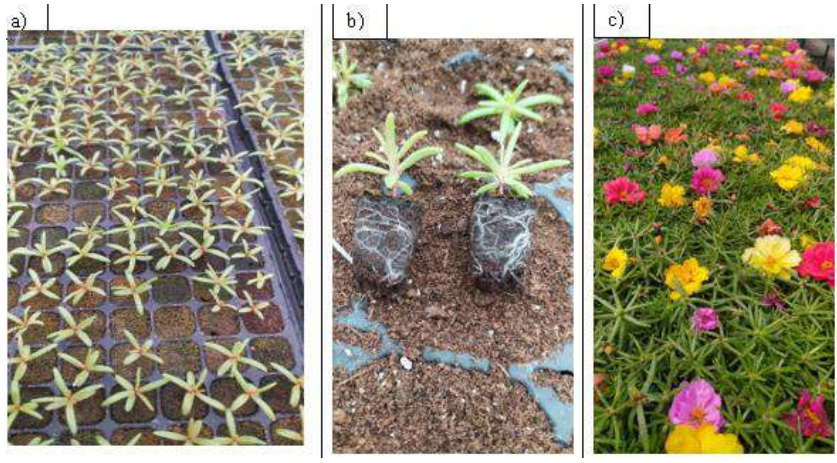
Şekil 11 *Petunia x hybrida* üretim aşamaları; a) Tohumların 288 gözlü viyole ekilmesi b) Bitkinin 48 gözlü üretim viyolüne şaşırtılması, c) Bitkinin gelişimi

Petunia grandiflora (Şekil 12)
Üretim Şekli; Tohum ile üretim gerçekleşmiştir.
Bitki Üretim Tarihi; 02.03.2022
Bitki Şaşırtma Tarihi; 11.04.2022
Bitki Tohum Sayısı: 28000
Üretim Başarı Oranı: %99



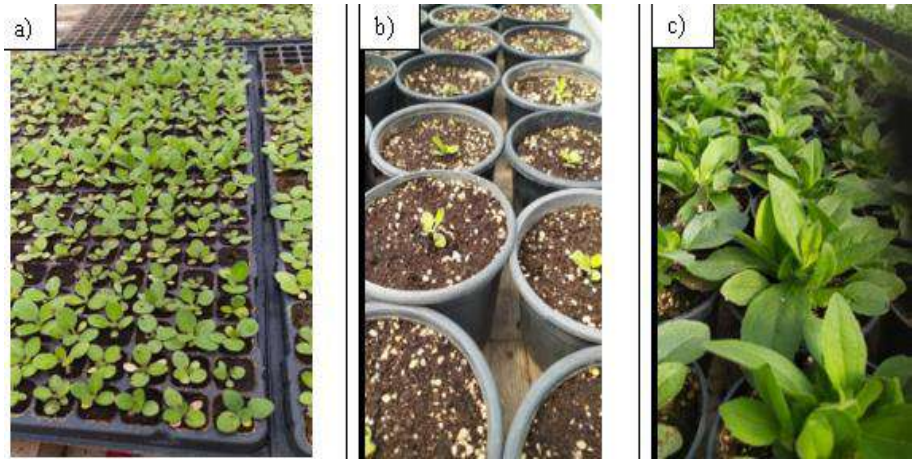
Şekil 12. *Petunia grandiflora* üretim aşamaları; a) Tohumların 288 gözlü viyolde gelişimi, b) Bitkinin 48 gözlü üretim viyolüne şaşırtılması, c) Bitkinin gelişimi

Portulaca grandiflora (Şekil 13)
Üretim Şekli; Tohum ile üretim gerçekleşmiştir.
Bitki Üretim Tarihi; 28.02.2022
Bitki Şaşırtma Tarihi; 05.04.2022
Bitki Tohum Sayısı: 1000
Üretim Başarı Oranı: %98,7



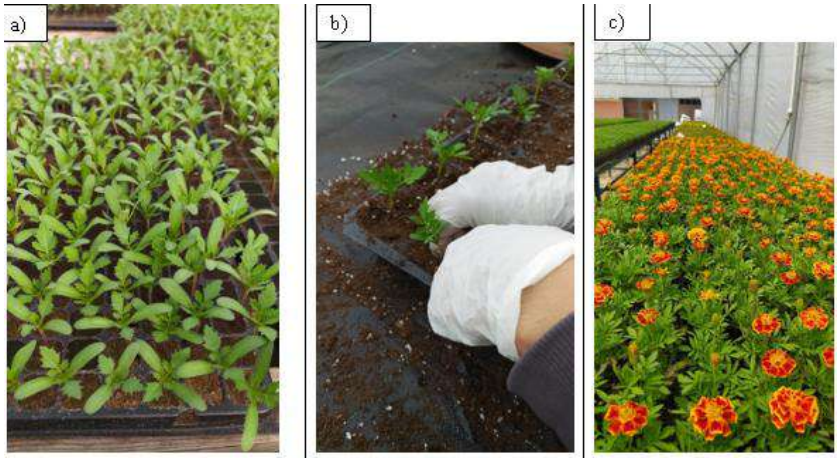
Şekil 13 *Portulaca grandiflora* üretim aşamaları; a) Tohumların 288 gözlü viyolde gelişimi, b) Bitkinin 48 gözlü üretim viyolüne şaşırtılması, c) Bitkinin gelişimi

***Rudbeckia hirta*"Rustic"** (Şekil 14)
Üretim Şekli; Tohum ile üretim gerçekleşmiştir.
Bitki Üretim Tarihi; 03.03.2022
Bitki Şaşırtma Tarihi; 22.04.2022
Bitki Tohum Sayısı: 1000
Üretim Başarı Oranı: %98,2



Şekil 14. *Rudbeckia hirta* "Rustic" üretim aşamaları; a) Tohumların 288 gözlü viyolde gelişimi, b) Bitkinin 1,5 L' lik üretim saksısına şaşırtılması, c) Bitkinin gelişimi

***Tagates patula*"Bonanza"** (Şekil 15)
Üretim Şekli; Tohum ile üretim gerçekleşmiştir.
Bitki Üretim Tarihi; 28.02.2022
Bitki Şaşırtma Tarihi; 29.03.2022
Bitki Tohum Sayısı: 3000
Üretim Başarı Oranı: %97,3



Şekil 15. *Tagates patula* "Bonanza" üretim aşamaları; a) Tohumların 104 gözlü viyolde gelişimi, b) Bitkinin 48 gözlü üretim viyolüne şaşırtılması, c) Bitkinin gelişimi

Görüldüğü üzere, tohumla üretimi gerçekleştirilen mevsimlik çiçek; Lobularia maritima, Celosia argentea var. "Plumosa", Dahlia variabilis, Dianthus caryophyllus, Dianthus chinensis "Diana", Gazania rigens "Daybreak", Leucanthemum x superbum, Osteospermum ecklonis, Petunia grandiflora, Portulaca grandiflora, Rudbeckia hirta "Rustic", Tagates patula "Bonanza" türlerinin 28-51 gün aralığında şaşırtılmaya uygun hale geldiği gözlemlenmiştir. Üretim aşamasında bitki besin elementi kullanılmamıştır. Sulama ise üretim ortamının nem durumuna göre yapılmıştır. Bitkilerin şaşırtma işlemleri sonrasında, 30-35 gün aralığında dikime hazır hale geldiği gözlemlenmiştir. Üretim zamanının kısalığı ve üretim başarı oranının yüksekliği dikkate alındığında türlerin Eskişehir'de gerçekleştirilecek peyzaj uygulamalarında kullanılabileceği düşünülmektedir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Üretimi gerçekleştirilen Mevsimlik Çiçekler listesi.

No	Bitkinin Adı	Bitki Tohum Sayısı (Adet)	Bitki Çelik Sayısı	Bitki Üretim Tarihi	Bitki Şaşırtma Tarihi	Üretim Başarı Oranı (%)
1	*Lobularia maritima*	3200	-	28.02.2022	08.04.2022	99,00
2	*Celosia argenta var*. "Plumosa"	4800	-	28.02.2022	08.04.2022	98,00
3	*Chrysanthemum* sp.	-	1800	6.10.2021	01.11.2021	97,30
4	*Dahlia variabilis*	4000	-	4.03.2022	05.04.2022	97,50
5	*Dianthus chinensis* "Diana"	3000	-	2.03.2022	05.04.2022	98,80
6	*Gazania rigens "Daybreak"*	3000	-	4.03.2022	01.04.2022	99,00
7	*Leucanthemum x superbum*	2000	-	2.03.2022	07.04.2022	99,50
8	*Osteospermum ecklonis*	300	-	3.03.2022	01.04.2022	99,00
9	*Pelargonium grandiflorum*	-	350	18.11.2021	20.12.2021	97,70
10	*Petunia x hybrida*	15000	-	2.03.2022	12.04.2022	99,00
11	*Petunia grandiflora*	28000	-	2.03.2022	11.04.2022	99,00
12	*Portulaca grandiflora*	1000	-	28.02.2022	05.04.2022	98,70
13	*Rudbeckia hirta*"Rustic"	1000	-	3.03.2022	22.04.2022	98,20
14	*Tagates patula"Bonanza"*	3000	-	28.02.2022	29.03.2022	97,30

Çelikle üretimi gerçekleştirilen süs bitkilerinden; *Chrysanthemum sp.* türü 26 günde, *Pelargonium grandiflorum* türü 32 günde şaşırtmaya uygun hale geldiği gözlemlenmiştir. *Santolina chamaecyparissus* 85 günde, şaşırtmaya uygun hale gelmiştir. Üretim aşamasında bitki besin elementi kullanılmamıştır. Sulama ise üretim ortamının nem durumuna göre yapılmıştır.

Eskişehir parklarında, bölgenin ekolojik koşullarına uyum sağladığı gözlemlenen, mevsimlik çiçek ve süs bitkilerinden bazılarının, tohum ve çelik yöntemiyle üretimi, basit yöntemlerle gerçekleştirilebileceği, bitkilerin sürekliliğinin sağlanabileceği bu çalışma ile ortaya konmuştur.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Eskişehir'in soğuk ve karasal iklim koşullarına sahip olması ve bitki vejetasyon süresinin kısa olması nedeniyle, özellikle kış aylarında mevsimlik

çiçeklerin sürekliliği sağlanamadığından bu durum yaz ve kış mevsim koşulları için farklı mevsimlik çiçeklerin tercih edilmesine neden olmaktadır. Bu durum iklim koşullarına göre sürekli değişim ve bakım gerektirdiğinden iş gücü ve maliyetler açısından dezavantaj oluşturmaktadır. Bu nedenle, mevsimlik çiçekler yerine bölgenin iklim koşullarına dayanıklı, Eskişehir bölgesinde doğal yayılış gösteren yer örtücü türlerin tercih edilmesi, sürdürülebilir peyzaj açısından önem arz etmektedir. Bununla birlikte kuraklığa dayanıklı ve bölge koşullarında gelişen bitkilerin tercih edilmesi, iklim değişikliğinin de olumsuz etkilerini azaltabilir. Bu nedenle, kent içi bitkisel tasarım uygulamalarında, bölgede doğal yayılış gösteren bitkilerin tercih edilmesi ve sürekliliği açısından da bir taraftan üretimlerinin yapılması önerilmektedir.

Ayrıca son yıllarda tıbbi ve aromatik bitkilere artan talep, bu bitkilerin korunması ve sürekliliğinin sağlanması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu düşünce ile çalışmada tıbbi ve aromatik bitkilerden *Santolina chamaecyparissus,* türünün üretimi denenmiş ve basit uygulamalarla bu bitkilerin sürekliliğinin sağlanabileceğini ortaya konmuştur. Ayrıca üretim denemesi yapılan bitkilerin su stresine dayanıklı ve bakım ihtiyaçlarının az olması nedeniyle bitkisel tasarım uygulamalarına da ağırlık verilmesi önerilmektedir.

Böylece park ve bahçelerde kullanılacak mevsimlik çiçeklerin hem tohumla hem de çelikle üretimlerinin yapılabileceği ortaya konmuştur. Elbette her bitkinin kendine has özellikleri ile ilgili olarak üretim süreçlerde bazı özel dokunuşların yapılması, küçük değişikliklerin denenmesi sonuçların daha başarı olması için zorunlu olabilmektedir. Ancak asıl olanın bitkisel üretimin her ne şekilde olursa olsun denenmesinin, yapılmasının gerekliliği apaçık ortadadır. Bu türden çaba ve gayretler hem biyolojik zenginliklerimizin tanınması ve korunması, hem de çevremizi daha yaşanılabilir bir hale getirmenin bir gereğidir. Tüm bu çalışmalar ayrıca şehir ve ülke ekonomisine de olumlu katkılar vermektedir. Konu ile ilgili olan herkese katkısı olması dileklerimizle.

Teşekkür: Bu kitap bölümü Gökhan OLGUN'un Yüksek Lisasn Tezinin verileri kullanılarak hazırlanmıştır.

KAYNAKLAR

[1] Acar, C., Sarı, D., 2010, Kentsel yerleşim alanlarındaki bitkilerin peyzajda kullanım tercihleri açısından değerlendirilmesi: Trabzon Kenti örneği, Ekoloji, 19,74, 173-180.

[2] Koyuncu, O., Yaylacı, Ö.K., 2019, Locally endemic plants of Eskişehir, international journal of environmental research and technology, 2(3): 102-109

[3] Anonim, 2022, Eskişehir'in çiçekleri, https://eskisehir.ktb.gov.tr/TR-158753/eskisehirin-cicekleri.html, erişim tarihi: 05.02.2022.

[4] Karakaya, N., Cengiz, T. T., 2019, Yaşam kalitesinin arttırılmasında kent parklarının önemi: Eskişehir örneği. OPUS–Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi, 14(20), 1259-1283. Doi: 10.26466/ opus.590962

[5] Sarı, D., Karaşah, B., 2018, Bitkilendirme tasarımı öğeleri, ilkeleri ve yaklaşımlarının peyzaj tasarımı uygulamalarında tercih edilirliği üzerine bir araştırma, MEGARON 13(3);470-479 Doi:10.55005/MEGARON, 2018.29981

[6] Koç, C., Koç, A., 2022, Engelsiz parkların erişilebilirliği: Eskişehir ve Diyarbakır örnekleri, Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi, 13(33), 161-188.

[7] Anonim, 2020, Park de la Distance, https://www.vbenzeri.com/tasarim/sosyal-mesafe-parki, erişim Tarihi: 05.04.2022

[8] Anonim, 2020, Sosyal mesafe için tasarlanan park: Park de la Distance, https://www.tripoki.com/tr/blog/gundem/sosyal-mesafe-icin-tasarlanan-park-parc-de-la-distance, erişim Tarihi: 05.04.2022

[9] Ayaşlıgil, Y., 1997, Eskişehir Anadolu Botanik Bahçesi örneğinde peyzaj ekolojisi ve vejetasyon araştırmalarının peyzaj mimarlığı açısından önemi ve değerlendirilmesi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 47,1.

[10] Bayramoğlu, E., 2016, Sürdürülebilir peyzaj düzenleme yaklaşımı: KTÜ Kanuni Kampüsü'nün xerıscape açısından değerlendirilmesi, Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 17, 2, 119-127.

[11] Cheng, J., Siwei, H., Li, H., Junlong, H., Jim, C.Y., vd., 2021, Landscape plants in major Chinese cities: Diverse origins and climatic congruence vis-a-vis climate change resilience, Urban Forestry & Urban Greening Volume 64, 127292.

[12] Çetin, N., Mansuroğlu, S., 2018, Akdeniz koşullarında kurakçıl peyzaj düzenlemelerinde kullanılabilecek bitki türlerinin belirlenmesi: Antalya/Konyaaltı örneği, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 55(1):11-18.

[13] Ekici, B., Sarıbaş, M., 2006, Bartın Kenti peyzaj düzenlemelerinde kullanılan bitki materyali üzerine bir araştırma, ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi, Cilt:8 Sayı:9
[14] Ertunç, Z., 2011,. Antakya kent dokusunda kullanılan çok yıllık süs bitkilerinin peyzajda kullanımları, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 127 s.
[15] Karaca, E., Kuşvuran, A., 2012, Çankırı Kenti peyzaj düzenlemelerinde kullanılan bazı bitkilerin kurakçıl peyzaj açısından değerlendirilmesi, Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 5 (2): 19-24.
[16] Kösa, S., Güral S. M., 2019, Tıbbi ve aromatik bitkiler ve peyzajda kullanımları, Peyzaj- Eğitim, Bilim, Kültür ve Sanat Dergisi, 1, 41-54.
[17] Mei, H., Yiyang, W., William, J. W., Zhong, X., 2022, Therapeutic plant landscape design of urban forest parks based on the Five Senses Theory: A case study of Stanley Park, International Journal of Geoheritage and Parks 97-112.
[18] Rijal, S., Junaidah, A., Zamreen, A.,2012, Planning Park for Liveable Cities: Green Technology Design Practice for Tasik Biru Kundang, Kuang, Selangor, Malaysia Procedia - Social and Behavioral Sciences 705- 712
[19] Timur, Ö. B., Timur, U.P., 2012, Çankırı koşullarında yetiştirilebilecek bitkiler (ağaçlar ve çalılar), Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi 5 (2): 122-124, ISSN: 1308-0040, E-ISSN: 2146-0132
[20] Yılmaz, H., Irmak, M.H., 2004, Erzurum kenti açık-yeşil alanlarında kullanılan bitki materyalinin değerlendirilmesi, Ekoloji, 13,52, 9-16.

YEM BİTKİLERİNİN DESTEKLENMESİ: KASTAMONU İLİ İNCELEMESİ

Fatih GÜREL[1]
Osman İNAN[2]

Dr./Zir. Yük. Müh., Kastamonu Tarım ve Orman İl Müdürlüğü,
Destekleme Şubesi, Kastamonu, Türkiye.
ORCID No: 0000-0001-9839-8106, Email: fatih_gurel@hotmail.com
Zir. Yük. Müh./Doktora Adayı, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi,
Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Tekirdağ, Türkiye,
ORCID No: 0000-0001-7306-5516, e-mail: osmaninan1985@gmail.com

1. Giriş

Yem bitkileri yetiştiriciliği, Türkiye'de hayvan varlığının kaba yem ihtiyacını karşılamada önemli bir role sahip olurken, toplamda 2.1 milyon ha alanda yem bitkileri ekimi yapılmaktadır. Yem bitkileri üretim alanları, toplam tarla tarımı alanı içerisinde ise, %13,65'lik paya sahiptir (TÜİK, 2019).

Tarımsal faaliyetler içerisinde yem bitkileri tarımı, sürekli ve güvenli kaba yem üretiminin en önemli yolu olarak görülmektedir (Akman vd., 2007). Ülke hayvancılığının karlı ve sürdürülebilir olabilmesi için hayvanların genetik potansiyellerinin ülkede üretilebilen yemlere uygun olmasının yanı sıra kaliteli kaba yem üretebilen çayır mera alanlarının verimlerinin arttırılması ve en önemlisi yem bitkileri ekim alanlarının arttırılması büyük önem arz etmektedir. Kaba yemlerin kaliteli ve ucuz olması halinde, daha pahalı olan ve insan beslenmesinde de kullanılan yoğun ya da kesif yemlerin hayvan beslemede kullanımları da azalacaktır. Bu bağlamda, kaliteli kaba yem üretimi teşvik edilmeli ve silajlık mısır, yonca, fiğ/yulaf/korunga desteklemeleri arttırılmalıdır (Alçiçek, 2021).

Kaba yemin nitelikli, bol ve ucuz olması, genelde daha pahalı olan kesif yemlerin kullanımını en aza indirirken, diğer taraftan işletmeye büyük ekonomik kazanç sağlamaktadır. Bir işletmede toplam masrafların yaklaşık olarak %70'ini yem giderleri oluşturmaktadır. Yem giderlerinin ise, %78'i kaba yem, %22'si ise kesif yem kaynaklı olmaktadır (Harmanşah, 2018). Bu nedenle, yem bitkileri konusunda yapılacak ekonomik düzenlemeler (yem bitkileri tohumluk ve ekim teşviki, destekleri, vb.) hayvanların beslenmesi açısından büyük önem taşımakta (Acar vd., 2019), ülke hayvancılığının geliştirilmesinde etkili bir yöntem olmaktadır.

Türkiye yem bitkileri tarımı ve hayvancılığında kaliteli kaba yem açığı ile birlikte istikrarsız piyasa koşulları, girdi fiyatlarında yükselişlere sebep olmuştur. Bu durum işletmelerin karlılığını belirleyen en önemli etkenlerden olan yem ve besleme masraflarını ön plana çıkarmaktadır. Verilen tarımsal desteklemelere rağmen arzu edilen ekim alanlarına ve verim karakterlerine ulaşılamaması desteklerin etki derecesi hakkında olumsuz düşünceler yaratabilmekte (Özkan, 2020) ve desteklemelerin etkinliğinin sorgulanmasına neden olmaktadır. Hayvan varlığı ve üretilen kuru ot miktarı dikkate alındığında, yüksek miktarda kaba yem açığı miktarının olduğu anlaşılmaktadır. Günümüzde bu açığın; sap, saman ve kavuz vb. yem değeri düşük kaba yemlerle veya yoğun/karma yem kaynaklarından karşılanmaya çalışılsa da yeterli olmayacağı bilinmelidir. Ülkenin tarım politikalarının temel hedefi olması gereken "kendine yeterlilik" ilkesinin yerine getirilebilmesi için gerekli önlemlerin en kısa sürede

alınması ve dikkatle uygulanması sağlanmalıdır (Demiroğlu Topçu ve Özkan, 2017).

Üreticilerin yem bitkileri üretiminde karşılaştıkları sorunlar değerlendirildiğinde, en fazla sorun olarak belirtilen konular; ürün fiyatlarının düşük olması, girdi satıcılarının denetimi, girdi fiyatlarının yüksekliği olarak saptanmıştır (Örük vd., 2019). Desteklemelerin etkinliğinin arttırılması, kaynakların en etkin kullandırılması ve diğer hayvancılığı teşvik amaçlı destekler ile yem bitkileri desteklerinin paralel bir şekilde arttırılarak devam ettirilmesi önemli ve hayvancılığın geliştirilmesi için gereklidir (Tan vd., 2014).

Türkiye'de yem bitkilerinin desteklenmesi ve bu desteklemelerin etkinliğinin illerde karşılıklarının ölçülmeleri ile çalışmaların sonuçlarından elde edilen önerilerin dikkate alınması önemlidir. Bu bağlamda, Türkiye'de yem bitkileri desteklemelerinin il düzeyinde etkinliklerinin açıklanması ile ilgili ankete dayanan ya da il yem bitkileri üretim istatistikleri dikkate alınarak yapılan çalışmalardan bazıları aşağıda kısaca açıklanmıştır;

Cevher vd. (2012) ''Tarımsal Desteklerin Yem Bitkisi Üretimi ve Sürdürülebilirliğine Etkisi: Kayseri İli Örneği'' isimli çalışmalarında, Kayseri ilinde teşvik ödemelerinin, yem bitkisi üretimine ve çiftçi davranışları üzerindeki etkilerini belirlenmeyi hedeflemişlerdir. Ayrıca, çalışmada çiftçilerin sosyo-ekonomik durumlarının sürdürülebilir yem bitkisi üretimi yapmaları üzerindeki etkileri de değerlendirilmiştir. Yapılan Uyum Analizi sonucunda, sürdürülebilir kaba yem bitkisi üretimi yapan üreticilerin, 31 ve üstü Büyükbaş Hayvan Birimi (BBHB), 51-100 dekar işletme genişliğine sahip, teşvik priminin verilmesi ve teşvik priminin hayvan sayısında artışa neden olduğunu düşünen üreticiler oldukları görülmüştür.

Saygı ve Alarslan (2012) ''Kaba yem destekleme uygulamalarının Yozgat yöresi süt sığırı yetiştiriciliğine etkileri'' isimli araştırmalarında, 2000/467 sayılı bakanlar kurulu kararı ile yem bitkileri tarımının desteklenmesi kararının, Yozgat ilinde, yem bitkileri üretim alanlarında önemli artışların meydana getirdiği belirtmişlerdir. Ancak meydana gelen artışların, yöredeki, mevcut hayvan varlığının kaba yem ihtiyacını karşılamak için yeterli olmadığını saptamışlardır. Ayrıca, yörede süt sığırcılığının daha ileriye götürülebilmesi için üreticinin kooperatifler aracılığıyla örgütlenmesinin sağlanması ve devletin kaba yem destekleri ile süt teşvik primi konusunda sürekli ve istikrarlı bir politika izlemesi gerektiğinin önemini vurgulamışlardır.

Ata ve Yılmaz (2015) ''Türkiye'de Uygulanan Hayvansal Üretimi Destekleme Politikalarının Süt Sığırcılığı İşletmelerine Yansımaları: Burdur İli Örneği'' isimli, çalışmalarında, hayvansal üretimi destekleme politikalarının, geliştirilmiş ve geleneksel süt sığırcılığı işletme gelirleri üzerine etkilerinin

ekonomik karşılaştırılmasını yapmışlardır. Sonuç olarak, süt sığırcılığı işletmelerinde kullanılan hayvancılık desteklerinin brüt kar üzerinde önemli etkisinin olduğunu saptamışlardır.

Ağırbaş vd., (2017) 'Eskişehir İlinde Yem Bitkileri Ekiliş Alanı ve Üretim Miktarı Üzerine Tarımsal Desteklemelerin Etkisi' başlıklı çalışmalarında, Eskişehir ilinde, son on yıl içerisinde ilde yem bitkileri ekiliş alanının % 49 artışla 10 500 hektardan 15 664 hektara; üretim miktarının ise, % 78 artışla 115 817 tondan 205 798 tona yükselmiş olduğunu saptamışlar. Ancak buna karşılık, yem bitkilerine yapılan destek tutarının 2015 yılı reel fiyatlarıyla son on yılda % 5.28 azaldığı belirlenmiştir. Yıllar itibariyle yapılan değerlendirmelerde; destekleme tutarının değişmesinin yanında, destekleme politikasının sürekliliğinin, çiftçilerin yem bitkisi yetiştirme isteğine, bu durumun da yem bitkisi ekim alanı ve üretim miktarlarında artışa neden olduğu söylenebilmektedir.

Altıntaş vd. (2017) 'Yem Bitkisi Desteklerinin Yem Bitkisi Üretimine Etkisi: Sivas İli Örneği' başlıklı çalışmalarında, yem bitkisi üretiminin arttırılması için verilen desteklerin Sivas ilinde ekim alanı ve üretim miktarının arttırılmasına katkı sağladığını belirlemişlerdir. Ek olarak çalışmada, üreticilerin mevcut destek miktarını yeterli bulmadıkları, destek miktarı artarsa yem bitkisi ekim alanını artıracağı belirlemişlerdir.

Çelikyurt vd. (2017) ''Antalya İlinde Yem Bitkileri Üreten İşletmelerin Mevcut Durumu, Destekleme Uygulaması ve Üretici Görüşleri'' başlıklı çalışmaları kapsamında, Antalya ilinde yem bitkisi üreten işletmelerin yapısal özellikleri, üreticilerin yem bitkileri hakkında bilgi durumu ve destekleme uygulamasına ilişkin düşünceleri irdelemiş ve destekleme uygulamasının üretime etkisini sorgulamışlardır. Çalışmada, üreticilerin yem bitkileri ekim alanını artırmak istekliliği çok düşük bulunmuştur. Bunun nedeni olarak; üretimin yeterli olması, arazi yetersizliği ve hayvan sayısının az olması ilk sıralarda yer almıştır. Yörede bitkisel üretim kapsamında doğrudan gelir getirici çok sayıda alternatif ürün olduğundan yem bitkileri üretimine ayrılan alan işletmenin ihtiyacı ile sınırlı kalmaktadır. Ancak; hayvansal üretimi arttırmaya yönelik tedbirlerle yem bitkileri üretiminin de geliştirilebileceği belirtilmiştir.

Uslu vd. (2020) ''Kaba Yem Üretimi ve İhtiyacı Yönünden Kahramanmaraş İlinin Genel Durumu'' isimli çalışmalarında, ilin ciddi bir yem açığı olduğunu istatistiklerle göstermişlerdir. Yeterli düzeyde yem bitkileri ekimi ile bu açığın giderilebileceğini ve ihtiyacın karşılanacağını belirlemişlerdir. Çalışmada farklı bir bakış açısı ile, Kahramanmaraş'ın yem bitkileri üretim durumu, hayvan varlığı ve yem bitkileri ihtiyacının değerlendirilmesi ayrıca tespit edilen sorunlara öneriler getirilmiştir.

Bu çalışmada, ilk olarak yem bitkileri üretiminin önemi ve bazı illerde yem bitkileri desteklemelerinin etkinliği ile ilgili yapılan çalışmalar açıklanmıştır. Sonrasında, yem bitkileri desteklemeleri ile ilgili güncel mevzuat incelenerek yem bitkileri üretimine verilen güncel desteklemeler açıklanmıştır. Daha sonra, Kastamonu Tarım ve Orman İl Müdürlüğü'nden elde edilen bilgilerle, Kastamonu ilinde yem bitkileri üretimi; yem bitkileri ekim alanlarının toprak özellikleri, yem bitkileri üretim alanları, yem bitkileri üreten çiftçi istatistikleri, yem bitkilerine verilen desteklemeler ve her bir yem bitkisi çeşidinin ayrı ayrı üretim istatistikleri bölümlere ayrılarak, incelenmiştir. Araştırmada, yem bitkileri desteklemelerinin Kastamonu ili özelinde etkinliği; üretim alanları, çiftçi sayıları, üretim miktarları gibi incelenerek değerlendirilmiş ve konuyla ilgili çalışan akademisyenler, araştırmacılar, sivil toplum vb. profesyonellere fayda sağlanmasına çalışılmıştır.

2. Yem Bitkilerinin Desteklenmesi

Türkiye'de yem bitkileri yetiştiriciliğinin yaygınlaştırılması amacıyla, 2000 yılında yayınlanan 2000/467 Sayılı Hayvancılığın Desteklenmesi Hakkında Bakanlar Kurulu Kararı Uygulama Esasları Tebliği (2000/22) gereğince yem bitkileri ilk defa destekleme kapsamına alınmış ve yem bitkileri yetiştiren çiftçiler doğrudan desteklenmektedir. Ayrıca 2008 yılından bu yana yurt içi sertifikalı tohum desteği kapsamında sertifikalı yem bitkisi tohumluklarını kullanan çiftçilere ek destekleme ödemesi yapılmaktadır.

Güncel mevzuatta yem bitkileri destekleri, Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından: 08/12/2021 Çarşamba günü 31683 Sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan, ''Bitkisel Üretime Destekleme Yapılmasına Dair Tebliğ (Tebliğ No: 2021/40)''in ilgili hükümlerine göre düzenlenmektedir. Tebliğ, 18/04/2006 tarihli ve 5488 sayılı Tarım Kanununun 19 uncu maddesi ve 10/11/2021 tarihli ve 4760 sayılı Cumhurbaşkanı Kararı ile yürürlüğe konulan 2021 Yılında Yapılacak Tarımsal Desteklemeler ve 2022 Yılında Uygulanacak Gübre ve Sertifikalı Tohum Kullanım Desteklerine İlişkin Karara dayanılarak hazırlanmıştır.

Söz konusu tebliğin yem bitkileri desteklerine verilecek desteklemeleri düzenleyen bölümünde (Tebliğ No:2021/40-mad.15) her bir yem bitkisi çeşidine yapılacak desteğin yararlanma koşulları açıklanmıştır.

2021 yılında yapılacak tarımsal desteklemeler ve 2022 yılında uygulanacak gübre ve sertifikalı tohum kullanım desteklerine ilişkin karar ekindeki listede yer alan havzalarda, 2021 yılında yem bitkileri desteğine esas ürünleri üreten çiftçiler yem bitkileri desteğinden yararlanabilmektedir (Tebliğ No:2021/40- mad.15/1). Yem bitkilerine kullandırılacak ödemelerle ilgili esaslar tebliğle açıklanmıştır (Tebliğ No: 2021/40-mad.15/2).

Bitkisel üretim desteklemeleri ile ilgili olarak, yem bitkileri desteklemeleri kapsamında sayılan yem bitkileri grupları; tek yıllıklar, çok yıllıklar, yapay çayır mera, silajlık ekilişler ve kuru ekilişlerde ayrılarak Tablo 1.'de gösterilmiştir (Tebliğ No: 2021/40-mad. 15/2a):

Tablo 1. Yem Bitkileri Desteklemeleri Kapsamında Bulunan Yem Bitkilerinin Grupları

Tek Yıllıklar	Fiğ, Macar Fiğ, Burçak, Mürdümük, Hayvan Pancarı, Yem Şalgamı, Yem Bezelyesi, yem Baklası, İskenderiye Üçgülü, İtalyan Çimi, Yulaf (Yeşil ot), Çavdar (Yeşil ot), ve Tritikale ile bu tek yıllık bitkilerden yapılan silajlar.
Çok Yıllıklar	Yonca (sulu), korunga (kuru/sulu), Ak üçgül (sulu), Çayır Üçgülü (sulu), ve Gazal Boynuzu (sulu).
Yapay Çayır Mera	Yapay çayır Mera.
Silajlık Ekilişler	Silajlık Mısır (sulu), Silajlık Soya (sulu), Sorgum Otu (sulu), Sudan Otu (sulu), ve Sorgum-Sudan Otu Melezi (sulu).
Kuru Ekilişler	Kuru şartlarda yetiştirilen Yonca, Silajlık Mısır, Ak Üçgül, Çayır Üçgülü, Gazal Boynuzu, Kılçıksız Brom, Domuz Ayrığı, Çok Yıllık Çim (LoliumPerenne), Kamışsı Yumak, Otlak Ayrığı, Silajlık Soya, Sorgum Otu, Sudan Otu ve Sorgum-Sudan Otu Melezi.

Kaynak: (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü, Tarımsal Destekler; Bitkisel Üretime Destekleme Yapılmasına Dair Tebliğ (Tebliğ No: 2021/40)).

Yem bitkileri desteklemelerinden yararlanmak için izlenecek prosedür, tebliğde gösterilmiştir. Buna göre, Üreticilerin öncelikle, Çiftçi Kayıt Sistemi (ÇKS)'ne üye olmaları beklenmektedir (Tebliğ No: 2021/40-mad.7). Yem bitkisi desteğinden yararlanmak isteyen çiftçiler, yem bitkisini hasat etmeden önce müracaat etmelidir (Tebliğ No: 2021/40-mad.15/2b). Hasattan sonra yapılacak müracaatlar değerlendirmeye alınmamaktadır (Tebliğ No: 2021/40-mad.15/2ö). İl müdürlükleri müracaat sürelerini, EK-2'de belirtilen tarihler arasında kalmak şartıyla il tahkim komisyonu kararı alarak ilin ekolojik koşullarına göre belirlemektedir (Tebliğ No:2021/40-mad.15/2c).

Destekleme kapsamında değerlendirilecek yem bitkileri toplam ekiliş alanı en az 10 dekar olarak belirlenmiştir. Desteklemelerde ekiliş yapılarak başvuruda bulunulan parsellerin hasat kontrolü sonucunda desteklemeye esas vejetatif gelişim gösteren kısmı 10 dekarın altında olmamak koşulu ile değerlendirmeye alınmalıdır (Tebliğ No: 2021/40-mad.15/2ç). Çiftçiler çok yıllık yem bitkileri ve yapay çayır mera ekilişlerini ilk üretim yılından itibaren ÇKS'ye kayıt yaptırmaları halinde destekleme süresince müracaat ettikleri yıl için desteklemeden yararlanırlar (Tebliğ No: 2021/40-mad.15/2d).

Tablo 2.'de 2000-2020 yılları arasında yem bitkileri ekimine verilen desteklemeler gösterilmiştir. Tablo 2.'de görüleceği üzere yem bitkileri desteklemeleri her bir ürün için yıldan yıla artırılmıştır.

Tablo 2. Yıllar İtibariyle Ortalama Yem Bitkisi Desteklemeleri (TL/dekar)

Yem Bitkileri	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019	2020
Yonca	17	95	125	50	60	90	90	90
Korunga	14	55	80	40	60	90	90	90
Tek yıllık yem bitkileri	7	37	30	35	40	60	60	60
Silajlık tek yıllık yem bitkileri	0	0	45	50	40	60	30	100
Silajlık mısır	10	60	50	35	90	100	100	100
Yapay çayır mera	0	0	75	100	150	150	150	150

Kaynak: (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü, Tarımsal Destekler; 2021).

2021 Yılı Yem Bitkileri Desteklemeleri; çok yıllık yem bitkileri (sulu), korunga (sulu/kuru), tek yıllık yem bitkileri (sulu/kuru), yapay çayır mera, silajlık ekilişler (sulu), kuru şartlarda ekilişi yapılan yem bitkileri kapsamlarına ayrılarak, Tablo 3. 'de TL/da/yıl üzerinde kullandırılan desteklemeler gösterilmiştir.

Tablo 3. Yem Bitkileri Desteklemeleri Birim Fiyatları (2021 Yılı)

Yem Bitkileri Desteği	**TL/da/yıl**
Çok Yıllık Yem Bitkileri (Sulu)	90
Korunga (Sulu/Kuru)	90
Tek Yıllık Yem Bitkileri (Sulu/Kuru)	60
Yapay Çayır Mera	150
Silajlık Ekilişler (Sulu)	100
Kuru Şartlarda Ekilişi Yapılan Yem Bitkileri	40
Yeraltı sularının yetersiz seviyede ve su kısıtı olduğunun Bakanlıkça tespit edildiği havzalarda 2021 yılında ekilen yem bezelyesi, fiğ, macar fiği, burçak ve mürdümük için (Tebliğ No: 2021/40 - mad. 15/2j).	Aldığı Desteğe %50 İlave

Kaynak: (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü, Tarımsal Destekler; Yem Bitkileri Destekleri 2022).

Yem bitkileri desteğinden yararlanan üreticiler ayrıca, yine Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından: 08/12/2021 Çarşamba günü 31683 Sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan, ''Bitkisel Üretime Destekleme Yapılmasına Dair Tebliğ (Tebliğ No: 2021/40) ilgili hükümlerine göre;

- Mazot ve gübre desteği (mad. 8),
- Türkiye tarım havzaları üretim ve destekleme modeline göre fark ödemesi desteği (mad. 9),
- Katı organik organomineral gübre desteği (mad. 10),
- Sertifikalı tohum kullanım desteği (mad. 16),
- Toprak analizi desteği (mad. 21/A),
- Ek girdi desteği (mad. 22/B)' nden de faydalanabilmektedir.

3. Kastamonu İlinde Yem Bitkileri Üretimi

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından desteklenen yem bitkileri ekilişleri; yonca, korunga, fiğ, macar fiği, burçak, mürdümük, tritikale, silajlık mısır, sorgum, sudan otu, sorgum-sudan otu melezi, italyan çimi hayvan pancarı, yem şalgamı, fiğ veya macar fiğ-tahıl karışımı ve yapay çayır-meralardır. Kastamonu ilinde ise en fazla ekimi yapılan yem bitkileri yonca, korunga, fiğ ve silajlık mısırdır.

3.1. Kastamonu İli Yem Bitkisi Ekilişin Yapıldığı Alanların Toprak Özellikleri

Kastamonu ilinde yem bitkilerinin en fazla yetiştiriciliğinin yapıldığı ilçelerden, örnekleme yöntemiyle birkaç köyünden alınan toprak örneklerinin toprak tahlilleri Kastamonu Özel İdare Müdürlüğü'nde yaptırılmıştır. Tahlil sonuçlarına göre topraklardaki organik madde miktarları genel olarak düşük çıkmıştır. Toprağın kil ve kum içeriğinin oranı mikroorganizmaların organik maddeyi parçalamasını etkileyeceğinden toprakta birikecek organik madde miktarını da etkilemektedir. Killi topraklarda daha zor parçalanma olacağından organik madde birikimi daha yüksek olabilmektedir. Ülke ortalamasında olduğu üzere potasyum oranları genel olarak yeterli düzeydedir. Tablo 4.'de Kastamonu ilinde yem bitkileri ekilişinin en çok yapıldığı başlıca ilçelerde toprak özellikleri gösterilmiştir.

Tablo 4. Kastamonu İlinde Yem Bitkileri Ekilişinin En Çok Yapıldığı Başlıca İlçelerde Toprak Özellikleri

İlçe		Potasyum (K_2O)		Fosfor (P_2O_5)		Kireç ($CaCO_3$)		Organik madde		Saturasyon			pH	
	Toprak Örn.Köyü	Kg/da	Durum	Kg/da	Durum	Kg/da	Durum	%	Durum	%	Durum			Durum
Merkez	Hamit	107,203	Yüksek	9,671	Yüksek	0,749	Az Kireçli	0,528	Çok az	65,989	Killi	Tınlı	7,78	Hafif Alkali
	Çakıllı	81,010	Yüksek	3,434	Az	5,989	Orta Kireçli	0,792	Çok az	63,998	Killi	Tınlı	7,86	Hafif Alkali
	Alpı	134,206	Yüksek	7,611	Orta	2,246	Kireçli	1,585	Az	65,989	Killi	Tınlı	7,81	Hafif Alkali
	Şeyh	80,349	Yüksek	6,123	Orta	7,486	Orta Kireçli	1,056	Az	61,996	Killi	Tınlı	7,88	Hafif Alkali
Seydiler	Demirciözü	23,850	Orta	5,666	Az	1,497	Kireçli	1,320	Az	55,990	Killi	Tınlı	7,83	Hafif Alkali
	Mancılık	44,425	Yüksek	20,316	Çok Yüksek	2,994	Kireçli	1,320	Az	63,998	Killi	Tınlı	7,87	Hafif Alkali
	İncesu	49,922	Yüksek	11,388	Yüksek	0,374	Az Kireçli	2,113	Orta	60,995	Killi	Tınlı	7,81	Hafif Alkali
	Yağlar	11,895	Az	4,235	Az	0,374	Az Kireçli	2,641	Orta	65,989	Killi	Tınlı	7,85	Hafif Alkali
Devrekani	Kınık	14,628	Az	33,363	Çok Yüksek	0,374	Az Kireçli	1,056	Az	56,991	Killi	Tınlı	7,41	Hafif Alkali
	Çontay	8,109	Yüksek	5,494	Az	0,374	Az Kireçli	1,320	Az	74,998	Killi		7,84	Hafif Alkali
	Seyhbali	45,562	Yüksek	4,235	Az	10,480	Orta Kireçli	1,585	Az	63,998	Killi	Tınlı	7,91	Hafif Alkali
	Tekkekızıllar	14,268	Az	4,979	Az	0,374	Az Kireçli	1,056	Az	51,997	Killi	Tınlı	7,78	Hafif Alkali
İhsangazi	Enbiya	94,497	Yüksek	4,006	Az	5,240	Orta Kireçli	1,320	Az	56,991	Killi	Tınlı	7,89	Hafif Alkali
	Çatalyazı	82,752	Yüksek	5,150	Az	2,246	Kireçli	0,792	Çok az	64,999	Killi	Tınlı	7,77	Hafif Alkali
	Sipahiler	125,615	Yüksek	9,843	Yüksek	2,994	Kireçli	0,792	Çok az	65,989	Killi	Tınlı	7,84	Hafif Alkali
	Görpe	60,405	Yüksek	10,988	Yüksek	9,731	Orta Kireçli	1,056	Az	61,996	Killi	Tınlı	7,82	Hafif Alkali
Taşköprü	Alatarla	60,010	Yüksek	9,671	Yüksek	0,374	Az Kireçli	3,640	Orta	68,780	Killi		8,3	Hafif Alkali
	A.Çayırcık	49,123	Yüksek	9,623	Yüksek	0,360	Az Kireçli	3,780	Orta	63,560	Killi	Tınlı	8,1	Hafif Alkali
	Akdoğan	58,652	Yüksek	7,611	Orta	0,357	Az Kireçli	3,960	Orta	70,640	Killi		8,3	Hafif Alkali

Kaynak: (Kastamonu Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, 2022).

3.2. Kastamonu İl Genelindeki Ekilişlerin Yıllara Göre Dağılımı

Kastamonu ilinde yem bitkileri ekim alanlarının her yıl arttığı görülmektedir.

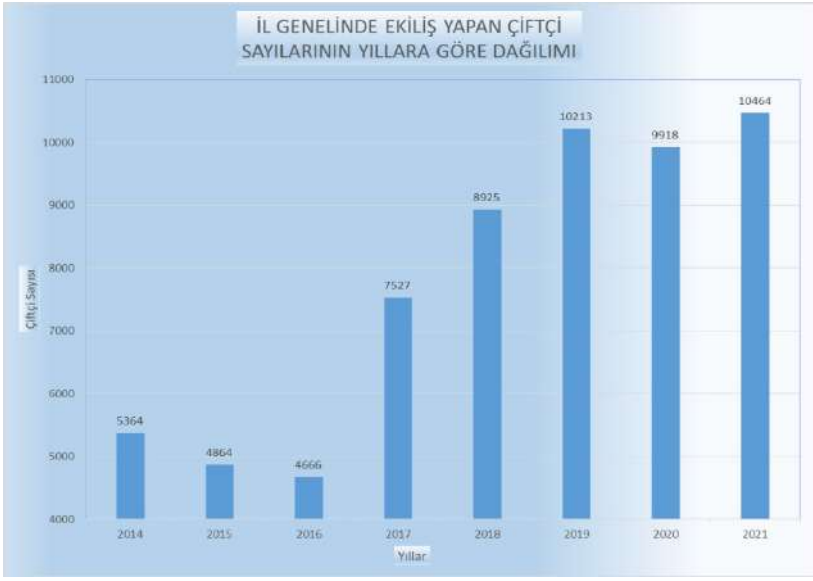
Şekil 1. Kastamonu İl Genelindeki Ekilişlerin Yıllara Göre Dağılımı

Kaynak: (Kastamonu Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, 2022).

Şekil 1.'e göre Kastamonu ilinde yem bitkileri ekim alanları; 2014 yılında 130.342,89 da, 2015 yılında 115.062,77 da, 2016 yılında 114.574 da, 2017 yılında 211.542,88 da, 2018 yılında 264.856,713 da, 2019 yılında 324.410,35 da, 2020 yılında 311.801,51 da, 2021 yılında 345.208,84 da olarak hesap edilmekte ve her yıl ekim alanlarının arttığı görülmektedir. Sadece, 2020 yılı özelinde pandemi dönemine rastlaması nedeniyle küçük bir düşüş yaşandığı gözlemlenmiştir.

3.3. Kastamonu İl Genelinde Ekiliş Yapan Çiftçi Sayılarının Yıllara Göre Dağılımı

Yem bitkisi ekimi yapan çiftçilerin sayısı genel olarak yıllar itibariyle artış gösterirken 2020 yılında pandemi nedeniyle çiftçi sayısında kısmı olarak azalma olmuştur.

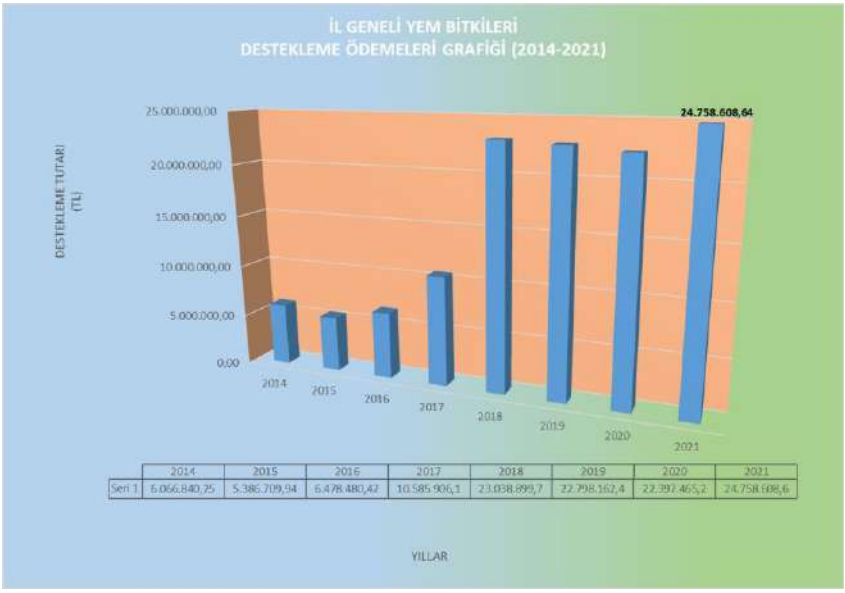


Şekil 2. Kastamonu İl Genelinde Ekiliş Yapan Çiftçilerin Yıllara Göre Dağılımı
Kaynak: (Kastamonu Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, 2022).

Şekil 2.'ye göre Kastamonu ilinde yem bitkileri ekiliş yapan çiftçi sayıları; 2014 yılında 5364, 2015 yılında 4864, 2016 yılında 4666 2017 yılında 7527, 2018 yılında 8925, 2019 yılında 10213, 2020 yılında 9918, 2021 yılında 10464 olarak hesap edilmektedir.

3.4. Kastamonu İl Geneli Yem Bitkileri Destekleme Ödemeleri

Yem bitkileri destekleme ödemeleri kapsamında kullandırılan desteklemeler hesap edildiğinde, il genelinde desteklemelerin her yıl arttırıldığı, özellikle, 2018 yılından sonra 2020 yılı pandemi etkisiyle ufak bir düşüş olsa da, çok daha yüksek miktarda desteklemeden yararlanıldığı görülmektedir.

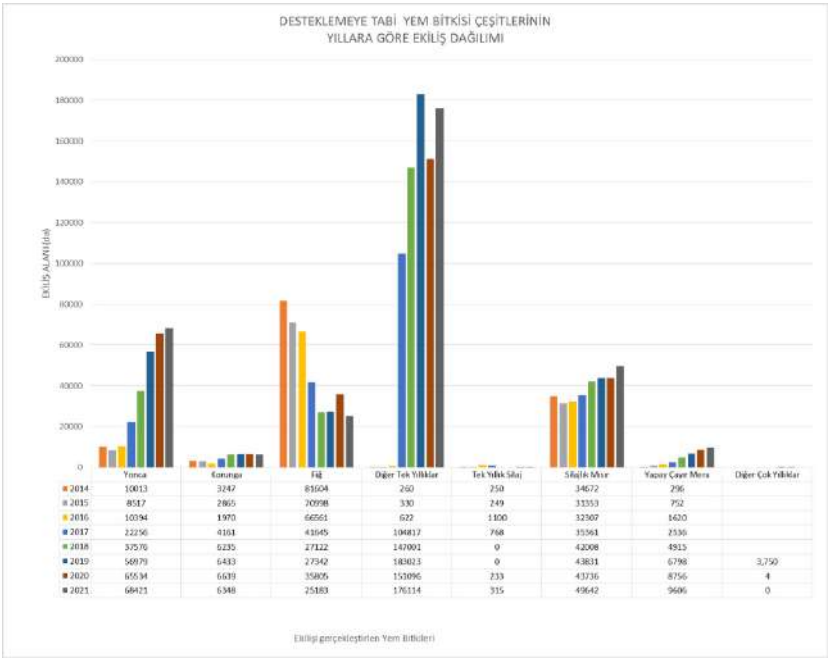


Şekil 3. Kastamonu İl Geneli Yem Bitkileri Destekleme Ödemeleri
Kaynak: (Kastamonu Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, 2022).

Şekil 3.'e göre Kastamonu il genelinde yem bitkileri destekleme ödemeleri miktarları; 2014 yılında 6.066.840,25 TL, 2015 yılında 5.386.709,94 TL, 2016 yılında 6.478.480,42 TL, 2017 yılında 10.585.906,18 TL, 2018 yılında 23.038.899,73 TL, 2019 yılında 22.798.162,47 TL, 2020 yılında 22.397.465,26 TL, 2021 yılında 24.758.608,64 olarak kullandırılmıştır.

3.5. Kastamonu İlinde Desteklemeye Tabi Yem Bitkisi Çeşitlerinin Yıllar İtibariyle Ürünlere Göre Ekiliş Dağılımı

Kastamonu ilinde desteklemeye tabi yem bitkilerinin ekiliş alanları incelenmiş, her bir ürün için üretim alanları ayrı ayrı incelenmiştir. Üretim alanlarının verilmesinin sebebi, yem bitkileri desteklemelerin alan bazlı olması, üretimin yapıldığı alan üzerinden ödeme yapılmasıdır.



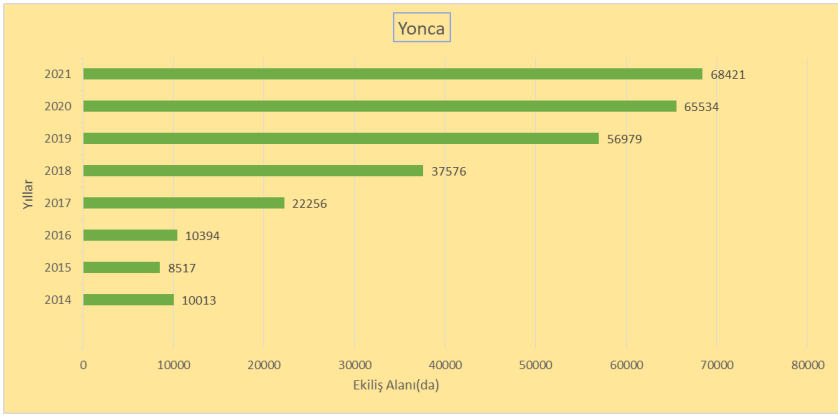
Şekil 4. Kastamonu İlinde Desteklemeye Tabi Yem Bitkisi Çeşitlerinin Yıllara Göre Ekiliş Dağılımı

Kaynak: (Kastamonu Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, 2022).

Şekilde 4.'de grafikte kabaca gösterilen yem bitkileri üretim alanları, sonraki bölümlerde her bir üründe ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

3.5.1. Kastamonu İlinde Yonca Ekimi

Adaptasyon kabiliyetinin yüksek olması ve uzun ömürlü olması, vejetasyon döneminde birkaç kez biçilebilmesi, verim ve besin değerinin yüksekliği, ekim nöbetinde önemli etkinliği ve bazı çeşitlerin otlatmaya dayanıklılığı, yoncayı diğer yem bitkilerinden üstün kılmaktadır (Soya vd., 2004). Bu nedenle, Kastamonu ilinde tarımı en fazla yapılan çok yıllık yem bitkilerinin başında gelmektedir. İl genelinde yıllar itibariyle yonca ekim alanları artış göstermiştir.



Şekil 5. Kastamonu İlinde Desteklemeye Tabi Yem Bitkisi Çeşitlerinden Yoncanın Yıllara Göre Ekiliş Dağılımı

Kaynak: (Kastamonu Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, 2022).

Şekil 5.'e göre Kastamonu il genelinde yonca ekiliş alanları; 2014 yılında 10013 da, 2015 yılında 8517 da, 2016 yılında 10394 da, 2017 yılında 22256 da, 2018 yılında 37576 da, 2019 yılında 56979 da, 2020 yılında 65534 da, 2021 yılında 68421 da olarak hesaplanmıştır.

3.5.2. Kastamonu İlinde Korunga Ekimi

Soğuk ve kurağa karşı çok dayanıklı olan korunga bitkisi, diğer bitkilerin yetişmediği kıraç, kireçli topraklarda iyi bir gelişme göstererek sulanmayan tarlalarda yoncadan daha verimli olmaktadır. (Açıkgöz, 2001). Kastamonu il genelinde korunga ekim alanlarında yıldan yıla artış görülmekte, ancak 2021 yılında ekim alanında ufak bir azalma olmuştur.

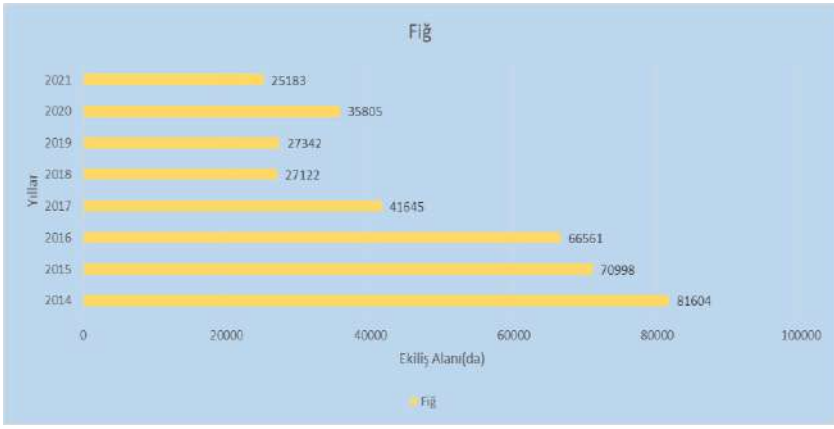
Şekil 6. Kastamonu İlinde Desteklemeye Tabi Yem Bitkisi Çeşitlerinden Korunganın Yıllara Göre Ekiliş Dağılımı

Kaynak: (Kastamonu Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, 2022).

Şekil 6.'ya göre Kastamonu il genelinde korunga ekiliş alanları; 2014 yılında 3247 da, 2015 yılında 2865 da, 2016 yılında 1970 da, 2017 yılında 4161 da, 2018 yılında 6235 da, 2019 yılında 6433 da, 2020 yılında 6639 da, 2021 yılında 6348 da olarak hesaplanmıştır.

3.5.3. Kastamonu İlinde Fiğ Ekimi

Genelde ince saplı olan fiğ türleri, bol yapraklı olmaları sebebiyle hayvanların severek yedikleri besin maddelerinden olup, zengin ot verirler (Manga vd., 1995). Son 15-20 senedir Kastamonu ilinde yonca, korunga ve silajlık mısırın ekim alanlarının artması ve tek yıllık yem bitkilerinden yulafın daha çok tercih edilmesi nedeni ile fiğ ekim alanlarının azaldığı bilinmektedir (Kastamonu Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, 2022).



Şekil 7. Kastamonu İlinde Desteklemeye Tabi Yem Bitkisi Çeşitlerinden Fiğ Bitkisinin Yıllara Göre Ekiliş Dağılımı

Kaynak: (Kastamonu Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, 2022).

Şekil 7.'ye göre Kastamonu il genelinde fiğ bitkisi ekiliş alanları; 2014 yılında 81604 da, 2015 yılında 70998 da, 2016 yılında 66561 da, 2017 yılında 41645 da, 2018 yılında 27122 da, 2019 yılında 27342 da, 2020 yılında 35805 da, 2021 yılında 25183 da olarak hesaplanmıştır.

3.5.4. Kastamonu İlinde Silajlık Mısır Ekimi

Mısır silajı çok kolay silolanabilen bir yem olup silaj yapımında yaygın olarak kullanılmaktadır (Ak ve Doğan, 1997). Sindirilme oranı ve birim alandan alınan verimi yüksek olan mısır çok iyi bir silaj bitkisi olarak kabul edilmektedir (Açıkgöz, 2001). Kastamonu ilinde mısır silajı son 15-20 yılda yaygınlaşmaya başlamıştır. Son yıllarda verimi yüksek çeşitlerin kullanılması ekim alanlarına yansımıştır (Kastamonu Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, 2022).

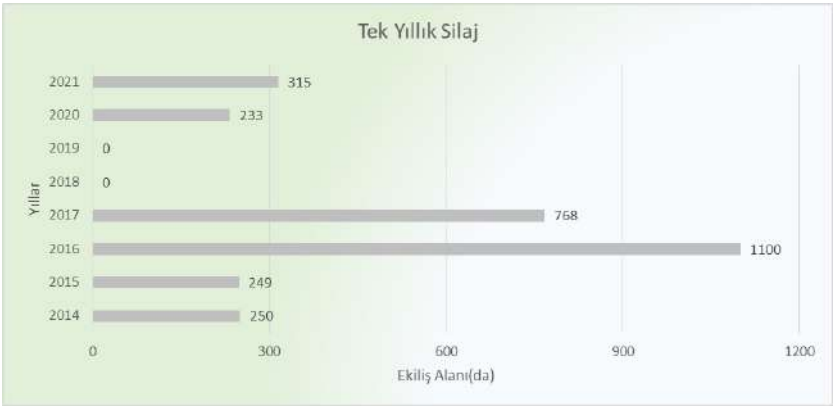
Şekil 8. Kastamonu İlinde Desteklemeye Tabi Yem Bitkisi Çeşitlerinden Silajlık Mısır Bitkisinin Yıllara Göre Ekiliş Dağılımı

Kaynak: (Kastamonu Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, 2022).

Şekil 8.'e göre Kastamonu il genelinde silajlık mısır bitkisinin ekiliş alanları; 2014 yılında 34672 da, 2015 yılında 31353 da, 2016 yılında 32307 da, 2017 yılında 35361 da, 2018 yılında 42008 da, 2019 yılında 43831 da, 2020 yılında 43736 da, 2021 yılında 49642 da olarak hesaplanmıştır.

3.5.5. Kastamonu İlinde Tek Yıllık Silaj Ekimi

Kastamonu ilinde tek yıllık silaj bitkileri yulaf ve triticale bitkilerinden oluşmaktadır. 2018-2019 yıllarında tek yıllık silaj ekimine Bakanlık destek vermediği için ilde ekimi yapılmamıştır.



Şekil 9. Kastamonu İlinde Desteklemeye Tabi Yem Bitkisi Çeşitlerinden Tek Yıllık Silaj Bitkisinin Yıllara Göre Ekiliş Dağılımı

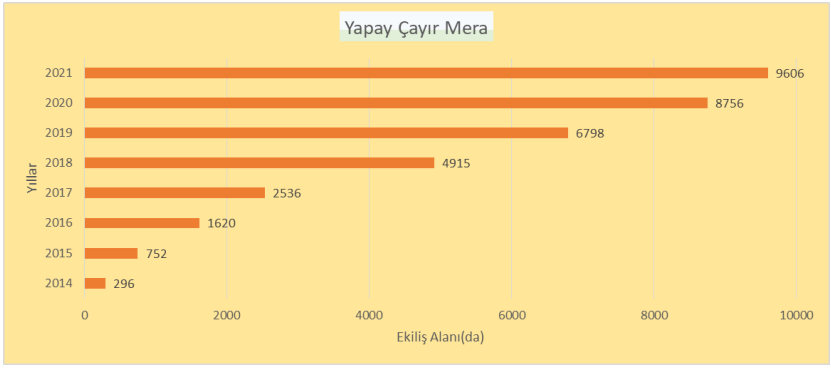
Kaynak: (Kastamonu Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, 2022).

Şekil 9.'a göre Kastamonu il genelinde tek yıllık silaj bitkisi ekiliş alanları; 2014 yılında 250 da, 2015 yılında 249 da, 2016 yılında 1100 da, 2017 yılında 768

da, 2018 yılında ve 2019 yılında ekilmemiş, 2020 yılında 233 da, 2021 yılında 315 da olarak hesaplanmıştır.

3.5.6. Kastamonu İlinde Yapay Çayır Mera Ekimi

Yapay çayır mera ekiliş alanlarının il genelinde özellikle son yıllarda hızla arttığı gözlemlenmektedir.



Şekil 10. Kastamonu İlinde Desteklemeye Tabi Yem Bitkisi Çeşitlerinden Yapay Çayır Mera Bitkilerinin Yıllara Göre Ekiliş Dağılımı

Kaynak: (Kastamonu Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, 2022).

Şekil 10.'a göre Kastamonu il genelinde yapay çayır mera bitkilerinin ekiliş alanları; 2014 yılında 296 da, 2015 yılında 752 da, 2016 yılında 1620 da, 2017 yılında 2536 da, 2018 yılında 4915 da, 2019 yılında 6798 da, 2020 yılında 8756 da, 2021 yılında 9606 da olarak hesaplanmıştır.

3.5.7. Kastamonu İlinde Diğer Tek Yıllıkların Ekimi

Kastamonu il genelinde diğer tek yıllık (yeşil ot olarak biçilen tricale, yem bezelyesi, İtalyan çimi, sorgum, sudanotu v.s) bitkilerin ekiliş alanlarının son yıllarda arttığı gözlemlenmektedir.

Şekil 11. Kastamonu İlinde Desteklemeye Tabi Yem Bitkisi Çeşitlerinden Diğer Tek Yıllık Bitkilerin Yıllara Göre Ekiliş Dağılımı

Kaynak: (Kastamonu Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, 2022).

Şekil 11.'e göre Kastamonu il genelinde diğer tek yıllık bitkilerin ekiliş alanları; 2014 yılında 260 da, 2015 yılında 330 da, 2016 yılında 622 da, 2017 yılında 104817 da, 2018 yılında 147001 da, 2019 yılında 183023 da, 2020 yılında 151096 da, 2021 yılında 176114 da olarak hesaplanmıştır.

4. Sonuç ve Öneriler

Türkiye'de hayvancılık sektörünün geçmişten beri kaliteli ve sürdürülebilir kaba yem ihtiyacı olduğu bilinmektedir. Çayır meralar, tarım dışı kullanım ve benzeri sebeplerle önemli ölçüde kayıp edilmiş, günümüze gelenlerde ise, kullanımlarından kaynaklı olarak yıllar içinde meydana gelen tahribat nedeniyle ciddi ıslah çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle, son yirmi yılda kaba yem ihtiyacını karşılamak amacıyla yem bitkileri üretim alanlarının artırılmasını teşvik etmek içi destekleme çalışmaları yapılmaktadır. Desteklemeler, doğrudan yem bitkilerine verilmekle beraber, yem bitkileri ekicileri mazot ve gübre ile bazı diğer desteklemelerden de yararlanabilmektedir.

Yem bitkileri desteklerinin illerde, üretimin artışına ne kadar etki ettiğinin tahmini önemlidir. Desteklemelerin, illerdeki etkileri farklılık göstermiştir. Kastamonu ili özeli incelendiğinde; ilde en önemli geçim kaynakları arasında bitkisel ve hayvansal üretimler geldiği bilinmektedir. Bunun içinde, yem bitkilerinin gelişmesi hayvansal ürerimle beraber ele alındığında ile dikkate değer katkı sağlamaktadır. İlde, desteklemelerle beraber yem bitkileri tarımının gelişmesi daha çok yem bitkisi ekim alanının artması ile gerçekleşmiştir. Ekim alanı, incelenen yıllarda sürekli artmış, yalnızca pandemi etkisiyle 2020 yılında artmamıştır. Ancak, yem bitkileri ekim alanının artışına rağmen yem bitkileri üretim miktarının yine de, yeterli seviye olmadığı bilinmektedir. Buna bir öneri olarak, Kastamonu ilinde, nadas uygulamasının yapıldığı ve yıllık yağış miktarı 350-500 mm veya daha yüksek olduğu yerlerde, mutlaka uygun yem bitkileri ekim nöbetine alınarak yem bitkisi yetiştirilmesi sağlanmalıdır. Bunun yanı sıra yem bitkileri ekim alanlarında uygun karışımlar kullanılarak ve bilimsel yetiştirme teknikleri kullanılarak verimlilik arttırılmalıdır.

Bir diğer konuda, yem bitkilerine verilen destekleri üreticilerin üzerine kayıtlı (tapulu) arazilere teşvik şeklinde ödenmektedir. Fakat tapu hissedarları arasındaki anlaşmazlıkların ortaya çıkmasından dolayı bir kısım üreticiler bu teşvikten faydalanamamaktadır. Bu nedenle sonuçta yem bitkisi ekim alanları istenilen seviyeye çıkamamaktadır. Ayrıca miras hukukundan dolayı arazilerin hissedarlarca paylaşılması, arazilerin daha küçük parsellere bölünmesi veya satılması ile tarımsal anlamda bir bütünlük oluşturamamaktadır.

Geleceğe yönelik yem, et ve süt arz güvenliğinin sağlanması için öncelikle sorunlar doğru şekilde tespit edilmeli, orta ve uzun vadede gerçekçi ve

sürdürülebilir olan hem ekolojik hem de ekonomik çözümler geliştirilmelidir. Yem bitkileri üretim alanlarının ve verimliliklerinin artırılması için yapılan desteklemeler, diğer hayvancılık desteklemeleriyle koordinasyonlu olarak arttırılarak ve çeşitlendirilerek devam etmelidir. Ayrıca, yem bitkileri tarımında uygulanan geleneksel yöntemler verimin ve besleme değerinin düşük kalmasına neden olmaktadır. Bunun önüne geçmek için, üreticiler hayvan beslemede yem bitkilerinin önemi ve yem bitkileri yetiştiriciliği hakkında bilgilendirilmelidir. Bunun yanında, çiftçilerin desteklemelere kolayca başvurabilmeleri sağlanmalı; destekleme prosedürlerinin sadeleştirilmesi, destekleri kullanma bilincinin artırılması da gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. Açıkgöz, E. (2001). Yem Bitkileri (3. Baskı). Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 182, Bursa.
2. Ağırbaş, N. C., Sapmaz, K. & Koç, A. (2017). Eskişehir İlinde Yem Bitkileri Ekiliş Alanı ve Üretim Miktarı Üzerine Tarımsal Desteklemelerin Etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 48 (1), 65-72. DOI: 10.17097/ataunizfd.320349.
3. Ak, İ. ve Doğan, R. (1997). Bursa bölgesinde yetiştirilen bazı mısır çeşitlerinin verim özellikleri ve silaj kalitelerinin belirlenmesi. Türkiye I. Silaj Kongresi 16–19 Eylül, Bursa, s: 83-92.
4. Akman, N., Aksoy, F., Şahin, O., Kaya, Ç. Y. ve Erdoğdu, G. (2007). Cumhuriyetimizin 100. yılında Türkiye'nin hayvansal üretimi. Türkiye Damızlık Sığır Yetiştiriciliği Birliği Yayınları No: 4, 116.
5. Alçiçek, A. (2021). Türkiye Kaba Yem Üretimi, Sorunları ve Çözüm Önerileri. III International and XII National Animal Science Conference 27-28 November 2021, Bursa, Turkey. Ss.117-125.
6. Altıntaş, G., Altıntaş, A. & Çakmak, E. (2017). Yem Bitkisi Desteklerinin Yem Bitkisi Üretimine Etkisi (Sivas İli Örneği). Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG), 34 (2), 116-127. DOI: 10.13002/jafag4286.
7. Ata, N. & Yılmaz, H. (2015). Türkiye'de Uygulanan Hayvansal Üretimi Destekleme Politikalarının Süt Sığırcılığı İşletmelerine Yansımaları: Burdur İli Örneği. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10 (1), 44-54. Retrieved from https://dergipark.org.tr/en/pub/sduzfd/issue/29588/317428.
8. Cevher, C., Köksal, Ö. ve Ceylan, İ. C. (2012). Tarımsal Desteklerin Yem Bitkisi Üretimi ve Sürdürülebilirliğine Etkisi: Kayseri İli Örneği. Tarım, Yoksulluk ve Kalkınma. 10. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi. 5-7 Eylül 2012. Konya.
9. Çelikyurt, M. A., Kuzgun, M., Sayın, B., Taştekin, E., Cevher, C. (2017). Antalya İlinde Yem Bitkileri Üreten İşletmelerin Mevcut Durumu, Destekleme Uygulaması ve Üretici Görüşleri. 5. Uluslararası Katılımlı Toprak ve Su Kaynakları Kongresi, Kırklareli, 2017.
10. Demiroğlu Topçu, G. & Özkan, Ş. S. (2017). Türkiye ve Ege Bölgesi Çayır-Mera Alanları ile Yem Bitkileri Tarımına Genel Bir Bakış. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5 (1), 21-28. Retrieved from https://dergipark.org.tr/en/pub/comuagri/issue/30924/302086.
11. Harmanşah, F. (2018). Türkiye'de Türkiye'de Kaliteli Kaba Yem Üretimi, Sorunlar ve Öneriler, *TÜRKTOB Dergisi*, Sayı 25, ss: 9-13.
12. Kastamonu Tarım ve Orman İl Müdürlüğü (2022). Çayır Mera ve Yem Bitkileri Şube Müdürlüğü. Çayır Mera Yem İstatistikleri. 2021 Yılı Faaliyet Raporu. Kastamonu il Müdürlüğü Kayıtları 2021. Kastamonu.
13. Manga, İ., Acar, Z. ve Ayan, İ. (1995). Baklagil Yem Bitkileri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notu No: 7, 342 s.

14. Örük, G., Seydoşoğlu, S. ve Engindeniz, S. (2019). Siirt İlinde Yem Bitkileri Üretimini Sürdürebilmelerinde Etkili Faktörlerin Analizi. ISPEC Uluslararası Tarım ve Kırsal Kalkınma Kongresi 10-12 Haziran 2019, Siirt.
15. Özkan, U. (2020). Türkiye Yem Bitkileri Tarımına Karşılaştırmalı Genel Bakış ve Değerlendirme. *Turkish Journal of Agricultural Engineering Research,* 1 (1), 29-43. Retrieved from https://dergipark.org.tr/en/pub/turkager/issue/53651/690715.
16. Saygı Y. D., ve Alarslan Ö. F. Kaba yem destekleme uygulamalarının Yozgat yöresi süt sığırı yetiştiriciliğine etkileri. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi.* 2012; 83(2): 25-35.
17. Soya, H., Avcıoğlu, R. ve Geren, H. (2004). Yem Bitkileri. Hasad Yayıncılık, s. 223.
18. Tan, S. , Ortan, Ü. & Everest, B. (2014). Uygulamada Olan Tarım Politikaları Kapsamında Çanakkale'nin Mevcut Durumunun İncelenmesi Üzerine Bir Araştırma. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2 (1), 45-54. Retrieved from https://dergipark.org.tr/en/pub/comuagri/issue/25671/270759.
19. T. C. Tarım ve Orman Bakanlığı (2022). Tarımsal Desteklemeler. Bitkisel Üretime Destekleme Yapılmasına Dair Tebliğ (Tebliğ No: 2021/40). https://www.mevzuat.gov.tr/aramasonuc Erişim tarihi: 25.10.2022.
20. TÜİK (2019). T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı-Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü İstatistikleri. Ankara.
21. Uslu Ö.S., Kızılsımsek M. and Balcı F. (2020). Kaba Yem Üretimi ve İhtiyacı Yönünden Kahramanmaraş İlinin Genel Durumu. *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, vol. 9, no. 2, pp. 147-160, Dec. 2020.

MERALARIN ETKİN YÖNETİMİ: KASTAMONU İLİNDE MERA ALANLARININ BAZI TOPRAK VE VEJETASYON ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ VE ÖNERİLER

Fatih GÜREL[1]
Osman İNAN[2]

Dr./Zir. Yük. Müh., Kastamonu Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, Destekleme Şubesi, Kastamonu, Türkiye.
ORCID No: 0000-0001-9839-8106, Email: fatih_gurel@hotmail.com
Zir. Yük. Müh./Doktora Adayı, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Tekirdağ, Türkiye,
ORCID No: 0000-0001-7306-5516, e-mail: osmaninan1985@gmail.com

1. Giriş

Yeryüzünün büyük bir bölümünü çayır ve mera alanları oluşturmakta olup, bu geniş alanlar dünya nüfusunun beslenmesinin en önemli kaynağı olan hayvansal ürünlerin elde edilmesinde yeri doldurulamayacak, eşsiz kaynaklardır. Bu potansiyel değerlendirilerek hayvansal ürünlerin maliyeti azalacak, dünya nüfusu yeterli ve dengeli beslenme imkânına kavuşacaktır. Hayvansal üretimde en önemli girdiyi kaliteli kaba yem oluşturmaktadır. Karlı ve verimli bir hayvansal üretim, kalite ve kantite açısından yeterli kaba yemin ucuza temin edilmesiyle mümkündür. Çayır ve meralar bir ülkenin en önemli doğal kaynaklarından biri olup, hayvanların ihtiyaç duyduğu kaba yemin sağlandığı kaynakların en başında gelen yem kaynaklarıdır (Aydın ve Uzun, 2002; Açıkgöz, 2021).

Meralar, hayvanların otlatılması ve otundan yararlanılması için tahsis edilen veya kadimden beri bu amaçla kullanılan yerdir. Genellikle meyilli, engebeli ve taban suyunun derinde olduğu yem bitkilerinin derinde olduğu, kısa boylu otlardan oluştuğu için hayvanların otlatılarak yararlanıldığı alanlardır. Mera alanları, sürdürülebilir bir hayvansal üretim sağlaması ile birlikte; toprağı yerinde tutarak, rüzgâr ve su erozyonunu önleyerek yaşanabilir ve sürdürülebilir bir çevrenin korunmasının da en önemli unsurudur. Türkiye'de devlete ait olan mera alanları bitkilerin büyüme ve gelişme durumları dikkate alınmadan yüzyıllardan beri kontrolsüz olarak otlatılmaktadır. Meralardan istenildiği gibi yararlanılamama sebeplerinin başında meraların taşıma kapasitesinden daha fazla hayvanla ve doğru zamanda otlatılmamaları gelmektedir (Ayan vd. 2020).

Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre Türkiye'de toplam 14,6 milyon ha çayır–mera bulunmaktadır. TÜİK, 2001 yılından beri aynı veriyi vermektedir. 1988 yılından beri ise küçük bir düşüş yine küçük bir yükselişle çayır ve mera alanları yaklaşık büyüklükte kalmıştır (İnan, 2020). Bu alanın çoğu uzun ya da kısa süreli kuraklıkların hüküm sürdüğü Türkiye'nin iç kesimlerinde yer alırlar (TÜİK, 2018). İncelenen Kastamonu ilinin toplam mera alanı 28.302 ha alandan oluşmaktadır. En fazla mera alanı sırasıyla Devrekani, Merkez ve Taşköprü ilçelerinde bulunmaktadır. Mera alanları ise 8099 ha, 8876 ha ve 2796 ha'dır (Kastamonu Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, 2022).

Meraların etkin yönetilmeleri; bu alanların korunması, iyileştirilmeleri sonucunda hayvancılığa ve ekonomiye katkı sağlamalarıyla gerçekleştirilir. Bu bağlamda meraların vejetasyon etütlerinin yapılması, toprak analizlerinin yapılması, meraların ıslah edilmesi, parselleyerek otlatma sisteminin uygulanması gibi meraları güçlendirildiği çalışmalar yapılabilmektedir. Bu konuda, daha önce yapılmış bazı çalışmalar incelenerek, aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Ünal vd. (2012) tarafından yapılan ‘’Çankırı İli Meralarının Mera Durumu ve Sağlığının Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma‘’ başlıklı çalışmada, Çankırı ili mera alanlarında 2008 yılında vejetasyon etüt çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalar esnasında koordinat, rakım, yöney, eğim, toprak derinliği, taşlılık, otlatma yoğunluğu ve erozyon şiddeti gibi özellikler kaydedilmiştir. Her bir durakta toprak örnekleri alınarak fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmıştır. İlin tüm meralarını temsil edecek 41 durak belirlenmiş ve tekerlek nokta yöntemiyle vejetasyon etüdü yapılmıştır. Araştırma sonucunda bitki ile kaplı alan % 65.19 bulunmuş olup çıplak alan % 34.81 olmuştur. Azalıcı ve çoğalıcı bitki türleri oranları sırayla % 14.72 ve % 24.80 olarak saptanmıştır. İncelenen mera alanlarından çok iyi, iyi, orta ve zayıf durumda olanlar sırayla 1, 3, 23 ve 14 adet olarak tespit edilmiştir. Vejetasyon etüdü yapılan toplam 41 mera durağından 37 tanesinin mera durumu orta ve zayıf olarak belirlenmiştir. Diğer taraftan mera sağlığı açısından yapılan sınıflamada 24 durak riskli ve problemli olarak tespit edilmiştir. Sonuç, ildeki meraların bozulmuş olduğu, bu sürecin hızlı sürdüğü göstermiş ve bu meralarda acilen uygun mera yönetimi ve ıslah metotlarının birlikte uygulanması önerilmiştir.

Ünal vd. (2012) tarafından yapılan ‘’Ankara İli Meralarının Değerlendirilmesi Üzerine Bir Çalışma’’ başlıklı araştırmada, Ankara ili mera alanlarında 2009 ve 2010 yıllarında vejetasyon etüt çalışmaları yapılmıştır. İl meralarını temsil eden 60 durak belirlenmiş ve tekerlekli nokta yöntemiyle vejetasyon etüdü yapılmıştır. Araştırma sonucunda bitki ile kaplı alan oranı % 60.55 olarak bulunurken, çıplak alan oranı % 39.45 olarak belirlenmiştir. Azalıcı ve çoğalıcı türlerin oranları sırayla % 10.24 ve % 25.71 olarak saptanmıştır. İncelenen mera alanlarından iyi, orta ve zayıf durumda olanlar sırayla 2, 26 ve 32 adet olarak tespit edilmiştir. Vejetasyon etüdü yapılan toplam 60 mera durağından 58 tanesinin mera durumu orta ve zayıf olarak belirlenmiştir. Diğer taraftan mera sağlığı açısından yapılan sınıflamada 49 durak riskli ve sorunlu olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak, ildeki meraların yapısal olarak bozulmuş olduğunu, bozulmanın devam ettiği belirtilmiş ve bu süreci durdurmak için sürdürülebilir mera yönetimi ve ıslah metotlarının acilen uygulanması gerektiği belirtilmiştir.

Yavuz vd. (2012) tarafından Amasya İli meralarının bazı vejetasyon özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan ‘’Amasya Mera Vejetasyonlarının Bazı Özellikleri‘’ başlıklı çalışmada, 106 durakta vejetasyon etüdü yapılarak yürütülmüştür. Araştırma sonucunda 42 tanesi baklagil, 40 tanesi buğdaygil ve 104 tanesi de diğer familyalara ait türler olmak üzere toplam 186 tür tespit edilirken, bu türlerin 34 tanesi azalıcı, 19 tanesi çoğalıcı ve 133 tanesi de istilacı tür olarak belirlenmiştir. Araştırma sahasında ortalama bitkiyle kaplı alan oranı % 77,8, baklagillerin botanik kompozisyondaki ortalama oranı % 22,84,

buğdaygillerin oranı % 41,81 ve diğer familyaların oranı da % 35,35 olarak tespit edilmiştir. Botanik kompozisyon farklı kalite derecesine sahip türler bakımından değerlendirildiğinde ise; azalıcıların oranı % 18,07, çoğalıcıların oranı % 28,41 ve istilacı türlerin oranı da % 53,52 olarak belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; Amasya ili meralarında istilacı ve diğer familyalara ait türlerin ağırlıkta olduğunu, mera durum sınıflaması bakımından meraların genel olarak orta, mera sağlığı sınıflaması bakımından da sağlıklı sınıfta olduklarını söylemek mümkün, denilmiştir.

Seydoşoğlu vd. (2015) tarafından yapılan ‘’Diyarbakır İli Silvan İlçesi Taban Meralarının Vejetasyon Yapısı Üzerinde Bir Araştırma’’ başlıklı araştırma, 6 farklı merada, vejetasyon yapısının belirlenmesi amacıyla 2014 yılında yürütülmüştür. Araştırmada, her merada toplam 4 lup hattındaki 400 noktada ölçüm yapılarak meradaki bitkilerin türleri, cins ve familyaları, etkileri (azalıcı, çoğalıcı, istilacı), ömür uzunlukları, meraların bitki ile kaplı alan oranları ve türlerin botanik kompozisyondaki oranları saptanmıştır. Yapılan vejetasyon etütlerinde, 11 familyadan, 35 cinse ait toplam 43 türe rastlanmıştır. Merada bitki ile kaplılık oranlarının % 46.2-72.0, botanik kompozisyondaki buğdaygillerin oranının % 30.81-72.92, baklagillerin oranının % 16.89-48.25, diğer familya bitkilerinin oranının ise % 10.19-39.74 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak, incelenen meraların vejetasyonlarında genellikle istilacı türlerin baskın olduğu ve bu nedenle de meraların zayıf meralar olduğu, meraların ıslah edilmesi için uygun ıslah yöntemlerinin saptanması amacıyla araştırmalar yürütülmesi gerektiği belirtilmiştir.

Alay vd. (2016) tarafından yapılan ‘’Uzun süreli serbest otlatmanın doğal meralar üzerine etkileri’’ başlıklı çalışmada, Sinop ilinde 24 adet doğal merada yapılan mera vejatasyon etüdünde 134 adet farklı tür tespit edilmiş olup, bu türlerin 28 adedi baklagil, 27 adedi buğdaygil, 79 adedinin de diğer familya bitkilerine aittir. Tespit edilen türlerin botanik kompozisyondaki baklagillerin oranı %20.9, buğdaygillerin oranı %20.1 ve diğer familya bitkileri oranı ise %59.0 olduğunu rapor etmişlerdir. Mera durumu sınıflandırmasına göre incelenen meraların 3’ünün “İyi”, 20’sinin “Orta” ve 1’inin ise “Zayıf” mera kategorisine girdiği görülmüştür. Mera sağlığı sınıflamasına göre ise 23 mera “Sağlıklı”, 1 mera ise “Riskli” olarak belirlenmiştir. Sonuçlara göre; meraların büyük çoğunluğu iyi durumda olup, sadece bir tanesi acilen ıslaha ihtiyaç duymaktadır.

İspirli vd. (2016) tarafından yapılan Kastamonu ili, Taşköprü ilçesine bağlı 12 köyün doğal meralarının bazı vejetasyon özelliklerini belirlemek amacı ile 2014 yılında yapılan ‘’Doğal Meralardaki Vejetasyon Örtüsü ve Yapısı Üzerine Otlatma ve Topografyanın Etkisi’’ başlıklı çalışmada, modifiye edilmiş tekerlekli

lup (halka) metodu kullanılmıştır. Vejetasyon etüdü yapılan meralarda toplam olarak 103 tür tespit edilmiştir. Tespit edilen türlerin 13 adedi azalıcı, 14 adedi çoğalıcı ve 76 adedinin iseistilacı tür olduğu belirlenmiştir. Araştırmanın yürütüldüğü meraların bitkiyle kaplı alan oranı ortalaması % 83.34'tir. Mera vejetasyonlarında yer alan türlerin kalite dereceleri bakımından sınıflandırılması neticesinde botanik kompozisyondaki; azalıcılar, çoğalıcılar ve istilacı türlerin oranları ise sırasıyla % 13.35, % 29.15 ve % 57.50 olarak belirlenmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre çalışılan meraların 1 adedi "İyi", 5 adedi "Orta" ve 6 adedi ise "Zayıf" mera durumu sınıfına girmiştir. Mera sağlığı açısından yapılan sınıflamada ise 11 mera "Sağlıklı", 1 mera ise "Riskli" olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre; çalışılan meraların yarısı dikkatli bir şekilde kullanılmaya, diğer yarısı ise acilen ıslah programına dâhil edilmeye ihtiyaç duymaktadır.

Şahin vd. (2016) tarafından yapılan ''Nevşehir İl Meralarının Floristik Özellikleri'' başlıklı çalışmada, Nevşehir'de yapılan 31 adet mera vejetasyon etüdüne dayalı olarak il meralarının floristik özellikleri incelenmiştir. Vejetasyon etüdü tekerlek-nokta yöntemiyle yapılmıştır. Bu çalışma sonuçlarına göre 42 familya, 120 cins içinde 183 tür tespit edilmiştir. Bitki türlerinin 25 tanesi endemik olarak bulunmuştur. Meralarda ortalama tür sayısı 27 olarak bulunmuştur. Bitki türleri otlatmaya tepkisi bakımından sınıflandırılmış ve türlerin 8 tanesi azalıcı, 11 tanesi çoğalıcı ve 164 tanesi istilacı olarak bulunmuştur. Nevşehir ili mera alanlarının floristik kompozisyon açısından zengin olduğu belirlenmiştir. Bu mevcut zenginliğin uygun mera yönetim teknikleriyle muhafazası ve geliştirilmesi önerilmiştir.

Seydoşoğlu (2018) tarafından yapılan ''Bazı doğal mera alanlarının bitki örtüsü özellikleri, mera durumu ve sağlığının belirlenmesi'' başlıklı çalışma, bazı doğal mera alanlarının bitki örtüsü özellikleri, mera durumu ve sağlığının belirlenmesi amacıyla 2015 yılında yürütülmüştür. Çalışma, Diyarbakır ili Çermik ilçesi sınırları içerisinde yer alan, ortalama 950 metre yükseklikte ve %2-5 eğime sahip olan Artuk, Ağaçhan, Sarıbalta ve Örenkuru köyleri meralarında yapılmıştır. Araştırma sahasında, modifiye edilmiş tekerlekli lup (halka) metodu kullanılarak meranın bitki örtüsü özellikleri incelenmiştir. Çalışma alanında bitkiyle kaplı alan, botanik kompozisyon, takson sayıları, meralara ait bazı toprak özellikleri, mera durumu ve sağlığı gibi özellikler incelenmiştir. Meralarda 11 familyaya ait 36 takson tespit edilmiştir. En fazla taksona sahip familyalar 13 takson ile Fabaceae, 7 takson ile Asteraceae ve 6 takson ile Poaceae olarak belirlenmiştir. Bitki ile kaplı alan değeri %64.25-82.25 arasında değişmiştir. Ayrıca botanik kompozisyondaki buğdaygiller, baklagiller ve diğer familyalara ait bitkiler sırasıyla %30.35-50.68, %16.73-32.09, 17.23-52.92 arasında değişim

göstermiştir. Araştırmanın yapıldığı tüm mera alanları "zayıf mera" ve bir mera hariç diğerleri "sağlıklı mera" olarak tespit edilmiştir. Tüm mera alanlarında ıslah çalışmasına ihtiyaç duyulduğu sonucuna varılmıştır.

Seydoşoğlu ve Kökten (2019) tarafından Batman ili meralarının bazı vejetasyon özelliklerinin belirlenmesi amacı ile 2016 yılı Nisan-Haziran aylarında yapılan ''Batman mera vejetasyonlarının bazı özellikleri'' başlıklı çalışmada, modifiye edilmiş tekerlekli lup (halka) metodu kullanılmış ve vejetasyon etüdü 33 durakta yapılarak yürütülmüştür. Araştırma sonucunda 52 tanesi baklagil, 35 tanesi buğdaygil ve 115 tanesi de diğer familyalara ait türler olmak üzere toplam 202 tür tespit edilirken, bu türlerin 13 tanesi çoğalıcı, 12 tanesi azalıcı ve 177 tanesi de istilacı tür olarak belirlenmiştir. Araştırma sahasında ortalama bitki ile kaplı alan oranı %81.06, baklagillerin botanik kompozisyondaki ortalama oranı %33.71, buğdaygillerin oranı %27.27 ve diğer familyaların oranı %39.02 olarak tespit edilmiştir. Botanik kompozisyon farklı kalite derecesine sahip türler bakımından değerlendirildiğinde ise; azalıcıların oranı %3.15, çoğalıcıların oranı %6.59 ve istilacı türlerin oranı da %90.26 olarak belirlenmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre çalışılan tüm meraların "Zayıf"mera durumu sınıfına girmiştir. Mera sağlığı açısından yapılan sınıflamada ise tüm meraların "Sağlıklı"olduğu tespit edilmiştir. Tüm bu sonuçlar dikkate alındığında, Batman ili meralarının derhal ıslah programına dâhil edilmeye ihtiyaç duyulduğu belirtilmiştir.

Aksan ve Yazlık (2021) tarafından yapılan ''Mera alanlarında bulunan bitki türleri ve etkileri: Düzce merkez ilçe örneği'' başlıklı çalışmada, sürdürülebilir mera alanları için yapılabilecek mera ıslahı çalışmalarına kaynak sağlamak ve mera alanlarında bulunan bitkilerin etki durumlarına ve bu etkilerin yönetimine yönelik veriler elde etmek amaçlanmıştır. Düzce ili merkez ilçe sınırlarındaki mera alanlarında bitki taksonlarıın tespitine yönelik yapılan survey çalışmaları 2019-2020 yıllarında yürütülmüştür. Merkez ilçe toplam mera alanının %1'inden az olmayacak şekilde ve ilin doğu, batı, kuzey, güney yöneyleri dikkate alınarak yapılan survey çalışmaları 12 alanda toplam 82 noktada sayımlar şeklinde yapılmıştır. Araştırma ile, Düzce il merke ilçe sınırlarında bulunan meralarda yapılan surveyler sonucunda; 31 familya'ya bağlı 133 takson tespit edilmiştir. Asteraceae 25 takson ile ilk sırada yer alırken bunu sırasıyla; Poaceae (15 takson) ve Fabaceae (11) takip etmiştir. Yaşam formlarına göre takson dağılımında çok yıllık bitkiler (56 takson) ilk sırada yer alırken, bunu tek yıllık (45) ve iki yıllık (7) bitkiler takip etmiştir. Ayrıca 25 takson çoklu yaşam formuna sahiptir. Mera alanlarında Cynodon dactylon (26.6 bitki/m2 - %90.0), Lamium purpureum (22.6 bitki/m2 - % 82.5), Plantago lanceolata (21.8 bitki/m2 - %90.5) ve Lolium perenne (21.5 bitki/m2 - % 94.7) en yaygın taksonlardır. Ayrıca mera alanlarında

72 taksonun farklı yönlerde etkilere sahip olduğu belirlenmiştir. Bu etkilere göre; 29 takson yem değeri olmasına rağmen toksik, 25 takson yüksek toksik, 10 takson yaralanma + yün kalitesi ve 8 takson yaralanma + toksik etkiye sahiptir. Araştırma sonucunda, Düzce ili merkez ilçe mera alanları zengin bitki kompozisyonuna sahiptir. Bununla birlikte, her mera alanında farklı olumsuz etkilere sahip önemli sayıda takson tespit edilmiştir. Dolayısıyla mera alanlarında antropojenik etkenlerden kaynaklı riskleri önlemek için yasal düzenlemelerin ve mera denetimlerinin arttırılması, ayrıca bitkilerin etki durumlarına ve potansiyel bitki istilalarına yönelik farkındalık çalışmalarının yapılması faydalı olacağı sonucuna varılmıştır.

Bu çalışmada öncelikle konunun anlaşılması için; meraların önemi açıklanmış, konuyla ilgili daha önce yapılmış bazı çalışmalar kısaca tanıtılmış, meraların hukuki durumu ve meralardan yararlandırılma durumları açıklanmıştır. Sonrasında, Kastamonu ili özelinde meralarının bazı vejetasyon özelliklerinin belirlenerek, hayvan baskısı ve iklim gibi faktörlerin etkisiyle zaman içinde mera vejetasyonunda meydana gelebilecek değişimlerin izlenmesine olanak sağlayacak bir alt yapının oluşturulması için yapılan çalışma sunulmuş ve bu çalışmadan çıkan bulgular ayrıntılı olarak açıklanmış ve meraların etkin yönetimi için öneriler sunulmuştur.

2. Meraların Hukuki Durumu ve Etkin Kullanımı

28.02.1998 tarih ve 4342 sayılı Mera Kanunu çıkarılana değin mera alanlarının bakımı, sınırlarının belirlenmesi, buraların kullanılması gibi konulara dair; farklı zamanlarda çıkarılan yasalar mera alanlarındaki sorunların çözümü için yeterli değildi. Mera Kanunu öncesindeki yasal düzenlemelerde, hukuki bir anlaşmazlığın olması durumlarında hangi yasanın dikkate alınacağı açık değildi (Cevher vd., 2008). Mera kanunu öncesi mevzuat ile somut olaylarda uygulama yapmak hem idari hem de adli açıdan oldukça zor olmaktaydı. Üstüne, meraların önemli bir bölümünü çok fakir durumdaydı (Avcıoğlu, 2012). Mera kanununun yürürlüğe girmesi, sonrasında 31/07/1998 tarihli Mera Yönetmeliğinin yürürlüğe girmesi, bu yönetmelikte yapılan değişiklikler ve uygulama talimatlarıyla; meralarda yaşanan anlaşmazlıkların iyileştirilmesi anlamında somut çözümler getirilerek, mera alanları ile ilgili yeni bir dönem başlatılmıştır.

Mera mevzuatına göre; mera alanlarının kullanma hakkı bir veya birden çok köy veya belediyeye aittir ve Meralar Devletin hüküm ve tasarrufu altındadır. Mevzuatın belirttiği hükümlere göre kurulacak Mera Komisyonu, belirlenen ihtiyacı karşılayacak miktarda mera olarak tespit edilen alanları halkın ortak olarak yararlanmaları amacıyla, tespit edilecek ihtiyaca göre, aşağıda belirtilen yerleri mera olarak tahsis edebilirler;

''a) Kadimden beri mera olarak kullanılan yerler ile aynı amaçla kullanılmak üzere köy veya belediyelere tahsis ya da terk edilen yerler,

b) Devletin hüküm ve tasarrufunda veya Hazinenin mülkiyetinde bulunan arazilerden etüt sonucu mera olarak yararlanılabileceği anlaşılan yerler,

c) Mera olarak kullanılmak amacıyla kamulaştırılacak yerler,

d) Tapu kayıtlarında mera olarak görülen ve halen işgal edilen yerler.''

Tahsis, meraların kullanımlarının verimlilik ve sosyal adalet ilkelerine uygun şekilde düzenlenerek, münferiden ya da müştereken yararlanılmak üzere bir veya birkaç köy ya da belediyeye bırakılması anlamındadır. Uygulamada küçük değişiklikler olsa da öncelikle;

1. En yakın köy veya belediyeye, o köy veya belediyede oturan ve hayvancılık yapan çiftçilere veya bu amaçlı kuruluşlara,

2. Bakanlıkça açılan hayvancılık kurslarına katılarak başarılı olan çiftçiler basta olmak üzere, çiftçilere veya bu amaçla kurulan ortaklıklara veya diğer talep sahiplerine,

3. Talep olmadığı takdirde, hayvancılık yapan veya hayvancılık işletmesi kurmak amacı ile projeleri kredi kuruluşlarınca onaylanan ziraat mühendisi, veteriner hekim, ziraat teknisyeni ve veteriner sağlık teknisyenlerine, gerçekleştirilir.

Tahsis kararı valiliğin onayına sunulur. Bu kararda, tahsis edilen yerin niteliği, miktarı, sınırları, hayvan sulama ve geçit yerleri, tahsis amacı, otlatma kapasitesi, aile işletmelerinin büyükbaş hayvan birimi üzerinden otlatma hakkı ve otlatabilecekleri hayvan sayısı da belirtilir. İhtiyaçtan fazla çıkan kısım ise, ihtiyaç içinde bulunan çevre köy veya belediyelerle hayvancılık yapan özel veya tüzel kişilere ıslah etmek koşulu ile 25 yıla kadar kiralanabilir. Ancak kiralama durumu tahsis edilen köy ve belediyelerin hayvan sayısına göre her 5 yılda yeniden değerlendirilir.

Tahsis amacı değiştirilmedikçe meradan, Mera Kanununda gösterilenden başka şekilde yararlanılamaz. Ancak, bu Kanuna veya daha önceki kanunlara göre mera olarak tahsis edilmiş olan veya kadimden beri bu amaçla kullanılan arazilerden Tahsis amacının değiştirilmesi ve Mera Alanı Dışına Çıkarılması Mera Kanununun 14. maddesinde düzenlenmiştir.

Muhtarlar ve belediye başkanları; meraların, sınır işaretlerinin korunmasından ve ayrıca tahsis amacına göre en iyi şekilde kullanılmasının sağlanmasından sorumludur. Muhtarlar ve belediye başkanları ayrıca, geliştirme projelerinde öngörülen hususların yerine getirilmesinde, kamu görevlilerine yardımcı olmakla görevli ve sorumludurlar. Bu amaçla ilgili köy ve belediyelerde 'Mera Yönetim Birlikleri' kurulmaktadır. Birlikler, mera komisyonlarınca yapılan otlatma planlarının uygulanması; meraların bakim, ıslah çalışmalarının organize edilmesi

ve bunun kontrol edilmesi; meralardan elde edilecek ihtiyaç fazlası ürünlerin satılması ile, gelirlerinin köy sandığına veya belediye bütçesinde ayrı bir hesaba yatırılması ve mera sınırlarının muhafazası ile görevlendirilmiştir.

Meralarda karşılaşılan önemli sorunlardan birisi de otlatma kapasitesidir. Mera kanunuyla, meralardan yararlananların yükümlülükleri kurallara bağlamış (mad. 26), düzenli ve münavebeli otlatma temin edilmesi ile meraların sürdürülebilirliğinin sağlanması hedeflenmiştir. Kanun ile merayı tahrip edenlere tazminat getirilmiş, kavramsal kargaşanın giderilmesi sağlanmıştır (Cevher vd., 2008). Meralarda aşırı otlatmanın önlenmesi (mad. 23) amacıyla otlatma kapasitesi belirlenmiştir. Otlatma kapasitesi, belli bir alanda ve eşit zaman aralıkları ile uzun yıllar bitki örtüsüne, toprak, su ve diğer tabii kaynaklara zarar vermeden otlatılabilecek büyükbaş hayvan birimi miktarı ile belirtilmektedir. Meralara komisyonu tahsis kararında otlatma kapasitesini belirlemekte ve meradan yararlanacak hayvan sayısını üreticilere bildirilmektedir. Ancak, daha sonra bakım, koruma ve ıslah sonucu mera, yaylak ve kışlağın otlatma ve barındırma kapasitesinde bir artışın olması halinde, köy veya belediyelerin teklifi üzerine veya doğrudan doğruya komisyonca yeniden tespit yapılarak otlatılacak hayvan miktarı artırılabilmektedir. Mera yönetim birlikleri ile meraya otlatma kapasitesinin üzerinde hayvan sokmak isteyen çiftçilerin sürtüştükleri durumlarda, meraları korumakla sorumlu teknik elemanların yetkilerinin yetersiz olduğunu söylemektedirler (Balabanlı vd., 2006).

Meraların bakım, ıslah, koruma, kontrol ve uygun kullanımını amaçlanarak; araştırma, planlama, ıslah projeleri, otlatma zamanı, kullanma sistemi, koruma ve kontrol tedbirlerini tespit etmek üzere, uygun görülen yerlerde, mevcut zirai araştırma enstitüleri ve üniversiteler bünyesinde mevzuat çerçevesinde mera araştırma bölümleri kurulabilmekte ya da mevcut bulunanlar bu amaçla hizmet edebilecek şekilde yeniden düzenlenebilmektedir (mad. 18).

3. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma Kastamonu ili sınırları içerinde, rakımları 616 ile 1038 m arasında değişim gösteren 3 köyün kadimden beri tüm köy halkına açık ve serbest otlatma yapılan doğal meralarında; 2018 yılı ve 2020 yılı Mayıs ve Temmuz aylarında yürütülmüştür. Toplam mera alanı ise 7.409 dekardır. Bu meraların 1'i Merkez (Alpagut köyü), 1'i Taşköprü ilçesi (Yukarı Emerce köyü), 1'i İhsangazi ilçesi (Akkirpi köyü) sınırları içerisinde yer almaktadır.

Çalışmada mera duraklarına ait işaretler Şekil 1'de verilmiştir. Meraların köye olan uzaklıkları ise 100-1670 metre arasında değişim göstermektedir. Meraların bulunduğu alanlar daha iç kısımda yer almaları nedeniyle karedeniz iklimi ile iç Anadolu iklimi arasında geçit iklim özelliği taşımaktadır.

Kastamonu ilinde 5 adet meranın vejetasyonun kompozisyonunu belirlemek için Modifiye Edilmiş Tekerlekli Lup (halka) Metodu kullanılmıştır (Koç ve Çakal, 2004). Vejetasyon etüdü, meralardaki hâkim bitkilerin çiçeklenme evresinde yapılıp, en büyük olan merada 3 hatta toplam 300 noktada, diğer meralarda ise 6 hatta toplam 400 noktada; doğu, batı, kuzey ve güney yöneyleri esas alınarak, bitki türleri okunmak suretiyle yapılmıştır. Okuma sonucunda tespit edilen bitki türleri azalıcılar, çoğalıcılar ve istilacılar olmak üzere 3 sınıfa ayrılmışlardır. Son olarak tespit edilen bitkilerden azalıcıların tamamı, çoğalıcıların oranları ise çalışılan tüm meralarda %20 ile 40 arasında olduğu için %20'si dikkate alınmak suretiyle meralarda "Mera durumu" sınıflaması yapılmıştır (Alay vd., 2016).

Bitki örtüsünün toprağı kaplama oranı, vejetasyon etüdü sırasında bitkiye rastlanan nokta sayısının ölçülen toplam nokta sayısına oranlanması ile belirlenmiştir (Gökkuş vd., 2000). Okunan her bir bitki türüne ait değerler, toplam bitki sayısına oranlanarak türlerin botanik kompozisyondaki oranları tespit edilmiştir.

Şekil 1. Vejetasyon etüdü yapılan duraklar

4. Araştırma Bulguları

Meraların büyüklüklerine göre tüm parseli temsil edecek sayıda 0-30 cm derinlikten alınan toprak örneklerinin tahlilleri Kastamonu İl Özel İdare Müdürlüğü'nde yaptırılmıştır. Tahlil sonuçlarına göre topraklardaki organik madde miktarları genel olarak düşük çıkmıştır. Toprağın kil ve kum içeriğinin oranı mikroorganizmaların organik maddeyi parçalamasını etkileyeceğinden toprakta birikecek organik madde miktarını da etkiler. Killi topraklarda daha zor parçalanma olacağından organik madde birikimi daha yüksek olabilir.

Çizelge 1. Toprak örneklerinin kimyasal ve organik madde içerikleri

İlçe	Köyü	Mera Alanı (da)	Analiz tipi	Sonuç	Durumu
İhsangazi	Akkirpi	2.204,00	Potasyum(K2O)kg/da	36,12	Yeterli
			Fosfor (P2O5)kg/da	7,99	Orta
			Kireç(%)	0,73	Az kireçli
			Organik Madde(%)	1,38	Az
			Toplam Tuz(%)	0,01	Tuzsuz
			pH	6,75	Nötr
			Saturasyon(%)	59	Killi tınlı
Merkez	Alpagut	3.482,00	Potasyum(K2O)kg/da	29,76	Orta
			Fosfor (P2O5)kg/da	1,71	Çok az
			Kireç(%)	14,75	Orta Kireçli
			Organik Madde(%)	1,93	Az
			Toplam Tuz(%)	0,01	Tuzsuz
			pH	7,4	Nötr
			Saturasyon(%)	69	Killi tınlı
Taşköprü	Yukarı Emerce	1.723,00	Potasyum(K2O)kg/da	58,63	Yüksek
			Fosfor (P2O5) kg/da	3,13	Az
			Kireç(%)	4,05	Kireçli
			Organik Madde(%)	1,66	Az
			Toplam Tuz(%)	0,02	Tuzsuz
			pH	7,1	Nötr
			Saturasyon(%)	65	Killi tınlı

Mera durumu sınıflamasına göre, meralar genellikle orta ve zayıf sınıfına girmektedir. Zayıf meralar genelde eğimin yüksek olduğu ve otlatmanın fazla olduğu meralar. Yüksek eğime bağlı olarak az orada dahi olsa uzun yıllar boyunca erozyonun neticesinde, meraların toprak derinliğinin azaldığının göstergesidir. Azalıcı bitkiler hayvanların iştahla yedikleri bitkileri oluşturmaktadır. Azalıcı bitkilerin oranı en fazla Taşköprü ilçesinde bulunmaktadır.

Çizelge 2. Bitki örtüsüne göre mera durumu ve sınıfı

			Sınıfı				Durumu		
İlçe Adı	Köyü	Mera alanı (da)	Çok İyi	İyi	Orta	Zayıf	Azalıcı Bitkilerin Yüzdesi (%)	Çağalıcı Bitkilerin Yüzdesi (%)	İstilacı Bitkilerin Yüzdesi (%)
İhsangazi	Akkirpi	324				X	4	18	38
		1880				X	7	14	56
Merkez	Alpagut	1650			X		16	26	51
		892				X	13	6	55
		940			X		12	22	22
Taşköprü	Yukarı Emerce	1597			X		25	20	55
		126			X		29	3	68

Kastamonu'da toplam 700 noktada yapılan vejetasyon etütlerinde 75 farklı tür tespit edilmiştir. Tespit edilen türlerin 18 tanesinin baklagil, 13 tanesinin buğdaygil ve 44 tanesinin ise diğer familyalara ait türler olduğu belirlenmiştir.

Vejetasyonda en fazla yer alan baklagiller; Astragalus bicolor (%4,898), Onobrychis armena (%4,286), Medicago minima (%2,857), Genista Lydia (%2,653) ve Festuca ovina (%16,735), Chrysopogon gryllus (%7,551), Bromus sp. (%6,735), Bothriochloa ischaemum (%3,061), Aegilops columnaris (%2,041), Bromus catharticus (%1,224) en fazla rastlanan buğdaygiller olmuştur. Vejetasyonda en fazla yer alan diğer familya türleri ise; Teucrium chamaedrys (%8,980), Globularia orientalis (%6,531), Fumana arabica (%4,490), Carex flacca (%3,673), Thymus praecox (%2,449), Plantago lanceolata (%1,897), Thymus sipyleus (%1,837), Noaea mucronata (%1,633) olarak belirlenmiştir (Çizelge 3 ve 4).

Çizelge 3. Azalıcı ve çoğalıcı türlerin toprağı kaplama (TKO) ve botanik kompozisyondaki oranları (BKO) (%)

Çoğalıcılar			Azalıcılar		
Tür	TKO	BKO	Tür	TKO	BKO
Plantago lanceolata (dar yapraklı sinirotu)	1,286	1,837	Medicago sativa (yonca)	0,429	0,612
Festuca ovina (koyun yumağı)	11,714	16,735	Onobrychis armena (yabani korunga)	3,000	4,286
Brachypodium pinnatum (yabani brom)	0,286	0,408	Bromus catharticus (parlak brom)	0,857	1,224
Teucrium polium (taş kekiği)	0,571	0,816	Sanguisorba minör (çayır düğmesi)	0,429	0,612
Dorycnium greaceum (zehirli yonca)	0,429	0,612	Chrysopogon gryllus (yeşil sakal otu)	5,286	7,551
Coronilla varia (taç otu)	0,143	0,204	Koeleria cristata (adi parlak ot)	0,571	0,816
Cynodon dactylon (köpek dişi ayrığı)	0,143	0,204	Bothriochloa ischaemum (sarı sakalotu)	2,143	3,061
Melica ciliata (Kirpikli inci otu)	0,429	0,612	Dactylis glomerata (Domuz ayrığı)	0,143	0,204
Dorycnium pentaphyllum (zehirli yonca)	0,143	0,204	Trifolium physodes (titrek üçgül)	0,143	0,204
			Lolium perene (ingiliz çimi)	0,143	0,204
			Lotus corniculatus (sarı çiçekli gazal otu)	0,143	0,204
			Bromus variegatus (alaca brom)	0,143	0,204
Toplam	15,143	21,633		13,429	19,184

Tespit edilen türlerin kalite derecelerinin dağılımına bakıldığında ise 12 tanesinin azalıcı, 9 tanesinin çoğalıcı ve 54 tanesinin ise istilacı türlerden meydana geldiği görülmektedir. Botanik kompozisyonda ise azalıcıların oranı (%21,633), çoğalıcıların oranı (%19,184) ve istilacı türlerin oranı ise (%65,30) olarak tespit edilmiştir.

Azalıcı türler hayvanların çok sevdiği türler olup, botanik kompozisyondaki oranlarına göre; Chrysopogon gryllus (%7,551), Onobrychis armena (%4,286), Bothriochloa ischaemum (%3,061), Bromus catharticus (%1,224), Koeleria cristata (%0,816), Sanguisorba minör, Medicago sativa (%0,612), Bromus variegatus, Dactylis glomerata, Lolium perene, Lotus corniculatus, Trifolium physodes (%0,204) olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3.) Çoğalıcı bitkiler ise hayvanların otlamada isteksiz davrandığı türlerdir (Koç vd., 2003).

Çizelge 4. İstilacı türlerin toprağı kaplama (TKO) ve botanik kompozisyondaki oranları (BKO) (%)

Tür	TKO	BKO	Tür	TKO	BKO
Allium scorodoprasum (dev sarımsak)	0,143	0,204	Aegilops columnaris (Buğday otu)	1,429	2,041
Anthemis cretica (dağ papatyası)	0,143	0,204	Anthemis cretica (dağ papatyası)	0,143	0,204
Astragalus bicolor (geven)	3,429	4,898	Astragalus microcephalus (küçük başlı geven)	0,286	0,408
Astragalus fragrans (kokulu geven)	0,429	0,612	Blysmus compressus (testere otu)	0,143	0,204
Astragalus vulnerariae (yayık geven)	0,143	0,204	Carex acuta (bataklık sazı)	0,714	1,020
Bromus sp. (brom türü)	4,714	6,735	Cirsium sipyleum (Sipil dikeni)	0,143	0,204
Carex flacca (ayak otu)	2,571	3,673	Convolvulus calvertii (çalımsı sarmaşık)	0,286	0,408
Eryngium campestre (boğa dikeni)	0,286	0,408	Crepis armena (hindiba)	0,143	0,204
Euphrasia rostkoviana (gözlük otu)	0,429	0,612	Crepis vesicaria (kese kıskısı)	0,286	0,408
Fumana arabica (güneş gülü)	3,143	4,490	Euphorbia amygdaloides (Sütleğen)	0,143	0,204
Genista Lydia (lidya katırtırnağı)	1,857	2,653	Linum hypericifolium (Yabani keten)	0,143	0,204
Globularia orientalis (doğu küre çiçeği)	4,571	6,531	Medicago truncatula (fiçı yoncası)	0,429	0,612
Helianthemum nummularium (altın otu)	0,571	0,816	Minuartia micrantha (kum otu)	0,143	0,204
Hordeum murinum (pisi pisi arpası)	0,143	0,204	Muscari tenuiflorum (Dağ sümbülü)	0,143	0,204
Medicago lupulina (şerbetçi otu yoncası)	0,143	0,204	Noaea mucronata (dikenli ölmez otu)	1,143	1,633
Medicago minima (mini yonca)	2,000	2,857	Plantago lanceolata (sinir otu)	0,143	0,204
Minuartia Cirissica (kum otu)	0,429	0,612	Potentilla astranica (yıldız parmakotu)	0,143	0,204
Muscari sp. (sümbül)	0,143	0,204	Potentilla sp. (beşparmak otu türü)	0,143	0,204
Noaea mucronata (dikenli ölmez otu)	0,143	0,204	Sedum album (acı dam koruğu)	0,571	0,816
Paronychia chionaea (dolama otu)	0,143	0,204	Sedum lydium (kaya koruğu)	0,143	0,204

Çizelge 4.'ün devamı. İstilacı türlerin toprağı kaplama (TKO) ve botanik kompozisyondaki oranları (BKO) (%)

Tür	TKO	BKO	Tür	TKO	BKO
Pilosella hoppeana (şahin otu)	0,143	0,204	Stipa capensis (çayır otumsu sorgu otu)	0,143	0,204
Potentilla cretica (parmak otu)	0,286	0,408	Tanacetum sp. (solucan otu)	0,714	1,020
Teucrium chamaedrys (dalak otu)	6,286	8,980	Taraxacum sp. (aslandişi türü)	0,143	0,204
Teucrium polium (taş kekiği)	0,857	1,224	Thymus migricus (kafkas kekiği)	0,429	0,612
Thymus comptus (boğumlu kekik)	0,429	0,612	Thymus praecox (anzerçayı)	1,714	2,449
Trifolium cherleri (trakya üçgülü)	0,286	0,408	Thymus sipyleus (Kekik)	1,286	1,837
Trifolium dubium (küçük üçgül)	0,286	0,408	Trifolium striatum (yıldızlı üçgül)	0,286	0,408
Toplam	34,143	48,776		11,571	16,531

Lezzetsiz, dikenli veya zehirli olup hayvanların otlamada tercih etmediği istilacı (Koç vd., 2003) türlerin ise botanik kompozisyonda en fazla bulunanları ise Teucrium chamaedrys (%8,980), Bromus sp. (%6,735), Globularia orientalis (%6,531), Astragalus bicolor (%4,898), Fumana arabica (%4,490), Carex flacca (%3,673), Medicago minima (%2,857) olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.). Bitki türleri olarak özellikle de istilacı olan türler, çoğu doğal meralarımız için büyük oranda benzerlik göstermektedir (Ünal vd., 2012; Yavuz vd., 2012; Polat vd., 2018).

5. Sonuç ve Öneriler

Kastamonu ilinde yapılan bu çalışmanın sonucuna göre; tespit edilen türlerin kalite derecelerine göre 12 tanesinin azalıcı, 9 tanesinin çoğalıcı ve 54 tanesinin ise istilacı türler olduğu, Botanik kompozisyona göre azalıcıların oranı (%21,633), çoğalıcıların oranı (%19,184), istilacı türlerin oranı ise (%65,30) olarak tespit edilmiştir.

Yukarı Emerce, Alpagut ve Akkirpi köylerinin meraları ıslah çalışmasına ihtiyaç duyulan meralar olarak değerlendirilmiştir. Öncelikle tüm meralarda, mera yönetimi ile mera ıslah ve amenajman çalışmaları uygulanmalıdır. Mera yönetimi ise otlatma mevsimine ve otlatma kapasitesi temelinde planlanması gerekmektedir. Mera durum sınıfının zayıf olduğu Akkirpi ve Alpagut köyü merası en problemli mera olarak öne çıkmaktadır. Zayıf mera alanları için ise mera alanlarının otlatılmaya kapatılması uygun olmaktadır.

Toprak analizlerine göre mera alanlarına ilk sene sonbahar ayında bitkilerin kök gelişimine ve ot kalitesine katkı sağlaması amacıyla fosforlu gübreler, bir yıl

sonra ilkbahar döneminde ise vejetatif aksamın gelişimini teşvik etmek amacıyla azotlu gübreler verilmelidir. Potasyum miktarı Türkiye topraklarının çoğunluğunda olduğu gibi il genelinde de yeterli hesap edildiği için potasyumlu gübreye ihtiyaç duyulmamaktadır.

Meralarda sürdürülebilirliğin devam etmesi bakımından, en başta otlatmanın doğru bir şekilde planlaması, sonrasında başta gübreleme ve yabancı ot savaşımı olmak üzere bazı bakım ve ıslah işlemlerinin uygulamaya konulması ve ayrıca uygulamaların da zaman zaman güncellenmeleri gerekliliği göz önünde bulundurulmalıdır.

Kaynaklar

1. Açıkgöz, E. (2021). Tarım ve Orman Bakanlığı. Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü. Yem Bitkileri Kitabı. 1. Cilt. Sayfa 9. Ankara.
2. Aksan, U. & Yazlık, A. (2021). Mera alanlarında bulunan bitki türleri ve etkileri: Düzce merkez ilçe örneği. *Akademik Ziraat Dergisi,* 10(1), 81-96.
3. Alay, F., İspirli, K., Uzun, F., Çınar, S., Aydın, İ., & Çankaya, N. (2016). Uzun süreli serbest otlatmanın doğal meralar üzerine etkileri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(1): 116-124.
4. Avcıoğlu, R. (2012). Türkiye Meraları ve Mera Kanununun Getirdikleri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, (1) , 24-32.
5. Ayan, İ., Acar, Z., Mut, H., Can, M., Kaymak, G. & Tunalı, U. (2020). Çayır ve Mera Alanlarında Mevcut Durum Sürdürülebilirlik ve Gelecek. Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi. Ankara. Ocak 2020.
6. Aydın, İ. & Uzun, F. (2002). Çayır Mera Amenajmanı ve Islahı. Ondokuzmayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, No: 9, Samsun.
7. Balabanlı, C., Albayrak, S., Türk, M. & Yüksel, O. (2006). 4342 Sayılı Mera Kanunu Uygulamasında Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Yolları. *Turkish Journal of Forestry*, 7(1), 75-81.
8. Cevher, C., Ceylan, İ. & Köksal, Ö. (2008). Türkiye'de Mera Kanunu Uygulamalarının Tarihsel Gelişimi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi,* 17 (1-2), 1-10.
9. Gökkuş, A., Koç, A., & Çomaklı, B. (2000). Çayır-Mer'a Uygulama Kılavuzu. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Yayın No:142, s:139, Erzurum.
10. İnan, O. (2020). Meraların Kanundaki Yeri ve Önemi. 26 Ağustos 2020. Erişim adresi: https://www.ciftlikdergisi.com.tr/meralarin-kanundaki-yeri-ve-onemi/ Erişim tarihi:10.11.2022.
11. İspirli, K. , Alay, F. , Uzun, F. & Çankaya, N. (2016). Doğal Meralardaki Vejetasyon Örtüsü ve Yapısı Üzerine Otlatma ve Topografyanın Etkisi. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 3(1), 14-22.
12. İstanbul İl Tarım ve Orman Müdürlüğü (2022). ÇAYIR Mera ve Yem Bitkileri Birimi. Çayır, Mera ve Yem Bitkileri. Erişim adresi: https://istanbul.tarimorman.gov.tr/Menu/61/Cayirmera-Ve-Yem-Bitkileri Erişim tarihi: 11.11.2022.
13. Kastamonu Tarım ve Orman İl Müdürlüğü (2022). Çayır Mera ve Yem Bitkileri Şube Müdürlüğü. Faaliyet Raporu 2022.
14. Koç, A. & Çakal, Ş. (2004). Comparison of some rangeland canopy coverage methods. *Int. Soil Congress on Natural Resource Management For Sustainable Development*, June (7-10), 41-45, Erzurum.

15. Koç, A., Gökkuş, A., ve Altın, M. (2003). Mera durumu tespitinde dünyada yaygın olarak kullanılan yöntemlerin mukayesesi ve Türkiye için bir öneri. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi, 13-17 Ekim, 36-42, Diyarbakır.
16. Mera Kanunu (1998). Kanun Numarası: 4342. Kabul Tarihi: 25/02/1998. Yayımlandığı Resmî Gazete: Tarih: 28/02/1998. Sayı: 23272. Yayımlandığı Düstur: Tertip:5. Cilt: 38.
17. Mera Yönetmeliği (1998). T. C. Tarım ve Orman Bakanlığından: Yayımlandığı Resmi Gazete Tarihi: 31/07/1998. Yayımlandığı Resmi Gazete No: 23419.
18. Polat, T., Budak, S., & Akkaya, G. (2018). Adıyaman ili Kuyulu köyü doğal meralarının kuru ot verimi, kalitesi ve botanik kompozisyonu üzerine bir araştırma. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*. 22(3): 348-354. DOI: 10.29050/harranziraat.315709.
19. Seydoşoğlu, S., Saruhan, V. & Mermer, A. (2015). Diyarbakır ili Silvan ilçesi taban meralarının vejetasyon yapısı üzerinde bir araştırma. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, (2): 1-7.
20. Seydoşoğlu, S. (2018). Bazı doğal mera alanlarının bitki örtüsü özellikleri, mera durumu ve sağlığının belirlenmesi. *Turkish Journal of Forestry*, 19(4), 368-373.
21. Seydoşoğlu, S. & Kökten, K. (2019). Batman mera vejetasyonlarının bazı özellikleri . *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* , 23 (1), 60-68 . DOI: 10.29050/harranziraat.424007.
22. Şahin, B., Ünal, S., Mutlu, Z., Mermer, A., Urla, Ö., Ünal, E., Aydoğdu, M., Özaydın, K. A. & Aydoğmuş, O. (2016). Nevşehir İl Meralarının Floristik Özellikleri. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 25 (2), 166-175.
23. TÜİK (2018). Türkiye İstatistik Kurumu. Tarım İstatistikleri. Erişim adresi: http://www.tuik.gov.tr/ Erişim tarihi: 06.03.2018.
24. Ünal, S., Mutlu, Z., Mermer, A., Urla, Ö., Ünal, E., Özaydın, K. A., Avağ, A., Yıldız, H., Aydoğmuş, O., Şahın, B. & Aslan, S. (2012). Çankırı İli Meralarının Mera Durumu ve Sağlığının Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, (2) , 131-135.
25. Ünal, S., Mutlu, Z., Mermer, A., Urla, Ö., Ünal, E., Aydoğdu, M., Dedeoğlu, F., Özaydın, K., Avağ, A. , Aydoğmuş, O., Şahin, B. & Aslan, S. (2012). Ankara İli Meralarının Değerlendirilmesi Üzerine Bir Çalışma. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi,* 21(2), 41-49.
26. Yavuz, T., Sürmen, M., Töngel, M.Ö., Avağ, A., Özaydın, K. & Yıldız, H. (2012). Amasya mera vejetasyonlarının bazı özellikleri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5(1): 181-185.

ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE ALTERNATİF TARIM SİSTEMLERİ

Prof. Dr. Osman KARKACIER

Akdeniz Üniversitesi İİBF İktisat Bölümü,
orcid, 0000-0003-0470-4374

1.GİRİŞ

Tarımsal üretim sistemleri iktisadi dinamiklerin etkisi altında değişimler ile karşılaşmak durumunda kalmıştır. İktisadi doktrin olan kapitalizmin vahşi rekabeti ve piyasa zorlamaları, üretim sistemlerini de piyasa koşullarına göre değiştirmek durumunda bıraktı. Tarım sektörü üzerinde artan dünya nüfus baskısı bir yandan diğer yandan ise gelir artışları tarımda verimliliği yükseltme mecburiyetinde bırakmıştır. Tarımsal üretim sistemleri özellikle ikinci dünya savaşı sonrası yıllarda büyük değişime uğramıştır. İkinci dünya savaşının getirdiği gıda krizi ve kıtlık insanoğlunu tarımda verim artışına götüren buluşlara ve yeniliklere zorlamıştır. 1950'lerde başlayan tarımda traktörün kullanımının yaygınlaşması, kimyevi gübrelerin, tarım ilaçlarının, sulama sistemlerinin gelişimi ve hızla yaygınlaşması ile üretim aniden iki üç katına varan artışlar göstermiştir. Açlık ve kıtlığın hüküm sürdüğü bu dönemde oluşan ciddi verim artışları tarım sektörünü ekonomik politiğin merkezine almış ve böylece tarım özellikle Türkiye'de en önemli sektör haline gelmiştir. Ne yazık ki diğer taraftaki sanayileşme ve teknoloji ihmal edilmiştir.

Tarımda görülen kontrolsüz girdi kullanımları beraberinde tüm dünyada çevresel kirliliği de getirmiştir. Aşırı gübreleme, ilaçlama, kontrolsüz vahşi sulamalar ve toprağın yanlış işlenmesi çevresel sorunları artırmıştır. İnsan sağlığını tehdit eden kimyasallar, suni sentetikler, erozyon, toprak kirliliği, hava kirliliği gibi birçok ekolojik tehditleri giderek artmış ve artık günümüzde mutlak risk halini almıştır.

Bu bağlamda günümüz tarım sistemlerinin çevre ve insan dostu olma zorunluluğu vardır. Bir yandan fosil yakıtların kullanımının getirdiği atmosferik sorunlar, diğer yandan tarımın toprağı kirletmesi ve kimyasallarının insanı ve doğayı zehirlemesi önüne geçilmelidir. Kontrolsüz, denetimsiz sadece verim odaklı çalışan üreticiler kontrol altına alınmalı ve üretimlerini mutlak belirli çevresel standartlarda denetimli üretim sistemlerine dönüştürülmelidir. Bu durum artık son noktaya gelmiştir. Pandemiler ve iklim değişikleri dünyayı yaşanamaz hale hızlıca sürüklemektedir. Dünya siyasal ve yönetimsel otoriterelerinin mutlak bir araya gelerek hızlı çözüm üreten sanayi ve tarım üretim sistemlerini oluşturmaları gerekir. Geçirilen her gün zarar hanesine yazılmaktadır. Vahşi piyasa ekonomik zorlamaları ve vahşice tüketim ekolojik ayak izinin gittikçe büyümesine neden olmakta. Hiçbir

ülke de buna müdahale etme lüzumu hissetmemektedir. Piyasa ekonomisinde en büyük payı alan ABD gibi ekonomilerin bu bulanıklığa ve zarara en başta dur demesi gerekir. Aksi takdirde özellikle merkez ABD ve AB gibi gelişmiş ülkeler çevresindeki gelişmekte olan çevre ülkeler de bu konuda kayıtsız kalacaktır.

Günümüzde çevre ve sürdürülebilirlik kavramlarının ne kadar önemli olduğunu tek tek anlatma ve vurgulamanın önemi bilinmektedir.

Sürdürülebilirlik üç boyutta gerçekleştirilmedir. Bunlar; sosyal, ekonomik ve çevresel sürdürülebilirlik olarak üç alana yerleşir. Sosyal sürdürülebilirlik, toplumun ahlaki sermayesinin, paylaşılan değerler ve eşitlik hakları ile birlikte toplumsal, dinsel ve kültürel etkileşimlerle sürdürülmesidir.***(Goodland, 1995).*** Ekonomik sürdürülebilirlik ise, fiziki kapitalin (üretilmiş üretim faktörleri) devamlılığıdır. Çevresel sürdürülebilirlik kavramına gelince sosyal ve ekonomik sürdürülebilirlikle birlikte yeterli bir içerik kazanıp, daha kapsamlı bir hal alabilmesidir. Başka bir deyişle, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirlikle birlikte ekosistemin sağlığını bozmadan beşer ihtiyaçlarının karşılanmasıdır ***(Bilgili ve Bağlıtaş, 2014)*** .

Çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması için çözüm arayışları gündemde durmaktadır. Tarımın ekolojik yapıya olan zararını önlemek için denetlenebilir ve doğal kaynakların devamlılığını sağlayan üretim sistemlerine ağırlık vermek gerekir. Artık kontrolsüz tarımsal üretim olmamalı. Nasıl ki kontrolsüz yapı ve inşa yapılamıyorsa tarım da yapılamamalıdır. Siyasi otoritelerin tarım ve kırsal üzerinde popülist politikaları olmamalıdır. Tarım stratejik önemini insan beslenmesinin yanı sıra insan sağlığı açısından da korumalıdır. İnsan sağlığını çevre sağlığını korumak siyasi otoritenin kararlarından çıkıp devlet politikası olmalıdır.

Tarım sistemleri; organik ve doğal olan sistemden 1950'lerden sonra oluşan iktisadi dinamiklerle ileri düzey girdi kullanımına müsaade eden konvansiyonel yöntemlere dönüşmüştür. Bu ani değişim ve kontrolsüz ilerleme ekolojik ayak izini büyütmüştür. Tarımda kontrolsüz konvansiyonel tarım sistemlerine alternatif üretme ve yaygınlaştırma mutlak gerekli noktadadır. Çözüm önerileri arasında organik tarım, iyi tarım uygulamaları, kapalı tarım ve topraksız tarım yöntemleri gibi alternatif tarımsal üretim sistemleri yer almaktadır. Gelişmiş ekonomiler bu sistemleri yürütmede daha başarılı

olabilmektedir. En fazla kimyasal gübre kullanımı gelişmekte olan ülkelerde görülmektedir.

2. ALTERNATİF TARIMSAL ÜRETİM SİSTEMLERİ

2.1 İyi Tarım Uygulamaları(ITU) ve Organik Tarım

İyi Tarım Uygulamaları (ITU) ve İyi Tarım Ürünleri (İTÜ) insan sağlığını ve çevreyi tehdit eden unsurların ortadan kaldırılması adına geliştirilen üretim sistemdir. Sistemin içerisinde yer alan denetleyici unsurlar ve kontrol mekanizması kontrolsüz tarımın yarattığı olumsuzlukları önleme amaçlıdır. Üretim özel sektörün, çiftçinin işi iken insan sağlığını düşünen teknolojilerin kullanımını sağlamak ve denetlemek devletin işidir. İTU dünyada tarımsal üretimde gelinen son nokta açısından üretimin her aşamada her noktada sistemi içerisinde bir kontrol mekanizması olarak yerini alır. Kırsal kesimde eğitim ve bilgi eksikliğinin yaygınlığını, kendini dahi koruma kültürü gelişmemiş bir anlayışın varlığı üzülerek kabul etmek durumundayız. Başka ifadeyle; aşırı üretimin yarattığı bilgiyi yanlış kullanan, eğitim ve donanımı eksik üretim gruplarının teknolojiyi hatalı kullanımından ötürü verdikleri zarar, artık kontrol altına alınmalıdır.

Tarımda alternatif üretim sistemi olarak düşünülmesi gerektiğine inanılan İTU'nın üretim yönetimi içerisine sistem olarak nasıl monte edileceği konusunda çözümler ve alternatifler sunulabilir. Önce tüketici cephesi ele alınmalı İTU'nın tanınırlık boyutu ve tüketicilerin davranışlarındaki duyarlılıklar tespit edilmelidir. ***(Karabaş ve Gürler 2012).*** Üretim ve pazarlama cephesinde stratejik olarak öne çıkabilecek hususlar tespit edilerek sistemi daha etkin kılma adına çözüm arayışlarına gidilmelidir. Kontrollü ve denetimli bir tarımsal üretim anlayışının olması gerekir, Üretim sisteminin ve yönetiminin genişletilerek sektör içerisinde tüm alanlara yayılması gerektiği, kontrol işlemi olarak da her aşamada devletin devrede olması gerekir.

İyi tarım uygulamaları diğer alternatif sistem olan organik tarım ile temelde aynı amacı gütmektedir. Organik tarım uzun geçmişe sahip olmasına rağmen, yeterli ürün arzı sağlayamamıştır. Organik tarımda üretim sürecinde uyulması gereken sıkı kurallar, yüksek maliyetler ve düşük kar gibi faktörler nedeniyle zorlanan üreticiler organik tarımı tercih edilir üretim modeli olarak benimsememiştir **(Karabaş 2011**).

Tüketiciler ise, organik ürünlerin yurtiçi pazarının kısıtlı olması, özel pazarlarda satılmasının gerekli oluşu ve fiyatlarının oldukça yüksek olması gibi sebeplerle bu ürünlere ulaşmakta zorlanmaktadır **(Karkacıer ve Karabaş).** İyi tarım uygulamalarında, konvansiyonel üretimde kullanılan girdilere izin verildiğinden, üreticilerin alışkanlıklarına da ters gelmeyen bir üretim modelidir **(Karkacier ve Aras 2012)**

İyi tarım uygulamaları sertifikası alan bir üründür **(url[1]).**

- İnsan sağlığına zararlı kimyasal, mikrobiyolojik, fiziksel kalıntılar içermediği,
- Çevreyi kirletmeden ve doğal dengeye zarar vermeden üretildiği,
- İzlenebilirliğinin ve sürdürülebilirliğinin sağlandığı,
- Üretim sırasında üretimle ilgili insanların veya diğer canlıların refahının olumsuz olarak etkilenmediği,
- Üretimi sırasında tüketicinin bulunduğu ülkenin tarımsal mevzuatı ve ürünün yetiştirildiği ülkenin tarımsal mevzuatına uygun işlemler yaptığını gösterir.
- Gıda Güvenliği, Çevre Koruma, İşçi Sağlığı Güvenliği ve Refahı, Zararlılarla Entegre Mücadele, Tehlike analizi temel konularını içermektedir.
- Ürününün güvenilirliğini, kalitesini ve değerini artırır.
- İTU, sertifikalı ürün iç pazarda da hipermarketler tarafından öncelikli olarak tercih edilmektedir.

Tablo 1 de organik tarım ile alternatifi olan İyi Tarım Uygulamalarının karşılaştırmalı olarak benzer ve farklı yönleri verilmiştir. Organik tarımın zorluğu ve verim düşüklüğü iyi tarım ile karşılanmaya çalışılmaktadır. İTU çıkış noktası organik tarımın zorluklarını en aza indirgemek ve insan sağlığını korumaktır.

Tablo 1. Organik Tarım ve İyi Tarım Uygulamalarının karşılaştırılması

	Organik Tarım	**İTU**	**Ortak (✓) Farklı (☒)**
Kanun	Organik Tarım Kanunu mevcuttur	Kanun yoktur	☒
Üretime Başlama Şartı	Yönetmelikte belirtilen gerekli şartları yerine getirmek ve Bakanlık tarafından yetkilendirilen KSK'ya başvuru yapmak	Aynı	✓
Geçiş Dönemi	Tek yıllık bitkilerde 2, çok yıllıklarda 3 yıldır	Yok	☒
Tohum	Organik sertifikalı tohum ya da ilaçsız tohum	Sertifikalı tohum	☒
GDO	Kesin bir dille yasaklanmakta	Yönetmelikte GDO hiçbir yerde geçmiyor	☒
Fide	Organik sertifikalı ya da organik sertifikalı aşılı fide kullanımı gerekiyor	Aşılı fide kullanımına dikkat çekiliyor	
Topraksız Tarım	Asla izin verilmiyor	Uygulamaya izin veriliyor	☒
Toprak Dezenfeksiyonu	Kimyasal yöntemler kullanılmaz	Mevzuata uygun kimyasal yöntemler kullanılabilir	☒
Sık Dikim	Kaçınılmalı	Kaçınılmalı	✓
Sulama	Damlama sulama önerilir, etkin ve verimli sulama gerekir	Damlama sulama önerilir, etkin ve verimli sulama gerekir	✓
Rotasyon	Gereklidir	Kısıtlama yoktur ancak tavsiye edilir	☒
Hastalık ve Zararlılarla Mücadele	Predator ve parazitoidlerden yararlanılır	Entegre mücadele tekniklerinin kullanımı zorunludur, pestisit belli ölçülerde kullanılabilir	☒
Faiz İndirimli Kredi Desteği	%60	%60	✓

Ürünlerin Pazarlanması, İşlenmesi, Etiketlenmesine Dair Kurallar	Organik Tarım Kanununda açıkça belirtilen kurallara uyma zorunluluğu vardır	Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği hükümleri geçerlidir	☒
Cezai Hükümler	Pazarlama, üretim ve sertifikalandırma etik dışı davranılması halinde ağır cezai hükümler içerir	Cezai hükümle ilgili bir bilgi yer almamaktadır	☒

Şahin, M., (2012). *Serada Sürdürülebilir Tarım Teknikleri ve Tüketici Farkındalığı,* (Lisans Tezi), Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir.

3.2 Topraksız ve Kapalı Üretim Sistemleri

Özellikle 2000 li yıllardan sonra endüstri 4.0'ında etkisi ile ileri teknoloji Tarımsal üretimde yeni çığırlar açılmıştır. Toprağa ve zemine ihtiyaç duyulmadan iklim etkisinden bağımsız ayrıca tarımın çevresel etkilerden olumsuz etkilenmesine müsaade etmeyen üretim modelleri görmekteyiz. Bu ileri teknoloji ile tarımsal potansiyeli yetersiz olan ülke ve mekanlarda tarım içselleştirilmektedir. Bitkisel ürünlerle başlayan bu üretim sisteminin giderek farklı türlere doğru geliştiği de görülmektedir. Böylece, tarım gelişen ileri teknolojiden payını almakta ve alternatif üretim sistemlerine katılım devam etmektedir. Çevresel etkilerden bağımsız üretilen bitkiler zararlı kimyasalların kullanımını da azaltmakta ve çevre sorunlarına olumlu katkı yaratmaktadır. Kapalı ve topraksız tarım sürdürülebilirliği ve çevre dostu olması ile önem taşımaktadır.

Tarımın oluşturduğu ekolojik üretim sorunlarına karşı geliştirilen topraksız tarım ilk kez 1970'li yıllarda uygulamaya başlanmıştır ***(Hazar vd. 2013)***. Topraksız tarım ile bitki yetiştiriciliğinde herhangi bir hastalık ve zararlı ile karşılaşılmaması topraksız tarımı cazip bir hale getirmiştir ***(Demirsoy vd. 2017)***. Toprağın verimsizliği, su kaynaklarının yetersizliği, sürekli aynı bitki yetiştirmeden kaynaklanan bazı hastalıkların verdiği zararların oluşmaması topraksız tarımı iyi bir alternatif üretim sistemine kavuşturmuştur ***(Gül, 2008).***

Kapalı ortamda bir bina içerisinde çok katlı platformlarda iklim ve toprak etkilerinden bağımsız olarak geliştirilen üretim alanları gelişmiş AB ülkelerinde boy göstermeye başlamıştır. Tarımı endüstri sektörü içerisine sokan bu model yeni başlangıçları işaret etmektedir. Toprağa, güneşe, yağmura ihtiyaç duyulmayan tarım modelidir. Bitkisel üretim için gerekli tüm ihtiyaçlar suni olarak verilmekte ve doğa faktörü kullanılmadan üretim gerçekleşebilmektedir.

Tarımsal amaçlı kapalı bitkisel üretim sistemi literatürde şöyle tanımlanmakta; iklim ve toprak kullanılmayan, çevresi ile etkileşimi olmayan, doğal ışığı olmayan, tamamen yapay yöntemlerle kontrol edilen bir bitkisel üretim sistemidir ***(Karadağ ve ark 2020).*** Kentlerde yaşam aşanları yoğunlaştıkça ve nüfus genişledikçe tarımsal üretimi karşılamak için çok uzağa gitmeye gerek duyulmayan pazara yakın dikey boyutlu çok katlı üretim alanları oluşturulmuştur. Metropollerde terkedilmiş sanayi tesisi binaları bu amaçla kullanılmaya başlanmıştır. Yedi kat yüksekliğe varan topraksız bitki platformları yeni tarım alanlarını oluşturmuştur. Kapalı ve çok katlı iklim kontrollü çiftlikler oluşturmak ve kentin restoranlarının ihtiyaç duydukları taze sebzeleri yetiştirme yeni bir üretim sistemi olarak karşımıza çıkmıştır. Büyük terk edilmiş sanayi tesis ve binalarının dışında konteynırlarda, boş binalarda ve değerlendirilebilecek tüm alanlarda kapalı üretimin uygulandığını görmekteyiz.

Kapalı bitkisel üretim sistemi şehirlerde gıda üretimi için tasarlanmış bir teknik olarak karşımıza çıkmaktadır ***(Laouchez, 2016).*** Kapalı oramda dikey tarım ile etkili alan kullanımı oluşurken etkili ve yüksek verimi sağlanmakta, %90 oranında su tasarrufu da sağlanabilmekte ve tarım ilaçlarına gereksinim duyulmaması gibi olağanüstü avantajlar sağlanabilmektedir **(Nicole, 2017; Al-Kodmany, 2018).** Kapalı bitkisel üretim sistemlerinin çok fazla avantajının olasına rağmen, tüm bitkilerde kullanımı şu an için mümkün görülmemektedir. Bitkisel büyüklüğü fazla meyveler ile toprak altı büyüme özellikte olan sebzeler topraksız tarım tekniğine uygun olmamakta. Bu nedenle patates ve havuç gibi toprak altı organları tüketilen bitkilerde şimdilik yetiştiricilik yapılamamaktadır. Yaprağı yenen yeşil sebzeler ile çilek gibi meyveler rahatlıkla kapalı çok katlı topraksız yetiştirilebilmektedir.

4.SONUÇ

Tarım iktisadi dinamiklerin ve ileri teknolojilerin sunduğu imkanlar ile farklı boyutlara ulaşmaktadır. Tarımın çevre ve insan ile ilişkisi tehlikeli boyutlara geldiğini gördüğümüzde alternatif üretim arayışları kaçınılmaz olmaktadır. İnsan, hayvan ve çevre dostu tarımsal üretim gerekli iken diğer yandan yenilenebilir ve sürdürülebilirlik kavramları da önem taşımaktadır. Entansif yoğun girdili üretimin oluşturduğu olumsuzlukları önlemek için çalışmalar yapmak gerekirken diğer taraftan insanoğlunun ihtiyaçlarını karşılamak adına da yeni üretim modellerinin araştırılması ve uygulama alanı bulması gerekir. Gelinen bilişim ve teknoloji çağında yeni tarım modelleri ve alternatifler önem taşımaktadır. En önemlisi kontrolsüz ve standartsız tarımsal üretim artık son bulmalıdır. Geçerli iktisadi doktrinde pazarı ve rekabeti öne alan felsefe tarımı zarar üreten sektöre sürüklemesine artık dur denilmelidir. Bu konuda kontrolün merkezi otoritelerin sorumluluğunda olduğu asla unutulmamalıdır.

KAYNAKÇA

1. **Bilgili F., Bağlıtaş H.H.,(2014)** . International Conference On Eurasian Economies, Skopje, Makedonya, 1 - 03 Temmuz 2014, Ss.1-13
2. **Demirsoy, L., Mısır, D., Adak, N. (2017).** Topraksız Tarımda Çilek Yetiştiriciliği, Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 27 (1): 71-80. Gül, A. (2008). Topraksız Tarım, Hasad Yayıncılık, İstanbul, Türkiye, Isbn: 978-975-8377- 83-1.
3. **Gül, A. (2008).** Topraksız Tarım, Hasad Yayıncılık, İstanbul, Türkiye, Isbn: 978-975-8377- 83-1.
4. **Goodland, R.,(1995).** "The Concept Of Environmental Sustainability", Annual Review Of Ecology And Systematics, 26, P.1-24.
5. **Karabaş, S., Gürler A Z., (2011).** Organik Tarım Ve Konvansiyonel Tarım Yapan İşletmelerin Karşılaştırmalı Analizi , Kmü Sosyal Ve EkonomiK Araştırmalar Dergisi 13 (21): 75-84, 2011 Issn: 1309-9132.
6. **Karabaş, S., Gürler, A.Z., (2012).** Organik Ürün Tercihinde Tüketici Davranışları Üzerine Etkili Faktörlerin Logit Regresyon Analizi İle Tahminlenmesi, *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Issn: 1308–9196, Yıl: 5, Sayı: 10, Aralık 2012.
7. **Karadağ Ş. , Mehmet Ufuk Kasım M. U., Rezzan Kasım R., (2020),**Kapalı Bitkisel Üretim Sistemleri, Ijaaes International Journal Of Anatolia Agricultural Engineering , 2(4):30-38, Issn: 2667-7571.
8. **Karkacıer O.,Karabaş** S, (2013), İyi Tarım Uygulamaları Ve Tüketici Davranışları (Logit Regresyon Analizi), Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Jafag Issn: 1300-2910 E-Issn: 2147-8848 (2013) 30 (2), 71-79 Doi:10.13002/Jafag566

9. **Karkacıer, O., Ve Aras**, M., (2012). Organik Tarımsal Üretim Ve Pazarlama Konusundaki Davranışlar Ve Bunlar Üzerindeki Etkili Faktörlerin Analizi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu, Proje No: 2010/63.

10. **Laouchez, M., (2016).** As Arable Land Disappears, Here Come The Vertical Farmers. Https://Phys.Org/News/2016-10-Arable-Verticalfarmers.Html ;Erişim Tarihi: 11.10.2022.
11. **Nicole, C., (2017).** Vertical Farming: A Revolution İn Food Production Enabled By Led Lighting. Philips Lighting Research Vertical Farming Conference, Venlo, Hollanda, 28 June.2017.
12. **Şahin, M., (2012).** *Serada Sürdürülebilir Tarım Teknikleri Ve Tüketici Farkındalığı,* (Lisans Tezi), Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir.
13. **TC. Tarım Ve Orman Bakanlığı**, Uretim/Iyi-Tarim ygulamalari/Istatistikler. Erişim 11/10/2022.
14. **TÜİK**, (2022).İstatistik Veri Portalı;
15. Https://Data.Tuik.Gov.Tr/Kategori/Getkategori?P=Tarim-111. Erişi. 10/11/2022
16. **TÜİK**,istatistik veri portalı; https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111. Erişi. 10/11/2022
17. **url**[1] http://www.orser.com.tr/Sayfa.aspx?pid=7&cid=0&Lang=TR; 22.02.2013.

SU ÜRÜNLERİ MUHAFAZASINDA GELENEKSEL VE GÜNCEL AMBALAJLAMA TEKNİKLERİ

Doç. Dr. Pınar OĞUZHAN YILDIZ[1]
Doç. Dr. Gökhan ARSLAN[2]

[1]Atatürk Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Erzurum, Türkiye.
0000-0002-9892-7925
[2]Atatürk Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Erzurum, Türkiye.
0000-0002-8634-8598

Giriş

Düzensiz ve dengesiz beslenme alışkanlıkları ne yazık ki birçok sağlık sorununu da beraberinde getirmektedir. Su ürünleri hayvansal gıdalara kıyasla besin değeri bakımından son derece değerli olup, hem çocukların hem de yetişkinlerin düzenli olarak tüketmesi gereken gıdalar içerisinde ilk sıralarda yer alması gereken besinlerdir. Özellikle son yıllarda Covid 19 salgınından sonra insanlar beslenmenin ne kadar önemli olduğunu anlamış ve sağlıklı gıdalara daha fazla bir yönelim olmuştur. Bu bağlamda, su ürünleri hayvansal protein ihtiyacının önemli bir kısmını karşılayabilen bir besindir.

Gerek yüksek protein içeriği, gerekse zengin amino-asit, yağ, vitamin, mineral içeriği ve biyolojik değerinin yüksek olması su ürünlerini değerli hale getirmektedir. Bu açıdan su ürünleri diğer etler ile kıyaslandığında insan sağlığı açısından oldukça faydalıdır. Ancak biyolojik yapısından ötürü de besin maddeleri içerisinde en hızlı bozulan ve kokuşan gıdalardır (Şahin, 2019; Öztürk, 2022). Su ürünlerine tazeliğini koruyabilmesi ve uzun süre saklanabilmesi için bazı muhafaza tekniklerinin uygulanması gereklidir. Bu tekniklerle hem tüketicinin hayatı kolaylaşmakta hem de kısa sürede kolayca hazırlanabilir sağlıklı ürünler sunulmaktadır (Anonim, 2022a).

Ayrıca ülkemiz kıyı bölgelerinde avlanan balıkların önemli bir kısmı avlandığı bölgede taze olarak tüketilmektedir. Ancak avlandığı bölgenin dışındaki bölgelere ulaştırılmasında kalitenin korunmasını sağlamak esastır. Günümüzde su ürünlerinin tüketiciye doğru bir şekilde ulaştırılması oldukça önemli bir husustur. Bunu gerçekleştirmek için çeşitli muhafaza yöntemlerinin uygulanması gerekmektedir. Bu amaçla çeşitli muhafaza yöntemleri kullanılmakta olup, ambalajlama tekniği de ürünün tazeliğini ve besin değerini kaybetmeden en az maliyetle güvenilir bir şekilde tüketiciye ulaştırılması ve tanıtılması da kullanılan ve gün geçtikçe de önemi artan bir yöntemdir (Oğuzhan ve Angiş, 2008; Kutlu vd., 2021).

2. Ambalajlama Kavramı ve Tarihsel Gelişimi

Son zamanlarda artık insanların gerek sağlık gerekse dış görünüşü açısından açık olarak satışa sunulan ürünlerin yerine ambalajlanmış ürünlere yönelim gösterdiği görülmüştür. Ambalajlama ile ürün korunmakta, dayanıklılığı artmakta, sevkiyat, depolama, kullanım kolaylığı sağlanmakta ve tüketicinin ürünü satın alması teşvik edilmektedir (Anonim, 2019; Kutlu vd., 2021).

Ambalajlar tüketici taleplerinin karşılanmasında önemli bir yere sahiptir. Ambalaj, gıdaların korunması, performansının arttırılması ve bilgi verme işlevlerinin yerine getirilmesi maksadıyla koruyucu malzeme kullanılarak standartlara uygun şekilde ürünün sarılması veya kaplara yerleştirilmesidir.

Ambalaj teknolojisindeki gelişmelere de paralel olarak çok farklı özelliklere sahip farklı ambalaj (cam, kâğıt, karton, mukavva, alüminyum, plastik) materyalleri kullanılmıştır (Öksüztepe ve Beyazgül, 2015).

Uluslararası Ambalaj Enstitüsü'nün tanımına göre ambalaj; 'ürünün etrafını saran torba, çanta, kutu, kap, tepsi, konserve kutusu, tüp, şişe veya diğer konteyner şekillerinde olabilen ve tutma, koruma, muhafaza etme, iletişim kurma (etiket), amaca uygunluk gibi fonksiyonlara sahiptir' (Anonim, 2019).

Gıda endüstrisinde ambalajın kullanımı; ürünü koruması, tanıtması, taşıması, ürünün raf ömrü hakkında bilgi vermesi ve en önemlisi tüketiciye güvenilir bir şekilde ulaştırılması açısından önemlidir. Ambalaj tüketiciye daha ürünü görmeden ürün hakkında olumlu ya da olumsuz karar vermesini sağlayacak bir unsurdur. Ambalaj sadece yapısı gereği ürünü korumakla kalmaz, aynı zamanda tüketiciyi ürünle ilgili bilgilendirir. Günümüzde ambalajlar geleneksel koruma özellikleri dışında muhafaza ettikleri ürünler için pek çok fonksiyonel özelliklere de sahiptirler (Kocatepe ve Turan, 2011; Dilber vd., 2012).

Ambalajlama işlemi doğal malzemelerle başlamış, sonrasında çömlekler ve dokunmuş ürünlerle devam etmiştir. 1900'lü yıllarda kâğıtlar ve kartonlar ambalaj materyali olarak kullanılmıştır. Daha sonra kâğıt ambalajların yerini plastikler almaya başlamıştır. Özellikle de II. Dünya Savaşı'ndan sonra plastik ambalajlar kullanılmıştır. Gıda ambalajlama ilk olarak 1809 yılında Fransa'da Nicolas Appert tarafından ısıl işlem ile gıdayı korumak maksadıyla hermetik (sızdırmaz) olarak kapatılan cam kavanozları ile başlamıştır. 1810 yılında da Peter Durand kalay teneke kutu tasarlamış ve ısıl işlem gören gıdaların saklanması amacıyla ürünü ticarileştirilmiştir. 1852 yılında Francis Wolle tarafından karton kutu yapma makinesini geliştirmiştir (Anonim, 2011).

Gıdalar oksijen, nem, ısı, ışık ve koku gibi etkenlerden ötürü mikrobiyolojik, kimyasal, fiziksel ve biyolojik bozulmalara maruz kalırlar. Bu etkenlere karşı kullanılacak olan plastik ambalaj materyalinin geçirgenlik değerinin bilinmesi ürünün kalitesi ve raf ömrü açısından önemli bir kriterdir. Plastikler gıda ambalajlamada kullanılan ilk materyal arasındadır. Kolay ve güvenli olarak bilinen bir uygulamadır. Gıda alanında uygulama ve karakteristik özellikleri nedeniyle polipropilen, sitre ve düşük-yüksek yoğunluklu polietilen olmak üzere çeşitli tipte plastikler vardır. Polipropilen vakum ambalajlar gıdayı nem, oksijen gibi etkenlerden koruyarak mikrobiyolojik ve kimyasal bozulmaların önüne geçmektedir. Plastik ambalajlar gibi cam ambalajlarda güvenli olarak bilinen bir uygulamadır. Cam ambalaj materyali içinde bulundurduğu gıda maddesinin görülebilmesinden dolayı yaygın olarak tercih edilmektedir. Bu ambalaj materyali kimyasal olarak nötr olmaları ve içine konulan ürün ile reaksiyona girmediği için bozulmalara karşı daha etkindir. Ancak ışık geçirgenliğinden

dolayı oluşabilecek zararlı etkilerden ürünü koruyamadığı için amber renkli şişelerle zararlar düşük seviyeye indirilebilir (Akyar, 2019). Ürünlerin özelliklerine göre ambalajın seçilmesi kalitenin sağlanması bakımından son derece önemlidir (Özçandır ve Yetim, 2010).

3. Ambalaj Tipleri

Ambalajlama, içerdiği ürün ile ilgili bilgi vermesinin yanı sıra ürünün raf ömrünü uzatması, depolama, raflara yerleştirme, taşıma kolaylığı ürüne albeni katması gibi birçok önemli avantajlar barındırmaktadır (Oğuzhan ve Angiş, 2008; Jin ve Choi, 2017). Günümüzde tüketiciler, zorlaşan yaşam şartları ve teknolojik gelişmelere de paralel olarak ambalajların koruma özelliğinin yanı sıra başka özelliklere de ihtiyaç duymaktadır. Özellikle de kadınların iş hayatında aktif görev almasıyla birlikte kısa sürede hazırlanan gıdalara ve pratik ambalajlara verilen önem artmıştır ve buna bağlı olarak da üretici ve tüketici istekleri doğrultusunda gıda ambalaj sektöründe yeni teknolojiler geliştirilmiştir (Karagöz ve Demirdöven, 2017).

Günümüzde yaygın olarak geleneksel yöntemler (vakum ambalajlama, modifiye atmosfer ambalajlama, sous-vide ambalajlama, kontrollü atmosferle ambalajlama) ve gelişen teknoloji ile birlikte tüketiciyi bilgilendirme, ambalaja fonksiyonel özellik kazandırma, çevreye daha az zarar veren ambalaj materyali geliştirme gibi konuların da önem kazandığı güncel yöntemler (akıllı ambalajlama, aktif ambalajlama, antimikrobiyal ambalajlama ve nanoteknoloji tabanlı ambalajlama teknolojisi) kullanılmaktadır (Kutlu vd., 2021).

Vakum Ambalajlama

Vakum ambalajlama bir tür pasif modifiye atmosfer yöntemi olup, kalitenin korunması ve raf ömrünün uzatılması amacıyla yaygın olarak kullanılan bir paketleme tekniğidir. Gıdaların saklanması, korunması, taşınması ve daha iyi görünmesini sağlamak amacıyla kullanılan tekniklerden biridir. Vakum ambalajlama, paketin içerisindeki havanın vakum yardımıyla uzaklaştırılarak yerine herhangi bir gaz doldurulmadan ağzı hava geçirmeyecek şekilde paketin kapatılması işlemidir (Budak Bağdatlı ve Kayardı, 2010; Sancar, 2016). Vakum ambalajlama ile gram negatif, aerobik, proteolitik ve kokuşmaya sebebiyet veren bakterilerin çoğalması engellenmekte, ayrıca hava ile teması minimuma indirgenerek yağların otooksidasyonunu ve ransidite oluşumu azaltılmaktadır (Gökalp vd., 2004; Amaral ve ark., 2021; Erdem vd., 2022; Zhou ve ark., 2022).

Ürünün oksijen geçirgenliği düşük bir ambalaja yerleştirilerek, içerisindeki havanın uzaklaştırılmasıyla aerobik bozulmaya sebebiyet veren olan mikroorganizma gelişimi önlenmekte ve dayanma süresi uzatılmaktadır (Bingöl,

2009; Hecer, 2012). Vakumla paketlenmiş gıdalar, tazeliklerini ve lezzetlerini geleneksel ürünlere göre 3 ile 5 kat daha uzun süre korumaktadırlar (Nagarajarao, 2016).

Vakum ambalajlama işlemi çok rahatlıkla kontrol edilebilmektedir. Üretim esnasında oluşabilecek herhangi bir hata paket içerisinde oluşabilecek hava kitlesinden kolaylıkla belirlenebilmektedir (Bağdatlı, 2008; Kontominas ve ark., 2021).

Vakum ambalajlama işleminin pek çok avantajı vardır. Pastörizasyon sonrası kontaminasyon riski yok veya düşüktür, kullanım ve taşıma kolaylığı sağlar, kimyasal koruyuculara ihtiyaç azalır, aerobik bozulma neden olan mikroorganizmaları ve depolama sırasında gıdadaki zararlı oksidatif reaksiyonların inhibisyonunu veya yavaşlamasını sağlar, üründeki ağırlık kaybı azalır, küf ve maya gibi mikroorganizmaların büyümesini engeller. (Nagarajarao, 2016; Anonim, 2022b). Dezavantajları ise anaerobik patojenlerin (*Clostridium botulinum)* gelişimine ve toksin üretimine uygun ortam sağlar, parlak kırmızı renk yok olur (Budak Bağdatlı ve Kayaardı, 2010).

Bazı balıklarda (alabalık, mezgit, somon, levrek, ringa, sardalya ve uskumru) tazeliğin ve dayanma süresinin arttırılması maksadıyla yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Özellikle de yağlı balıkların ambalajlamasında avantaj sağlamaktadır. Bunun nedeni ise yağlı balıklar O_2 varlığında kolayca otooksidasyona uğrayabilmekte ve bu paketlemeyle ortamda bulunan O_2'nin minimum düzeyde tutulması ile balığın kalitesi korunmakta ve raf ömrü artmaktadır. Vakum ambalajlama işlemi taze balıkların raf ömürlerini yaklaşık 2 kat kadar arttırabilmektedir. Ayrıca tütsülenmiş, tuzlanmış ve işlenmiş su ürünlerinin vakum ambalajlanmasıyla oksitadif ransidite ile ortaya çıkan renk problemleri de büyük ölçüde bertaraf edilebilmektedir (Onay, 2013; Kutlu vd., 2021; Mayeli ve ark., 2019; Anonim, 2022b).

Modifiye Atmosferde Ambalajlama

Çok eski zamanlardan beri Avrupa'da tanınan ve günümüzde de kullanılan bir paketlemedir. Ticari uygulamaları 1940'lı yıllarda Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'de başlarken, Türkiye'de 2000'li yıllardan itibaren kullanımı hızla artmıştır (Yaşar, 2017). Modifiye atmosfer paketleme (MAP), paketin içerisine havanın yerine belli gaz karışımlarının doldurulmasıyla elde edilen yöntemdir (Sancar, 2016). Bu tekniğin amacı; paketin içindeki oksijenin uzaklaştırılıp, farklı konsantrasyonlardaki CO_2 ve N_2 gazlarıyla doldurularak ve buzdolabı şartlarında depolanması ile ürünün solunum hızını düşürmek, enzimatik ve oksidatif bozulma tepkimelerini azaltmak ve aerobik mikroorganizmaların, proteolitik bakterilerin, maya ve küflerin gelişimlerini

geciktirmektir. Gıdaları modifiye atmosferde paketlemek, ürünün raf ömrünü uzatmasının yanında daha cazip bir görüntüye kavuşturmaktadır (Bağdatlı, 2008; Datta, 2015; Sancar, 2016; Djordjević ve ark., 2018; Milijasevic ve ark., 2019). Çabuk bozulan su ürünleri için en uygun ve en yaygın kullanımı olan paketleme tekniğidir (Kocatepe ve Turan, 2011).

MAP tekniğinin ürünün raf ömrü üzerine olan etkisi birçok özelliğe (ürünün tipine, kalitesine, gaz içeriğine, depolama sıcaklığına, hijyene, gaz/ürün hacim oranına ve paketleme materyaline) bağlı olarak değişmektedir (Kılınç ve Çaklı, 2004).

Modifiye atmosfer ile ambalajlama yönteminde karbondioksit (CO_2), oksijen (O_2) ve azot (N_2) olmak üzere 3 tip gaz kullanılmaktadır. Bu gazların iki veya üç farklı kombinasyonu ürünün ihtiyacına göre tercih edilmektedir (Bağdatlı, 2008; Milijasevic ve ark., 2019; Guo ve ark., 2020). Ayrıca pek çok gaz (karbonmonoksit, helyum, hidrojen, ozon, neon, argon, etilen oksit, propilen oksit, etanol, sülfürdioksit, klorin) dayanma süresini uzatmada kullanılmakta, fakat duyusal kayıplara sebep olmaları ve kullanımlarının ekonomik olmaması nedeniyle bu gazlar fazla tercih edilmemektedirler (Yılmaz, 2008).

Karbondioksit (CO_2), modifiye atmosfer ile paketlenmiş ürünlerde en önemli gaz olup, bakteriostatik ve fungustatik özelliklere sahiptir. Renksiz, hafif keskin kokulu, boğucu bir gaz olup, suda ve yağda çözünebilir. Balıklarda bozulmaya sebep olan *Pseudomonas, Moraxella, Acinetobacter, Flavobacterium* ve *Achromobacter* gibi Gram (-), psikrotrofik, aerobik mikroorganizmaların, küflerin ve mayaların gelişmesini önlemektedir. Karbondioksit gazının maksimum antimikrobiyal etkiyi göstermesi için MAP uygulanmış ürünlerin özellikle düşük sıcaklıklarda muhafaza edilmesi önemlidir. (Aktaş ve Kaya, 2010). Depolama sıcaklığı düştükçe gazın etkinliği artmakta, mikrobiyal faaliyet yavaşlamakta ve ürünün raf ömrü uzamaktadır (Kılınç ve Çaklı, 2004; Bağdatlı, 2008; Kocatepe ve Turan, 2011; Oğuzhan, 2011; Gökoğlu, 2020).

Oksijen (O_2), renksiz ve kokusuz bir gazdır. Aerobik bozulmaya neden olan mikroorganizmaların gelişimini artırdığından ve ransiditeye sebep olduğu için genellikle ortamdan uzaklaştırılmaktadır. Ancak oksijen seviyesinin anaerobik bakterilerin gelişimini inhibe edebilecek seviyede olması da gerekmektedir. Özellikle somon ve uskumru gibi yağlı balıklarda oksijenin varlığı problemlere neden olmakta, kırmızı et ürünlerinde ise yüksek O_2 kullanımı etin kırmızı rengini sağladığı için önemlidir. %30 civarında O_2 yağsız balıklarda su kayıplarını ve renk değişimlerini azaltmaktadır (Kılınç ve Çaklı, 2004; Bağdatlı, 2008; Oğuzhan, 2011).

Azot (N_2), suda ve yağda çözünürlüğü az olan tatsız, kokusuz ve renksiz inert bir gazdır. Ürün üzerinde antimikrobiyal etki göstermemektedir. Azot, özellikle

yağlı balıklarda oksijenin yerine kullanılarak ransiditeyi, küf gelişimini, oksidatif ve aerobik bozulmayı geciktirmektedir (Yılmaz, 2008; Onay, 2013).

Modifiye atmosferde ambalajlamanın raf ömrünü %50-400 oranında arttırma, ekonomik kayıpları azaltma, ürünün uzak mesafelere dağıtımını kolaylaştırma, dağıtım masraflarını azaltma, kimyasal koruyuculara çok az ya da hiç ihtiyaç duymam yüksek kalitede ürün sağlama gibi pek çok avantajı vardır. Dezavantajları ise maliyetinin fazla olması, sıcaklık kontrolü gerektirmesi, her ürün çeşidi için farklı gaz formülasyonu gerektirmesi, özel ekipman ve çalışma gerektirmesi, gaz karışımından etkilenmeyen ambalaj materyaline ihtiyaç duyulmasıdır (Oğuzhan, 2011; Onay, 2013; Keskin, 2019; Anonim, 2022b).

Sous-Vide Ambalajlama

Bu teknik ilk olarak 1970 yılında Fransa'da ortaya çıkmış olup "vakum altında" anlamını taşımaktadır. Teknik anlamda ise Fransa, Belçika, Amerika, Kanada ve Singapur'da kullanılmıştır. Bir ürünün ambalaj içerisinde vakumlandıktan sonra ısıya dayanıklı poşetler içerisinde vakum ambalajlanarak belirli bir sıcaklık ve zaman uygulamasıyla bir su banyosu içerisinde pastörize edilerek pişirilmesi tekniğidir. Vakum ambalajlanmış besine uygulanan ısıl işlem sayesinde gıdanın tazeliğini kaybetmeksizin uzun süre muhafaza edilmesini ve tüketiciler tarafından da kolayca ısıtılıp tüketilmesini sağlamakta, ayrıca tüketiciye soğuk zincir şartlarında sofraya ulaştırılan güvenilir, dayanıklı ve kaliteli ürünler sunmaktadır. Ürün tek başına veya lezzet vericiler maddeler (zeytinyağı, tuz, baharat, sos) eklenerek sunulabilmektedir. Bu teknik ile gıdalar daha uzun süre ve kaliteli bir şekilde yenilecekleri zamana kadar muhafaza edilebilmektedirler (Mol ve Özturan, 2009; Yıldız ve Yılmaz, 2020).

Sous-vide (vakum pişirme/paketleme) teknolojisinin aşamaları; hammaddenin temini ve hazırlığı, yan ürün ilavesi, vakum ambalajlama işlemi, pastörizasyon, hızlı soğutma, soğukta depolama, ikinci ısıtma ve servis şeklinde sıralanabilir (Uzun, 2020; Baltalı ve Akoğlan Kozak, 2021).

Bu yönteminin sağladığı avantajlar; et, tavuk, balık gibi gıdalara uygulanabilmesi, üretici ve tüketiciye zamandan tasarruf sağlaması, ekonomik olması, pratik ve zahmetsiz olması, harcanan işgücünün minimum düzeyde olması, mikrobiyal aktivite ile oluşan bozulmaların önüne geçilmesi, besin kayıplarının yok denecek kadar az olması ve yüksek ürün elde edilmesine imkân sağlamasıdır. Dezavantajları ise; kullanılan alet-ekipmanın maliyetinin yüksek olması, *C. botulinum'un* toksik etki oluşturabilmesi, ürünün kontamine olması, kalite kayıplarının olması, iyi bir soğuk zincir takibinin yapılması zorunluluğu ve kalifiye elemana ihtiyaç duyulmasıdır (Mol ve Özturan, 2009; Abel ve ark., 2022; Çalış Erümit ve Oğuzhan Yıldız, 2022).

Kontrollü Atmosfer Ambalajlama

Kontrollü atmosfer ambalajlama, ortamdaki O_2 oranı azaltılıp, CO_2 oranı yükseltilerek solunumun yavaşlatılması ve ortam koşullarının sürekli kontrol edilmesi ile atmosfer kompozisyonunun sabit tutulması işlemidir. Yüksek düzeydeki CO_2, genellikle *Staphylococcus aureus, Salmonella* spp., *Escherichia coli* ve *Yersinia enterocolitica* üzerinde inhibisyon etkisi göstermektedir. İdeal bir kontrollü atmosfer ambalajlamada; gaz geçirgenliği olmayan film kullanılmalı, paketlenecek etin hijyenik kalitesi yüksek olmalı, gaz bileşimi sürekli izlenmeli, sıcaklık kontrolü sağlanmalı, ambalaj ısıl kapatılmalı, ambalaj içerisine yeterli miktarda CO_2 verilmeli ve plastik olmayan bir tabaka içermelidir. Kontrollü atmosfer ambalajlama ile raf ömrü, aerobik koşullardaki depolamaya göre 8-13 kat arttırılabilmektedir. Kontrollü atmosfer paketleme, iyi bir dağıtım ve satış esnekliğine sahip olduğu için uzak yerlere de ihracata imkanı sağlamaktadır. Fakat, özel ekipman ve paketleme materyaline ihtiyaç duyulduğundan maliyeti de yüksektir (Budak Bağdatlı ve Kayaardı, 2010).

Aktif Ambalajlama

Aktif ambalajlama, ambalaj materyaline çeşitli bileşenlerin yerleştirilmesiyle ürünün kalitesinin en iyi şekilde muhafaza edilmesini sağlayarak raf ömrünü uzatmak, gıda güvenliğini ve duyusal özellikleri geliştirmek amacıyla uygulanan bir ambalajlama tekniğidir (Tsironi ve Taoukis, 2018). Bu tekniğin amacı doğal yollarla ürünün kalitesini ve güvenliğini arttırmaktır. Aktif ambalajlama, ambalajlanmış gıdaların kalitesini korurken, raf ömrünü uzatan ve duyusal özellikleri iyileştiren bir sistemdir (Akkemik ve Güner, 2020; Almasi ve ark., 2020).

Mikrobiyal, enzimatik ve oksidatif bozulmayı geciktirmek veya durdurmak, kontaminasyonu, ağırlık kaybını en aza indirmek ve depolama sırasında ürünlerin renk ve bütünlüğünü sağlamak için aktif paketleme sistemi kullanılmaktadır. Özellikle de et, kümes hayvanları ve balık endüstrilerinde bu amaçlar için kullanılmaktadır. Aktif paketleme, ürün güvenliğini artırmak ve istenen diğer bazı özellikleri gerçekleştirmek için paket, paketleme ortamı ve ürünün olumlu bir şekilde etkileşime girdiği bir sistemdir. Aktif olarak paketlenmiş gıda ürünlerinin tüketim anındaki kalite özellikleri, geleneksel olarak muhafaza edilen aynı gıdadan çok daha iyidir (Ahmet ve ark., 2017). Aktif paketleme teknolojisini oluşturan sistemler; oksijen tutucular, karbondioksit düzenleyiciler, nem düzenleyiciler, antioksidan kullanımı ve antimikrobiyal paketlemedir (Postoğlu, 2018).

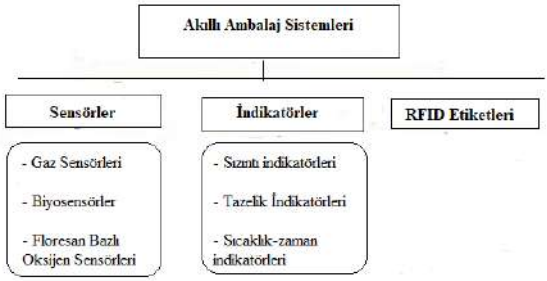
Antimikrobiyal ambalajlama; bir aktif paketleme çeşidi olup, et ve et ürünlerinin raf ömrünün arttırılmasında etkilidir. Antimikrobiyal maddelerin

kullanımı ile yüksek ürün güvenliği ve kalitesi sağlanmaktadır. Filmler, sentetik polimerler ve yenilebilir filmler olarak Antimikrobiyal materyaller olarak sınıflandırılmaktadırlar. Antimikrobiyal ambalajlama ile mikroorganizmaların gelişimi yavaşlamaktadır (Budak Bağdatlı ve Kayaardı, 2010).

Akıllı Ambalajlama

Ambalajlama teknolojisinde öne çıkan yenilikçi paketleme sistemidir. 'Akıllı' terimi, ambalajın içinde veya dışında ortaya çıkan değişikliklere cevap verebilen ve tüketiciye ürünün şartları ve durumu hakkında bilgi aktarabilmesi anlamına gelmektedir. 'Akıllı ambalaj' ise, ambalajlanmış ürünün etrafındaki çevre şartlarını izleyen madde ve materyallerdir. Akıllı ambalajlama ile gıda atıklarının önlenmesi veya azaltılması, gıda güvenliğinin sağlanması, ürün kalitesinin ve besleyici değerinin izlenebilmesi sağlanmaktadır. Akıllı ambalajlama, gıdanın ve etrafındaki çevrenin şartlarını izleyebilen madde ve materyallerdir. Taşıma ve depolama süresince ürünü ve ürünün çevresini izleyerek tazeliği ve güvenliği konusunda üretici, satıcı ve tüketiciye bilgi sağlamaktadır (Kocaman ve Sarımehmetoğlu, 2010; Suppakul, 2012; Konuk Takma ve Şahin Nadeem, 2019). Bu ambalajlar, Amerika ve Japonya'da yaygın bir şekilde kullanılmaktadırlar (Öksüztepe ve Beyazgül, 2015).

Akıllı ambalajlarda kullanılan sistemler; akıllı etiketler (barkodlar, radyo frekanslı tanımlama etiketleri) ve ambalaj indikatörlerdir (sıcaklık süre, sızıntı, tazelik indikatörleri ve sensörler) (Şekil 1). Bu sistemler ürünün izlenmesi, raf ömrünün uzaması, kalitesinin takip edilmesi gibi işlevlere sahiptir. Ülkemizde yaygın olarak kullanılan akıllı ambalaj sistemlerinden radyo frekanslı tanımlama etiketleri, gıda zincirinin ilk basamağından başlayarak en son tüketiciye ulaşıncaya kadar geçen tüm aşamalarda ürün ile ilgili bilgileri saklamaktadır. Bu teknolojinin ülkemizdeki örnekleri kargo firmaları ile başlamış olup, ürün kargolandıktan sonra alıcıya ulaşıncaya kadar ki tüm süreçte kargonun yeri belirlenebilmektedir. Aynı işlem et, tavuk ve balık ürünleri sevkiyatı yapan tüm firmalarda kullanılmıştır (Konuk Takma ve Şahin Nadeem, 2019; Akkemik ve Güner, 2020).



Şekil 1. Akıllı ambalajlarda kullanılan sistemler (Salgado ve ark., 2021).

Nanoteknoloji Tabanlı Ambalajlama

Balık ve diğer su ürünlerinin raf ömrünü uzatmak ve istenilen kalite parametrelerini muhafaza etmek için her geçen gün yeni muhafaza teknikleri geliştirilmekte ve farklı uygulamalarla beraber kullanılmaktadır. Gıda endüstrisinde de gerek enzimatik gerekse bakteriyel bozulmanın geciktirilmesi ile gıda güvenliğinin sağlanmasında farklı muhafaza ve ambalajlama metotları kullanılmaktadır. Bunlardan birisi de nanoteknoloji tabanlı ambalajlardır (Dursun vd., 2010). Nanoteknoloji gıda ambalajlaması alanında nanokompozit ambalaj malzemeleri, biyobozunur nanokompozit ambalaj malzemeleri, aktif ve akıllı nano ambalajlar olmak üzere üç farklı kategoride kullanılmaktadır (Sürengil ve Kılınç, 2011; Saka ve Terzi Gülel, 2015).

Nanokompozit ambalaj malzemeleri, nanokompozitler, bir matrisin içinde nano boyuttaki iki farklı malzemenin birleşmesi ile oluşmaktadır. Bir veya daha fazla boyutlu, 100 nanometreden daha küçük nano-malzeme içeren polimerlerdir. Polimer ısıya dayanıklı, güçlü ve yüksek bariyer malzemeleri içeren ürünlerdir. Nano parçacıklar plastik veya film içinde yayılarak nem, oksijen ve karbondioksitin gıdaya temasını engelleyecek şekilde bariyer oluştururlar. Biyobozunur nanokompozit ambalaj malzemeleri, biyobozunur polimerler yenilenebilir tarımsal hammadeler, hayvansal kaynaklar, deniz, gıda sanayi işleme atıkları ya da mikrobiyal kaynaklardan elde edilmektedir. Yenilenebilir hammaddelerin yanı sıra bu ambalaj malzemelerinde karbondioksit, su ve kaliteli gübre gibi çevre dostu biyolojik ürünler de kullanılmaktadır. Özellikle artan çevre bilinci biyolojik olarak parçalanmayan ambalaj malzemelerinin çevresel atık sorunlarına da sebebiyet vermesi biyobozunur ambalajlama materyallerinin önemini arttırmıştır. Gıdaların ambalajlamasında kullanılması ile sadece gıdanın raf ömrünü uzatmaz, plastiklerin de ambalajlamada kullanımını azaltarak çevre dostu bir ürün ortaya çıkar (Dursun vd., 2010).

Sonuç

Sonuç olarak; su ürünlerine tazeliğini koruyabilmesi ve uzun süre saklanabilmesi için bazı muhafaza tekniklerinin uygulanması gereklidir. Bu tekniklerle hem tüketicinin hayatı kolaylaşmakta, hem de kısa sürede kolayca hazırlanabilir sağlıklı ürünler sunulmaktadır. Gıdaların ambalajlanması ile yalnızca oksidatif bozulma değil, aynı zamanda da mikrobiyal bozulmaya karşı da koruma sağlanmaktadır. Günümüzde ambalajlama yöntemlerinin gelişimi ile tüketime hazır sağlıklı gıdalar elde edildiği gibi ürünün tazeliği konusunda da tüketici bilgilendirilmektedir. Özellikle de su ürünleri gibi çabuk bozulan gıdaların raf ömrünün uzatılması amacıyla uygun ambalajlama tekniklerinin seçilmesi ve uygulanması gerek üretici gerekse tüketici açısından oldukça önem arz etmektedir.

Kaynaklar

1. Abel, N., Rotabakk, B. J., Lerfall, J. 2022. Mild processing of seafood-A review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 21: 340-370.
2. Ahmed, I., Lin, H., Zou, L., Brody, A. L., Li, Z., Qazi, I. M., Tushar, R.P., Lv, L. 2017. A Comprehensive Review on the Application of Active Packaging Technologies to Muscle Foods. Food Control, 82: 163-178.
3. Akyar, G. 2019. Farklı Ambalajlama Yöntemlerinin Depolama Sırasında İsot'un Kalite Parametrelerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Şanlıurfa.
4. Aktaş, N., Kaya, M. 2010. Balıkların Bileşimi, Kalite Kriterleri ve İşlenmesi. Et ve et Ürünlerinin Kalite Kontrolü. Ed. M. Kıvanç. Anadolu Üniversitesi Yayınları, ISBN 978-975-06-0763-9, Eskişehir.
5. Amaral, R. A., Pinto, C. A., Lima, V., Tavares, J., Martins, A. P., Fidalgo, L.C., Silva, A.M., Gil, M.M., Teixeira, P., Barbos, J., Barba, F.J., Saraiva, J.A. 2021. Chemical based methodologies to extend the shelf life of fresh fish- a review. Foods. 10, 2300.
6. Akkemik, Y., Güner, A. 2020. Gıda ambalaj sistemlerinde yeni yaklaşımlar: Akıllı ambalaj sistemleri. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 13(1): 9-22
7. Almasi, H., Jahanbakhsh Oskouie, M., and Saleh, A. 2020. A review on techniques utilized for design of controlled release food active packaging. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 1-21.
8. Anonim 2011. Ambalajlama Malzemeleri. Milli Eğitim Bakanlığı. Ankara.
9. Anonim 2019. http://web.hitit.edu.tr/dersnotlari/hulyacakmak_24.02.2019_8C5O.pdf
10. Anonim 2022a. https://docplayer.biz.tr/16074013-Su-urunleri-muhafaza-yontemleri-doc-dr-abdullah-oksuz-doc-dr-senol-guzel.html
11. Anonim 2022 b. https://www.foodelphi.com/su-urunlerinde-ambalajlama-teknikleri/.
12. Bağdatlı, A. 2008. Farklı paketleme yöntemlerinin taze etin kalite özellikleri üzerine etkilerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Manisa.
13. Baltalı, B., Akoğlan Kozak, M. 2021. Sous-Vide" Tekniğinin Pişirme Süreci Kapsamında Değerlendirilmesi. Aydın Gastronomy, 5(1): 13-33
14. Bingöl, E.B. 2009. Farklı Modifiye Atmosfer Paketleme (MAP) Uygulamalarinin Devekuşu Etinin Mikrobiyolojik Kalitesi ve Raf Ömrü

Üzerine Etkileri. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Ana Bilim Dalı, İstanbul.
15. Budak Bağdatlı, A., Kayaardı, S. 2010. Et ve Et Ürünlerinde Kullanılan Paketleme Yöntemleri. Akademik Gıda, 8(2): 24-30.
16. Çalış Erümit, P., Oğuzhan Yıldız, P. 2022. Determination of shelf life of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets cooked at different combinations of temperatures using the sous vide technique. Marine Science and Technology Bulletin, 11(2): 221-230.
17. Datta, S. 2015. Recent Advancement of Packaging Technology for Fish Products. Doi:10.13140/RG.2.1.3714.5449
18. Dilber, F., Dilber, A., Karakaya,M. 2012. Gıdalarda Ambalajın Önemi ve Tüketicilerin Satın Alma Davranışlarına Etkisi (Karaman İli Örneği). Gümüşhane Üniversitesi İletişim Fakültesi Elektronik Dergisi. 3: 160-190.
19. Djordjević, J., Bošković, M., Starčević, M., Ivanović, J., Karabasil, N., Dimitrijević, M., Lazić, I.B., Baltić, M. Ž. 2018. Survival of Salmonella spp. in minced meat packaged under vacuum and modified atmosphere. Brazilian Journal of Microbiology, 49: 607-613.
20. Dursun, D., Erkan, N., Yeşiltaş, M. 2010. Doğal biyopolimer bazlı (biyobozunur) nanokompozit filmler ve su ürünlerindeki uygulamaları. Journal of FisheriesSciences.com 4(1): 50-77.
21. Erdem, M.E., Tunçtaş, N., Köstekli, B., Keskin, İ. 2022. Su Ürünlerinde Kullanılan Paketleme Yöntemleri: Vakum Paketleme, MAP, Biosensörler, Oksijen Emici Etiketler. Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi, 7(2): 128-137.
22. Gökalp, H. Y., Kaya, M. ve Zorba, Ö. 2004. Et Ürünleri İşleme Mühendisliği. Atatürk Üniversitesi Yayın No: 320, Ders Kitapları Serisi No: 70, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, 561 s, Erzurum.
23. Gökoğlu, N. 2020. Innovations in Seafood Packaging Technologies: A Review. Food Revıews Internatıonal, 36(4): 340-366.
24. Guo, Y., Huang, J., Chen, Y., Hou, Q., Huang, M. 2020. Effect of grape seed extract combined with modified atmosphere packaging on the quality of roast chicken. Poultry Science, 99(3): 1598–1605.
25. Hecer, C. 2012. Et Teknolojisinde Ambalajlama Yöntemleri. Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 31: 57-61.
26. Jin, S. K., Choi, J. S. 2017. Effect of packaging methods on quality characteristics of fermented dry-cured hams during cold storage at 4°C. Journal of Food Measurement and Characterization, 11(4): 2052-2060.

27. Karagöz, Ş., Demirdöven, A. 2017. Gıda Ambalajlamada Güncel Uygulamalar: Modifiye Atmosfer, Aktif, Akıllı ve Nanoteknolojik Ambalajlama Uygulamaları. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, 6(1): 9-21.
28. Keskin, İ. 2019. Farklı Paketleme Tekniklerinin Hamsi (*Engraulis encrasicolus* L., 1758) Marinatı Üzerine Uygulanabilirliği ve Kalitelerinin İncelenmesi. Doktora Tezi, Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, Sinop.
29. Kılınç, B., Çaklı, Ş. 2004. Su Ürünlerinin Modifiye Atmosferde Paketlenmesi. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 21(3-4): 349- 353.
30. Kocatepe, D., Turan, H. 2011. Su ürünlerinin muhafazasında modifiye atmosfer paketleme teknolojisinin kullanımı. Gıda, 36(4): 233-240.
31. Kocaman, N., Sarımehmetoğlu, B. 2010. Gıdalarda akıllı ambalaj kullanımı. Veteriner Hekimler Derneği Dergisi, 81(2): 67-72.
32. Kontominas, M. G., Badeka, A. V., Kosma, J. S., Nathanailides, C. I. 2021. Recent developments in seafood packaging Technologies. Foods, 10: 940.
33. Konuk Takma, D., Şahin Nadeem, H. 2019. Gıdalarda akıllı ambalajlama teknolojisi ve güncel uygulamalar. Gıda, 44 (1): 131-142.
34. Kutlu, N., Ceylan, Z., Ekin, M.M., Meral, R. 2021. Geleneksel ve Yenilikçi Paketleme Teknolojileri: Balıketi Muhafazasında Potansiyel Kullanımı. Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 6(1): 78-94
35. Mayeli, M., Mehdizadeh, T., Tajik, H., Esmaeli, F., & Langroodi, A. M. 2019. Combined impacts of zein coating enriched with methanolic and ethanolic extracts of sour orange peel and vacuum packing on the shelf life of refrigerated rainbow trout. Flavour and Fragrance Journal, 34(6): 460-470.
36. Milijasevic, J. B., Milijasevic, M., Djordjevic, V. 2019. Modified atmosphere packaging of fish-an impact on shelf. The 60th International Meat Industry Conference MEATCON2019, 333, 012028.
37. Mol, S., Özturan, S. 2009. Sous-vide teknolojisi ve su ürünlerindeki uygulamalar. Journal of FisheriesSciences.com, (1): 68-75.
38. Nagarajarao, R. C. 2016. Recent advances in processing and packaging of fishery products. A Review. Aquatic Procedia, 201-213.
39. Oğuzhan, P., Angiş, S. 2008. Su Ürünlerinin Paketlenmesi. Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs 2008, Erzurum.
40. Oğuzhan, P. 2011. Sıcak Tütsülenen Gökkuşağı Alabalığ (*Oncorhynchus mykiss*) Filetoları Üzerine Modifiye Atmosferde Ambalajlamanin Etkisi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.

41. Onay, R.T. 2013. Modifiye Atmosfer Paketleme Uygulanan Midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*, Lamarck 1819) Buzdolabı (4±2ºC) Koşullarında Raf Ömrü. Yüksek Lisans Tezi, Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, Sinop.
42. Öksüztepe, G., Beyazgül, P. 2015. Akıllı ambalajlama sistemleri ve gıda güvenliği. Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi, 29(1): 67-74.
43. Özçandır, S., Yetim, H. 2010. Akıllı Ambalajlama Teknolojisi ve Gıdalarda İzlenebilirlik. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 5(1): 1-11.
44. Öztürk, E. 2022. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. https://www.foodelphi.com/su-urunleri-isleme-teknolojisi-ogr-gor-ekrem-ozturk/
45. Postoğlu, E. 2018. Aktif Ambalajlama ve Modifiye Atmosfer Paketleme Uygulamalarının Dilimlenmiş Ekmeğin Raf Ömrüne Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
46. Saka, E., Terzi Gülel, G. 2015. Gıda Endüstrisinde Nanoteknoloji Kullanımı. Etlik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi, 26 (2): 52-57.
47. Salgado, P. R., Di Giorgio, L., Musso, Y. S., Mauri, A. N. 2021. Recent developments in smart food packaging focused on biobased and biodegradable polymers. Frontiers in Sustainable Food Systems, 5: 125.
48. Sancar, T. 2016. Farklı Paketleme Yöntemlerinin Buzdolabı Koşullarındaki Etsiz Çiğ Köftenin Dayanma Süresine Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Afyonkarahisar.
49. Sürengil, G., Kılınç, B. 2011. Gıda-ambalaj sektöründe nanoteknolojik uygulamalar ve su ürünleri açısından önemi. Journal of FisheriesSciences.com, 5(4): 317-325.
50. Suppakul, P. 2012. İntelligent Packaging. Handbook of Frozen Food Processing and Packaging. 835-858.
51. Şahin, K. 2019. Su Ürünleri ve Sağlık. II. Gıda ve Sağlıklı Beslenme Sempozyumu Raporu. Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları, TÜBA Raporları No: 31, Ankara.
52. Tsironi, N. T., Taoukis. P. S. 2018. Current Practice and Innovations in Fish Packaging. Journal of Aquatic Food Product Technology, 27(10): 1024-1047.
53. Uzun, T. 2020. Tüketime Hazır Vakum Paketlenmiş Farklı Dana Eti Parçalarının Fiziko-Kimyasal, Tekstürel ve Duyusal Özellikleri Üzerine Pişirme Metodlarının Etkisi. Doktora Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Afyonkarahisar.
54. Yaşar, A. 2017. Kirazda hasat sonrası salisilik asit uygulaması ve modifiye atmosfer paketlemenin muhafaza süresi ve kalite üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Konya.
55. Yıldız, M., Yılmaz, M., 2020. Sous Vide Technique in Turkish Literature. Journal of Tourism and Gastronomy Studies, 8(3): 2318-2336.
56. Yılmaz, N. 2008. Modifiye atmosferde paketleme ve ışınlamanın pişirmeye hazır köftelerin mikrobiyal kalitesi ve güvenliği üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
57. Zhou, X., Hu, W., Li, J., Iqbal, A., Murtaza, A., Xu, X., Pan, S. 2022. High-pressure carbon dioxide treatment and vacuum packaging alleviate the yellowing of peeled Chinese water chestnut (*Eleocharis tuberosa*). Food Packaging and Shelf Life, 34: 100927.

TÜRKİYE DE BİLDİRİMİ ZORUNLU OLAN SU HAYVANLARI HASTALIKLARI

Selçuk DUMAN[1]
İbrahim CENGİZLER[2]

[1]Doç. Dr., Çukurova Üniversitesi, İmamoğlu Meslek Yüksekokulu, Su Ürünleri Bölümü, Adana, TÜRKİYE. sduman@cu.edu.tr. orcid: 0000-0002-6771-3385
[2]Prof. Dr., Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Adana, TÜRKİYE. icengiz@cu.edu.tr. orcid: 0000-0003-0929-7640

GİRİŞ

Ülkemiz balıkçılık endüstrisi açısından işletme sayısı, ihracat ve üretim yönünden dünya ülkeleri arasında önemli bir noktada bulunmaktadır (Kaplan ve Karaoğlu, 2018). Ülkemizde su ürünleri yetiştiriciliğinde ekonomik kayıpların en büyük nedenini hastalık sorunları oluşturmaktadır. Yetiştirilen türler genellikle bulaşıcı hastalıkları yabani türlerden alırlar ve karşılığında bulaşıcı ajanları yabani türlere ihraç edebilirler. Sonuç olarak, çiftlik konakçılarındaki çoğu bulaşıcı hastalık, çevredeki sularda yaşayan yabani türlerden gelebilmektedir (Lafferty ve ark., 2015). Ülkemiz su ürünleri sektöründe üretimin sürdürülebilir olması için yetiştiriciliğin yanı sıra, salgın hastalıklarla mücadele de oldukça önem arz etmektedir.

Türkiye de bildirimi zorunlu olan su hayvanları hastalıkları 22 Ocak 2011 tarih ve 27823 sayılı resmi gazete yayınlanan "İhbarı Mecburi Hayvan Hastalıkları ve Bildirimine İlişkin Yönetmelik" kapsamında belirlenmiştir.

EPİZOOTİK HEMATOPOETİK NEKROZ (EPİZOOTİC HAEMATOPOİETİC NECROSİS)

Epizootik Hematopoietik Nekroz Virüsü (EHNV), çiftlik Gökkuşağı alabalıklarını ve tatlı su levreğinin (Redfin perch) doğada bulunan popülasyonlarını etkilediği bildirilen bir iridovirüsdür (Ahne ve ark., 1997). Bununla birlikte, Silver Perch, Macquarie Perch, Gökkuşağı alabalığı, tatlı su Kedi balığı, Mountain Galaxias, Eastern Gambusia, Murray Cod (Morina) ve Golden Perch laboratuvar denemelerinde EHNV enfeksiyonuna karşı duyarlılık göstermiştir (Ahne ve ark., 1997). Yavru balıklar virüsten daha çabuk etkilenebilmektedir. Bu virüs balıklara vücut yüzeyinden veya gastrointestinal sistem yolu ile girer, dalak ve böbrek gibi hematopoietik organlarda çoğalır ve sonrasında ise ölümlerine neden olur. Ayrıca karaciğer de virüsten etkilenebilmektedir. Enfekte balıkların çoğu genel olarak dalak ve böbreğin hematopoietik dokusunun yıkımı nedeniyle bu hastalığa karşı koyamaz ve ölürler (Langdon, 1989). EHNV, insanlar için bir tehdit oluşturmamaktadır. Ölmek üzere olan balıklar klinik olarak genellikle koyu renkli, iştahsız ve bazen de ataksik olabilmektedir. Lezyonlar arasında abdominal distansiyon, dalak ve böbrekte şişkinlik, nadiren karaciğerde soluk odaklar mevcuttur (Reddacliff ve Whittington, 1996).

EPİZOOTİK ÜLSERATİF SENDROM (EPİZOOTİC ULCERATİVE SYNDROME)

Epizootik Ülseratif Sendrom (EUS) nehir ağzı balıklarında, yabani ve çiftlik tatlı su balıklarında mevsimsel olarak görülen ve önemli düzeyde zarara neden

olan bir hastalıktır (Afzali, 2014). Hastalık ilk olarak 1971'de Japonya'da çiftlik Ayu tatlısu balığında (*Plecoglossus altivelis*) tanımlandı. 1972'de ise EUS benzeri bir durum, Avustralya'daki nehir ağzı balıklarını, özellikle kefal türünü (*Mugil cephalus*) etkiledi (Egusa ve Masuda, 1971; (McKenzie ve Hall, 1976; Kamilya ve Baruah, 2014). Bu iki ilk salgından sonra hastalık, Asya-Pasifik bölgesine ve Kuzey Amerika'ya kademeli olarak yayılmıştır. Epizootik ülseratif sendrom, balıklarda şiddetli deri ve kas ülserasyonu ile kendini gösteren ve yüksek mortaliteye neden olan bir hastalıktır. Saprolegniacea familyasına ait akuatik mantar *Aphanomyces invadans* EUS'ye neden olan ajan olarak tanımlanmıştır (Afzali, 2014). Son zamanlarda, özellikle Afrika ve Avustralya'dan bazı yeni balık türlerinin EUS'ye duyarlılığı kaydedilmiştir. Hemen hemen tüm tatlı su ve acı su balıkları enfekte olabilir. 100'den fazla balık türünün EUS'den etkilendiği bildirilmiştir (Kamilya ve Baruah, 2014). Hareketli sporlar balığın derisine tutunduktan sonra uygun koşullarda gelişmeye başlar ve hifleri balığın derisini, kas dokusunu istila ederek iç organlara ulaşabilmektedir (Lilley ve ark. 1998).

VİRAL HEMORAJİK SEPTİSEMİ (VHS)

Viral hemorajik septisemi (VHS), özellikle gökkuşağı alabalığı popülasyonlarında çok büyük kayıplara neden olabilen bir balık hastalığıdır. Daha önce türe özgü olduğu düşünülse de, son çalışmalar ile turna balığı, alabalık, grayling, kalkan ve ringa balığı gibi diğer somon balığı olmayan balık türlerinin de VHS ile ölümcül şekilde enfekte olabileceği bildirilmiştir (Meier ve ark., 1994). Özellikle yavru balıklarda ve diğer pazarlanabilir balıklarda yaşamlarının ilk yılında %80 ila %100 kayıplara neden olabilmektedir. Hastalığa neden olan ajan ilk olarak yavru alabalık yumurtalıklarından elde edilen hücre kültürlerinde izole edildi ve daha sonra elektron mikroskobu ile rabdoviral etiyoloji gösterilmiştir (Jensen, 1963; Zwillenberg ve ark., 1965). VHS'nin etken ajanı ilk olarak 1963'te izole edilen rabdovirüs ailesinin bir *Lyssavirus*'ü olan Egtved virüsüdür. VHSV, 25°C'nin üzerindeki sıcaklıklara ve çok çeşitli dezenfektanlara karşı duyarlıdır (Olesen, 1998). Klinik belirtiler arasında egzoftalmi, şişmiş karın, periton boşluğunda sıvı, soluk karaciğer ve böbreğin beyaz görünümü yer alır (Ross ve ark., 1995).

BEYAZ BENEK HASTALIĞI (WHİTE SPOT DİSEASE)

Ichthyophthirius multifiliis paraziti “beyaz benek hastalığına" neden olan siliat’lı (kirpikli) bir protozoondur. Bu hastalık, akvaryum balığı ve ticari balık üreticileri için dünya çapında büyük bir sorundur. Hastalık oldukça bulaşıcıdır ve bir balıktan diğerine hızla yayılır. Stok yoğunluğunun yüksek olduğu havuzlarda

özellikle şiddetli olabilir (Xueqin ve ark., 2012). Pek çok protozoan basit bir bölünme ile ürerken, tek bir *Ichthyophthirius multifiliis* organizması yüzlerce yeni parazite dönüşebilir. Bu organizma zorunlu bir parazittir, yani canlı balık olmadığı sürece hayatta kalamaz. Tedavi edilmez ise kısa sürede %100'e varan yüksek ölüm oranlarına ulaşabilir. (Francis-Floyd ve Reed, 1991). Bu hastalık salgını, acil tedavi gerektiren önemli bir durumdur. Bu enfeksiyonunun klasik belirtisi, deride veya solungaçlarda küçük beyaz lekelerin varlığıdır. Bu lezyonlar, balığın derisinde veya yüzgeçlerinde küçük kabarcıklar gibi görünür. Beyaz noktaların ortaya çıkmasından önce, balıklarda irritasyon, etrafındaki objelere sürtünme, halsizlik, iştahsızlık ve azalmış aktivite belirtileri gösterebilir. Parazit sadece solungaçlarda bulunuyorsa beyaz benekler hiç görülmez fakat ani ölümler olur. Bu balıklarda solungaçlar solgun ve çok şişkin olabilir. Beyaz noktalar tek tanı aracı olarak kullanılmamalıdır çünkü diğer hastalıklar da benzer semptomlar gösterebilir (Francis-Floyd ve Reed, 1991).

SARIBAŞ HASTALIĞI (YELLOWHEAD DİSEASE)

Sarı baş hastalığına neden olan Yellow Head Virüsü (YHV), *Penaeus monodon*'da çok yüksek mortalite oranı ile sonuçlanan akut enfeksiyonlara neden olabilmektedir. (Wongteerasupaya ve ark., 1995). Yellow Head Virüsü bir RNA virüsüdür, ağırlıklı olarak 5-15 g ağırlığındaki yavruları ve yetişkin olmayan karidesleri etkilemektedir (Sánchez-Barajas ve ark., 2009). İlk olarak Tayland'ın orta kesimlerinde göletlerde yetiştirilen siyah kaplan karidesi *Penaeus monodon*'da 1990 yılında yeni bir hastalık sendromu olarak 'sarı kafa'nın ortaya çıktığı kaydedilmiştir (Limsuwan, 1991). Bu sendrom dorsal sefalotoraks bölgesinin açık sarı rengine ve etkilenen karidesin genellikle soluk veya ağartılmış görünümüne dayanarak adlandırmıştır. Sefalotoraks bölgesindeki sarı renk, ölmek üzere olan karideste yarı saydam kabuktan görünen altta yatan sarı hepatopankreastan kaynaklanmanktadır (Chantanachookin ve ark., 1993). Limsuwan'a (1991) göre, bu sendrom havuzda yetiştirilen 5 ila 15 g büyüklüğündeki karideslerde görülmektedir. İlk başta, karidesler birkaç gün boyunca anormal derecede yüksek bir oranda yem tüketmeye başlar. Sonra tamamen yem almayı bırakırlar ve bıraktıktan sonraki 1 gün içinde havuz, gölet kenarında yüzeye yakın, ölmek üzere olan birkaç karides yavaşça yüzer gibi görünür. Bu karidesler, yukarıda açıklandığı gibi açık sarı bir sefalotoraksa sahiptir ve birkaç saat içinde ölürler. Ertesi gün, benzer şekilde etkilenen karideslerin sayısı önemli ölçüde artar ve ölmek üzere olan karideslerin ilk ortaya çıkışından sonraki üçüncü gün, mortalite hemen hemen %100'e ulaşır. Havuzun kenarlarında ölü karidesler bulunur ve havuzun tüm tabanına eşit şekilde yayılır (Chantanachookin ve ark., 1993).

TAURA SENDROMU (TAURA SYNDROME)

Penaeid karidesinin Taura sendromu (TS) ilk olarak 1992 yılında Jimenez tarafından Taura nehri (Guayas eyaleti, Ekvador) ağzına yakın karides çiftliklerinden toplanan *Penaeus vannamei* örneklerinde tanımlanmıştır. Enfekte karideslerde vücut yüzeyindeki kutiküler epitelde ve özellikle kızarık telsonda multifokal nekroz görülebilmektedir. Nekrotik odaklar, hücresel yıkım, piknotik ve karyorektik çekirdekler ve ayrıca lezyona "iri saçma" görünümü veren hafif ila yoğun lekeli, intrasitoplazmik ve hücreler arası inklüzyonlar içermektedir (Tu ve ark., 1999). Taura sendromuna (TS) neden olan ajanın 1994 yılında doğada viral olduğu kabul edildi ve geçici olarak Picornaviridae veya Nodaviridae familyasına ait olarak sınıflandırıldı. Enfekte kütiküler epitel hücrelerinin sitoplazmasında yer alan virüsün Picornaviridae familyasına dahil edilmesi önerilmiştir (Bonami ve ark., 1997). Ayrıca Robles-Sikisaka ve ark. (2001), Taura syndrome Virus'in genom organizasyonunun böcek picornavirüslerine benzer olduğunu bildirmiştir.

BALIKLARIN ENFEKSİYÖZ HEMATOPOETİK NEKROZİSİ (INFECTIOUS HAEMATOPOIETIC NECROSIS) (IHN)

Enfeksiyöz hematopoietik nekroz (IHN), özellikle kayıpların yüksek olabileceği yavru balıklar arasında alabalıkların en önemli viral hastalıklarından biridir (Winton, 1997). Enfeksiyöz hematopoietik nekroz virüsü (IHNV), genel olarak somon ve alabalık patojeni olarak bilinen ve önemli düzeyde mortaliteye neden olan Novirhabdovirus cinsinden, Rhabdoviridae ailesinin bir üyesidir. Bu virüs, kuluçkahanelerdeki yavru balıkların giderek artan yıkıcı kayıplarından sorumludur (Bootland ve Leong, 2011). Enfekte balıklarda genel olarak derinin koyulaşması, boş bağırsak, asitik sıvı, soluk solungaçlar, ekzoftalmi, peteşiyal kanamalar gibi belirtiler görülebilmektedir (Dixon ve ark., 2016). Mevcut bilgilere göre, duyarlı tatlı su balığı türlerinin enfekte olması için en iyi koşullar, su sıcaklıklarının 10–12 °C arasında olduğu zamanlardır. Deniz ortamında ise, IHNV bazı türlerde tespit edilmiş olmasına rağmen, klinik hastalığın tanımlandığı en uygun tür olan tek tür Atlantik somonudur (Dixon ve ark., 2016).

ENFEKSİYÖZ SOMON ANEMİSİ (INFECTİOUS SALMON ANAEMİA)

Enfeksiyöz somon anemisi (ISA), ilk kez 1984 yılında Norveç'te denizde bulunan bir balık çiftliğindeki Atlantik somonunda (*Salmo solar*) kaydedilen viral bir hastalıktır. Hastalık sadece Atlantik somonunda doğal koşullar altında tespit edilmiştir. Son aşamadaki hastalıklı balıklar ciddi şekilde anemiktir, bu

nedenle hastalığın adı budur (Thorud ve Djupvik, 1988; Rimstad ve ark., 2011). Dış bakıda ekzoftalmi ve soluk görünümlü solungaçlarla karakterizedir. Ayrıca bulgular arasında asitik sıvı, karaciğer ve dalakta büyüme ve konjesyon, ön bağırsakta konjesyon, visseral ve subperitoneal yağ bölgesinde peteşi sayılabilmektedir. Mikroskobik incelemede genellikle hemorajik karaciğer nekrozu ve dalak, böbrek ve ön bağırsakta konjesyon saptanır (Mullins ve ark., 1998).

PERKİNSUS MARİNUS ENFEKSİYONU (INFECTİON WİTH PERKİNSUS MARİNUS)

Perkinsus marinus, Chesapeake Körfezi'nin güneyinde ABD'nin Atlantik kıyısı boyunca ve Meksika Körfezi boyunca doğu bölgesi istiridyeleri *Crassostrea virginica*'da önemli bir hastalığa neden olan bir protozoan parazittir. Bu istiridyeleri 20°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda öldüren bir sıcak mevsim hastalığıdır (Andrews, 1988). Patojen, aktif olmak için en az %12-15 tuzluluk gerektirir, ancak kış ve ilkbaharda düşük sıcaklıklar ve tuzluluklar meydana geldiğinde bile varlığını sürdürebilmektedir (Burreson ve Ragone Calvo, 1996). Enfeksiyonların çoğu, parçalanan ölü istiridyelerinin yakınındaki diğer canlı istiridyeler tarafından alınır. Muazzam prezoosporangia popülasyonları deniz sularına salınır ve sonunda yakınlarda bulunan istiridyeler tarafından yutulduğunda enfektif olan binlerce zoospor üretilir (Soudant ve ark., 2013).

MİCROCYTOS MACKİNİ ENFEKSİYONU (INFECTİON WİTH MİCROCYTOS MACKİNİ)

Microcytos mackini'ni taksonomik bağlantıları bilinmeyen bir protozoa'dır. Filogenetik analizler, *Microcytos mackini*'nin bir bazal ökaryot olabileceğini, ancak neredeyse kesin olarak bilinen diğer protistan taksonlarıyla yakından ilişkili olmadığını öne sürmektedir (Carnegie ve ark., 2003). Pasifik istiridyesi (*Crassostrea gigas*), doğu istiridyesi (*Crassortrea virginica*), Avrupa yassı istiridyesi (*Ostrea edulis*) ve Olympia istiridyesi (*Ostrea lurida*) enfeksiyona duyarlıdır. Geoduck istiridyesi (*Panope abrupta*) ve Manila istiridyesi (*Venerupis philippinarum*) ise enfeksiyona dirençlidir (Bower ve ark., 1997; Meyer ve ark., 2008). Mikrocytos mackini genellikle tüm organların veziküler bağ dokusu hücrelerinin ve addüktör kas liflerinin sitoplazmasında bulunur, ancak aynı zamanda hemositlerde ve sindirim bezinin epitelinde de gözlenmiştir (Chong, 2022).

MARTEİLİA REFRİNGENS ENFEKSİYONU (INFECTİON WİTH MARTEİLİA REFRİNGENS)

Marteilia refringens enfeksiyonu, midye ve istiridye dahil olmak üzere birçok çift kabuklu türün sindirim sistemini etkileyen bir protozoan parazittir. Hastalık genellikle yüksek ölüm oranı, düşük büyüme hızı ve ağzı açık bırakma yoluyla tanımlanabilir. Genel patolojik belirtiler ise, kötü kondisyon ve zayıflama, soluk sindirim bezi, gonad gelişiminin engellenmesi şeklindedir. Mikroskobik patolojik belirtiler ise doku nekrozu biçiminde olabilmektedir (Alderman, 1979; Arzul ve ark., 2014). Parazit sporlanması ve bulaşması için sıcaklık eşiği 17°C'dir, ancak bunun diğer çevresel faktörlerle değiştiği düşünülmektedir. En yüksek kümülatif ölümler genellikle yaz ve sonbaharda meydana gelebilmektedir. Ayrıca, *Marteilia reringens*'in yaşam döngüsü boyunca birkaç ara konak veya serbest yaşam aşamasının gerekli olduğu düşünülmektedir (Alderman, 1979).

BONAMİA OSTREAE ENFEKSİYONU (INFECTİON WİTH BONAMİA OSTREAE)

Bonamia ostreae, Haplosporidia filumunda yer alan ve kabuklu deniz hayvanlarında, özellikle de Avrupa düz istiridyesi *Ostrea edulis*'te ölümcül enfeksiyonlara neden olabilen parazitik bir Rhizaria'dır. İstiridyelerde enfeksiyon nadiren klinik hastalık belirtileri ile sonuçlanır ve genellikle enfeksiyonun tek göstergesi artan ölüm oranıdır (Culloty ve ark., 1999). Hemositlerin sistemik enfeksiyonu, istiridyeyi hayatta kalmak için gerekli olan enerjiden etkin bir şekilde mahrum bırakır. Enfeksiyonla savaşırken, hayvan sonunda yorgunluktan ve açlıktan ölür. Genellikle 12-20°C su sıcaklıklarında yüksek oranda mortalite meydana gelir. Patolojik belirtiler şunlardır, genel olarak kötü durum, aşınmış görünen solungaçlar, solungaçlarda ve mantoda sarı renk değişikliği. Mikroskobik patolojik belirtiler ise şunlardır, solungaç ve mantonun bağ dokusunda, mide ve bağırsak çevresindeki vasküler sinüslerde mikro hücre parazitleri içeren yoğun hemosit infiltrasyonları. Ayrıca, solungaçların bağ dokularında, mantoda ve sindirim bezinde perfore ülserler ile geniş lezyonlar görülür (Cochennec-Laureau ve ark., 2003).

BONAMİA EXİTİOSA ENFEKSİYONU (INFECTİON WİTH BONAMİA EXİTİOSA)

Bonamia exitiosa, bazı istiridye türlerinin hemositlerini enfekte eden, fizyolojik bozukluklara ve sonunda hayvanın ölümüne neden olan bir Haplosporidia protozoan parazitidir. *Bonamia exitiosa* enfeksiyonu, Yeni Zelanda ve South Island çevresindeki diğer yerlerde, Avustralya, Tazmanya ve Galiçya'da (İspanya) görülmüştür (Cranfield ve ark., 2005). *B. exitiosa*, intrahemositik bir protozoandır, ancak hücre dışı olarak da gözlemlenebilir. Bu

intrahemositik protozoan hızla sistemik hale gelir ve farklı organlarda, özellikle solungaçların ve mantonun bağ dokularında bulunabilir (Hine, 1991). 7°C'nin altında ki veya 26°C'nin üzerinde ki sıcaklıklara, tuzluluğa (%40), açlığa, dokunmaya veya diğer parazitlerle ağır enfeksiyona maruz kalma gibi stres faktörlerinden kaçınmak ve yoğunluğu azaltmak, hastalığın etkisini azaltmaya yardımcı olacaktır (Engelsma ve ark., 2014).

KOİ HERPES VİRUS HASTALIĞI (KOİ HERPES VİRUS DİSEASE)

Koi herpes virüs hastalığı, sazan (*Cyprinus carpio*) ve diğer sazan çeşitlerinin viral bir hastalığıdır. Hastalık 16˚C ve daha yüksek su sıcaklıklarında görülür, oldukça bulaşıcıdır ve %100'e varan ölüm oranlarına neden olabilir. Enfekte balıklar virüsü dışkı, idrar, solungaçlardan ve deriden mukus salgısı yolu ile yayarlar. İlk olarak 1998 yılında İsrail ve ABD'de koi ve sazan salgınlarının ardından ABD'de izole edilmiştir. (Pokorova ve ark., 2005). Etkilenen balıklar iştahsız olurlar ve ölümden önce dengesiz yüzerler. Hastalığın en tutarlı belirtisi renk değişikliği, solunum sıklığında artış, şişkin solgun ve tahrip olmuş solungaçlar, ayrıca deri lezyonlarıdır (Oh ve ark., 2001). Karaciğer, dalak, böbrek ve gastrointestinal sistemin mikroskobik incelemeleri, parankima hücrelerinin nekrozunu ve sindirilmiş hücresel artıkları içeren çok sayıda makrofajı göstermiştir. Histolojik bulgular solungaç epitelinde dejeneratif ve nekrotik değişikliklerle kitlesel proliferasyonları ve enfekte hücrelerde intranükleer inklüzyonları ortaya koymaktadır (Hedrick ve ark., 2000).

SAZANLARIN BAHAR VİREMİSİ (SPRİNG VİRAEMİA OF CARP) (SVC)

Sazanların bahar viremisi, sazan balıklarını (*Cyprinus carpio*) başta olmak üzere sazan varyetelerini etkileyen çevresel ve ekonomik açıdan önemli bir hastalıktır. Bu hastalığa neden olan ajan, Rhabdoviridae familyasının Vesiculovirus cinsinin bir üyesidir. Hastalık Avrupa, Amerika ve bazı Asya ülkelerinde endemiktir ve etkilenen balıklarda önemli morbidite ve mortaliteye neden olur. Bu enfeksiyonda genellikle ekzoftalmi; abdominal şişlik; deri, solungaçlar, gözler ve iç organlarda peteşiyal kanama; solungaç lamellerinin dejenerasyonu; şiş ve kaba dokulu bir dalak; hepatik nekroz; enterit ve perikardit görülebilmektedir (Ashraf ve ark., 2016). Sazanlar üzerinde yapılan araştırmalarda, su sıcaklığının 17 °C ve üzerinde olduğunda çok az sayıda yetişkin balığın enfekte olduğunu, ancak yavru balıkların 22–23 °C'de bile enfekte olabileceğini göstermiştir. Morbidite ve mortalite ile ilişkili diğer risk faktörleri arasında balık yoğunluğu, coğrafi konum, balık türleri ve duyarlı balıkların bağışıklık durumu yer alabilmektedir (Ahne, 1986).

KEREVİT VEBASI (CRAYFİSH PLAGUE)

Kerevit vebası, kerevitlerde Oomycetes sınıfından dermatonörotropik *Aphanomyces astaci* isimli mantarın sebep olduğu bir hastalıktır. Duyarlı kerevitlerde %100 ölümle sonuçlanan, akut ve kronik seyredebilen, bulaşıcı, ekonomik açıdan çok büyük zararı dokunan bir mantar hastalığıdır (Bower ve ark., 1994). *Aphanomyces astaci* enfeksiyonunun erken evrelerinde çok az belirti eşlik eder ve enfeksiyonun ilk belirtisi ölüm olabilir. Daha sonraki aşamalarda, kuyruk kasları beyazlaşmış veya kan hücrelerinin hifleri kapsüllediği yerlerde kahverengimsi kırmızı görünebilir. Oomycete'deki nörotoksinlerin etkileri, gündüz ortaya çıkmalarını (kerevit tipik olarak gece hareketlidir) ve koordinasyon eksikliğini içerebilir (Buller, 2004). *Astacus astacus*, *Cambaroides japonicus*, *Procambarus clarkii*, *Cherax papuanus*, *Austropotamobius pallipes*, *Austropotamobius torrentium* ve *Astacus leptodactylus* gibi Avrupa, İngiltere, Yeni Gine, Japonya ve Avustralya orijinli tatlı su kerevitleri hastalığa karşı hassastır (Alderman, 2000).

BAKTERİYEL BÖBREK HASTALIĞI (BAKTERİAL KİDNEY DİSEASE) (BKD)

İlk olarak 1933'te İskoçya'daki Spey ve Dee nehirlerindeki vahşi Atlantik salmon popülasyonlarında bildirilen kronik bir bakteriyel bir hastalık olan Bakteriyel böbrek hastalığı (BKD), *Renibacterium salmoninarum* bakterisinin neden olduğu sistemik bir enfeksiyondur. Daha sonra, Kuzey ve Güney Amerika, Avrupa ve Japonya'da hem vahşi hem de çiftlik alabalık popülasyonlarında BKD bildirilmiştir (Fryer ve Sanders, 1981). Pasifik somonunda %80'e, Atlantik somonunda %40'a varan ölüm oranına neden olduğu bilinmektedir. Enfekte balık veya su ile horizontal olarak ve enfekte anaç yumurtalarından ise vertikal olarak bulaşabilir (Wiens, 2011). Enfekte balıkların dışkıyla bakteri yaydığı düşünülmektedir. Deneysel kanıtlar, canlı bakterilerin balık dışkısında ve tortuda birkaç hafta yaşayabildiğini göstermektedir. Enfekte balıklar çok çeşitli klinik belirtiler gösterir, ancak bazıları hastalık belirtisi göstermez, asemptomatiktir. Klinik belirtiler arasında; uyuşukluk, ciltte koyulaşma, dışa çıkıntılı gözler (egzoftalmi), anemi, şişmiş karın, yanlarda kanla dolu kabarcıklar ve hemaroji bulunur. Bunun dışında, karın boşluğunda sıvı bulunması, bazen beyaz/gri lezyonlarla şişmiş böbrekler ve iç organlar üzerinde yaygın beyaz membranlar yer alır. Mikroskobik olarak ise bakteriler sıklıkla böbrekteki granülomatus lezyonlarında ve ayrıca içinde hayatta kalabildikleri ve çoğalabildikleri beyaz kan hücrelerinde (makrofajlar) görülebilmektedir (Wiens, 2011).

KAYNAKLAR

1-Alderman, D. J. (2000). *Aphanomycosis of crayfish: crayfish plague*. A Report Prepared for The Environment Agency and English Nature, W2-064, CEFAS

2-Afzali, S. F. (2014). *Isolation, Characterization and Pathogenicity of Epizootic Ulcerative Syndrome-related Aphanomyces Toward an Improved Diagnostic Technique* (Doctoral dissertation, Universiti Putra Malaysia).

3-Ahne, W. (1986). The influence of environmental temperature and infection route on the immune response of carp (Cyprinus carpio) to spring viremia of carp virus (SVCV). *Veterinary Immunology and Immunopathology*, *12*(1-4), 383-386.

4-Ahne, W., Bremont, M., Hedrick, R. P., Hyatt, A. D., & Whittington, R. J. (1997). Iridoviruses associated with epizootic haematopoietic necrosis (EHN) in aquaculture. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, *13*(4), 367-373.

5-Alderman, D. J. (1979). Epizootiology of Marteilia refringens in Europe. *Mar Fish Rev*, *41*(1-2), 67-69.

6-Andrews, J. D. (1988). Epizootiology of the disease caused by the oyster pathogen Perkinsus marinus and its effects on the oyster industry. *American Fisheries Society*, *18*.

7-Arzul, I., Chollet, B., Boyer, S., Bonnet, D., Gaillard, J., Baldi, Y., & Bouchoucha, M. (2014). Contribution to the understanding of the cycle of the protozoan parasite Marteilia refringens. *Parasitology*, *141*(2), 227-240.

8-Ashraf, U., Lu, Y., Lin, L., Yuan, J., Wang, M., & Liu, X. (2016). Spring viraemia of carp virus: recent advances. *Journal of General Virology*, *97*(5), 1037-1051.

9-Bonami, J. R., Hasson, K. W., Mari, J., Poulos, B. T., & Lightner, D. V. (1997). Taura syndrome of marine penaeid shrimp: characterization of the viral agent. *Journal of General Virology*, *78*(2), 313-319.

10-Bootland, L. M., & Leong, J. C. (2011). Infectious haematopoietic necrosis virus. *Fish diseases and disorders*, *3*(2), 66-110.

11-Bower, S. M., McGladdery, S. E., & Price, I. M. (1994). Synopsis of infectious diseases and parasites of commercially exploited shellfish. *Annual Review of Fish Diseases*, *4*, 1-199.

12-Bower, S. M., Hervio, D., & Meyer, G. R. (1997). Infectivity of Mikrocytos mackini, the causative agent of Denman Island disease in Pacific oysters Crassostrea gigas, to various species of oysters. *Diseases of Aquatic Organisms*, *29*(2), 111-116.

13-Buller, N. (2004). *Molecular Diagnostic Tests to Detect Epizootic Ulcerative Syndrome (Aphanomyces invadans), and Crayfish Plague (Aphanomyces astaci)* (pp. 1-99). Department of Agriculture, Western Australia, Murdoch University and Fisheries Research and Development Corporation.

14-Burreson, E. M., & Ragone Calvo, L. M. (1996). Epizootiology of Perkinsus marinus disease of oysters in Chesapeake Bay, with emphasis on data since 1985. *Journal of Shellfish Research*, *15*(1), 17-34

15-Carnegie, R. B., Meyer, G. R., Blackbourn, J., Cochennec-Laureau, N., Berthe, F. C., & Bower, S. M. (2003). Molecular detection of the oyster parasite Mikrocytos mackini, and a preliminary phylogenetic analysis. *Diseases of Aquatic Organisms*, *54*(3), 219-227.

16-Chantanachookin, C., Boonyaratpalin, S., Kasornchandra, J., Direkbusarakom, S., Ekpanithanpong, U., Supamataya, K., & Flegel, T. W. (1993). Histology and ultrastructure reveal a new granulosis-like virus in Penaeus monodon affected by yellow-head disease. *Diseases of Aquatic Organisms*, *17*, 145-145.

17-Chong, R. S. M. (2022). Mikrocytos mackini infection. In *Aquaculture Pathophysiology* (pp. 565-568). Academic Press.

18-Cochennec-Laureau, N., Auffret, M., Renault, T., & Langlade, A. (2003). Changes in circulating and tissue-infiltrating hemocyte parameters of European flat oysters, Ostrea edulis, naturally infected with Bonamia ostreae. *Journal of invertebrate pathology*, *83*(1), 23-30.

19-Cranfield, H. J., Dunn, A., Doonan, I. J., & Michael, K. P. (2005). Bonamia exitiosa epizootic in Ostrea chilensis from Foveaux Strait, southern New Zealand between 1986 and 1992. *ICES Journal of Marine Science*, *62*(1), 3-13.

20-Culloty, S. C., Novoa, B., Pernas, M., Longshaw, M., Mulcahy, M. F., Feist, S. W., & Figueras, A. (1999). Susceptibility of a number of bivalve species to the protozoan parasite Bonamia ostreae and their ability to act as vectors for this parasite. *Diseases of Aquatic Organisms*, *37*(1), 73-80.

21-Dixon, P., Paley, R., Alegria-Moran, R., & Oidtmann, B. (2016). Epidemiological characteristics of infectious hematopoietic necrosis virus (IHNV): a review. *Veterinary Research*, *47*(1), 1-26.

22-Egusa, S., & Masuda, N. (1971). A new fungal disease of *Plecoglossus altivelis*. *Fish Pathol* 6:41–46

23-Engelsma, M. Y., Culloty, S. C., Lynch, S. A., Arzul, I., & Carnegie, R. B. (2014). Bonamia parasites: a rapidly changing perspective on a genus of

important mollusc pathogens. *Diseases of Aquatic Organisms*, *110*(1-2), 5-23.
24-Francis-Floyd, R., & Reed, P. (1991). *Ichthyophthirius multifiliis (white spot) infections in fish*. Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.
25-Fryer, J. L., & Sanders, J. E. (1981). Bacterial kidney disease of salmonid fish. *Annual Reviews in Microbiology*, *35*(1), 273-298.
26-Hedrick, R. P., Gilad, O., Yun, S., Spangenberg, J. V., Marty, G. D., Nordhausen, R. W., & Eldar, A. (2000). A herpesvirus associated with mass mortality of juvenile and adult koi, a strain of common carp. *Journal of Aquatic Animal Health*, *12*(1), 44-57.
27-Hine, P. M. (1991). The annual pattern of infection by Bonamia sp. in New Zealand flat oysters, Tiostrea chilensis. *Aquaculture*, *93*(3), 241-251.
28-Jensen, M. H. (1963). *Preparation of fish tissue cultures for virus research*. Bull Off Int Épizoot 59:131–134
29-Jimenez, R. (1992) 'Syndrome de Taura' (resumen). *Aquacultura del Ecuador Guayaquil*, 1:1–16
30-Kamilya, D., & Baruah, A. (2014). Epizootic ulcerative syndrome (EUS) in fish: history and current status of understanding. *Reviews in fish biology and fisheries*, *24*(1), 369-380.
31-Kaplan, M., & Karaoğlu, M. T. (2018). Viral balık hastalıkları ile mücadelede ulusal ve uluslararası mevzuatlar. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *35*(3), 353-360.
32-Lafferty, K. D., Harvell, C. D., Conrad, J. M., Friedman, C. S., Kent, M. L., Kuris, A. M., & Saksida, S. M. (2015). Infectious diseases affect marine fisheries and aquaculture economics. *Annual review of marine science*, *7*(1), 471-496.
33-Langdon, J. S. (1989). Experimental transmission and pathogenicity of epizootic haematopoietic necrosis virus (EHNV) in redfin perch, Perca fluviatilis L., and 11 other teleosts. *Journal of Fish Diseases*, *12*(4), 295-310.
34-Langdon, J. S., Humphrey, J. D., Williams, L. M., Hyatt, A. D., & Westbury, H. A. (1986). First virus isolation from Australian fish: an iridovirus-like pathogen from redfin perch, Perca fluviatilis L. *Journal of Fish Diseases*, *9*(3), 263-268.
35-Lilley, J. H., Callinan, R. B., Chinabut, S., Kanchanakhan, S., & MacRae, I. H. (1998). *Epizootic ulcerative syndrome (EUS) technical handbook*. Aquatic Animal Health Research Institute, Bangkok

36-Limsuwan, C. (1991). Handbook for cultivation of black tiger prawns. *Tansetakit, Bangkok, Thailand*.
37-Meyer, G. R., Bower, S. M., Lowe, G., & Davies, S. (2008). Resistance of the Manila clam (Venerupis philippinarum) to infection with Mikrocytos mackini. *Journal of invertebrate pathology*, *98*(1), 54-57.
38-McKenzie, R. A., & Hall, W. T. (1976). Dermal ulceration of mullet (*Mugil cephalus*). *Australian Veterinary Journal*, *52*(5), 230-231.
39-Meier, W., Schmitt, M., & Wahli, T. (1994). Viral hemorrhagic septicemia (VHS) of nonsalmonids. *Annual Review of Fish Diseases*, *4*, 359-373.
40-Mullins, J. E., Groman, D. B., & Wadowska, D. (1998). Infectious salmon anaemia in salt water Atlantic salmon (Salmo salar L.) in New Brunswick, Canada. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*, *18*(4), 110-114.
41-Reddacliff, L. A., & Whittington, R. J. (1996). Pathology of epizootic haematopoietic necrosis virus (EHNV) infection in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss Walbaum) and redfin perch (Perca fluviatilis L). *Journal of comparative pathology*, *115*(2), 103-115.
42-Rimstad, E., Dale, O. B., Dannevig, B. H., & Falk, K. (2011). Infectious salmon anaemia. *Fish diseases and disorders*, *3*, 143-165.
43-Robles-Sikisaka, R., Garcia, D. K., Klimpel, K. R., & Dhar, A. K. (2001). Nucleotide sequence of 3′-end of the genome of Taura syndrome virus of shrimp suggests that it is related to insect picornaviruses. *Archives of virology*, *146*(5), 941-952.
44-Oh, M. J., Jung, S. J., Choi, T. J., Kim, H. R., KV, R., Kim, Y. J., & Chun, S. K. (2001). A viral disease occurring in cultured carp Cyprinus carpio in Korea. *Fish Pathology*, *36*(3), 147-151.
45-Olesen, N. J. (1998). Sanitation of viral haemorrhagic septicaemia (VHS). *Journal of Applied Ichthyology*, *14*(3-4), 173-177.
46-Pokorova, D., Vesely, T., Piackova, V., Reschova, S., & Hulova, J. (2005). Current knowledge on koi herpesvirus (KHV): a review. *Veterinarni Medicina*, *50*(4), 139-148.
47-Ross, K., McCarthy, U., Huntly, P. J., Wood, B. P., Stuart, D., Rough, E. I., & Bruno, D. W. (1995). A outbreak of viral haemorrhagic septicaemia (VHS) in turbot (Scophthalmus maximus) in Scotland. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*, *14*(6), 213-214.
48-Sánchez-Barajas, M., Liñán-Cabello, M. A., & Mena-Herrera, A. (2009). Detection of yellow-head disease in intensive freshwater production systems of Litopenaeus vannamei. *Aquaculture International*, *17*(2), 101-112.

49-Soudant, P., Chu, F. L. E., & Volety, A. (2013). Host–parasite interactions: Marine bivalve molluscs and protozoan parasites, Perkinsus species. *Journal of invertebrate pathology*, *114*(2), 196-216.

50-Tu, C., Huang, H. T., Chuang, S. H., Hsu, J. P., Kuo, S. T., Li, N. J., & Lin, S. Y. (1999). Taura syndrome in Pacific white shrimp *Penaeus vannamei* cultured in Taiwan. *Diseases of Aquatic Organisms*, *38*(2), 159-161.

51-Thorud, K., & Djupvik, H. O. (1988). Infectious anaemia in Atlantic Salmon *(Salmo salar* L.). *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol.* 8(5), 109-111.

52-Xueqin, J., Kania, P. W., & Buchmann, K. (2012). Comparative effects of four feed types on white spot disease susceptibility and skin immune parameters in rainbow trout, Oncorhynchus mykiss (Walbaum). *Journal of Fish Diseases*, *35*(2), 127-135.

53-Wiens, G. D. (2011). Bacterial kidney disease (*Renibacterium salmoninarum*). *Fish diseases and disorders*, *3*, 338-374.

54-Winton, J. R. (1997). Immunization with viral antigens: infectious haematopoietic necrosis. *Developments in biological standardization*, *90*, 211-220.

55-Wongteerasupaya, C., Sriurairatana, S., Vickers, J. E., Akrajamorn, A., Boonsaeng, V., Panyim, S., & Flegel, T. W. (1995). Yellow-head virus of Penaeus monodon is an RNA virus. *Diseases of Aquatic Organisms*, *22*(1), 45-50.

56-Zwillenberg, L. O., Jensen, M. H., & Zwillenberg, H. H. (1965). Electron microscopy of the virus of viral haemorrhagic septicaemia of rainbow trout (Egtved virus). *Archiv für die gesamte Virusforschung*, *17*(1), 1-19.

SİPER ALTI IŞIK YÜZDESİNİN KARIŞIK ORMANLARDA FİDANLARIN MORFOLOJİK VE ANATOMİK ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ

Doç. Dr. Seray ÖZDEN KELEŞ[1],
Doç. Dr. Ferhat KARA[2]

[1]Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Kastamonu, TÜRKİYE
ORCID: 0000-0002-2379-5331
Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Kastamonu, TÜRKİYE
ORCID:0000-0001-7107-3176 Ferhat KARA
**Yazışma yapılacak yazar: sozden@kastamonu.edu.tr*

GİRİŞ

Fidanların büyümesi ve gelişimi çevresel faktörler ile doğrudan ilişkilidir (Mason vd., 2004). Orman mühendisleri meşcere kurulumu sırasında bu ilişkiler ile yakından ilgilenmektedirler. Sürdürülebilir orman yönetiminde ağaç türlerinin gölgeye olan toleransları ve farklı ışık koşullarına tepkileri, gelişimlerinin tüm aşamalarında iyi anlaşılmalıdır. Bu durum özellikle karışık ormanların doğal yöntemlerle gençleştirilmesinde önem taşımaktadır. Çünkü karışık ormanların bir çok konuda saf ormanlardan daha fazla avantajlı olduğu bilinmektedir.

Bir ormandaki ağaç karışımı ekosistemin devamlılığını ve üretkenliğini, ayrıca bitki ve yaban hayatı çeşitliliğini olumlu şekilde artırabilir (Pádua ve Chiaravalotti, 2012; Huang vd., 2018). Meşcerelerdeki ağaç karışımı, meşcerelerin çoğunlukla rüzgara, kuraklığa, böceklere, hastalıklara ve dona karşı daha dayanıklı ve dirençli olmasını sağlar (Odabaşı ve diğerleri 2004). Rekreasyon ve estetik amaçlı olarak karışık ormanlar genellikle saf ormanlara kıyasla daha çok tercih edilir. Karışık ormanların önemi ve avantajları göz önüne alınarak, karışık ormanların kurulması ve bakımına yönelik ilginin yakın zamanda arttığı gözlemlenmektedir (Hulvey vd., 2013; Pretzsch ve Schütze, 2016).

Ormanların oluşumu ve kurulması sırasında ormancılar genellikle alandaki birey sıklığının kontrolü ile fidanların büyüme ve gelişimlerinin başarılı bir şekilde sağlanması ile ilgilenmektedirler (Kara vd., 2017). Bununla birlikte fidanların morfolojik ve kambiyal aktivite özellikleri onların hem çevresel uyum kabiliyetini hem de büyüme performansını gösterir. Fidanların morfolojik ve kambiyal aktivite özellikleri aynı zamanda yetişme ortamı koşullarıyla da yakından ilişkilidir (de Luis vd., 2011; Fonti vd., 2013). Yetişme ortamı koşulları, türlerin yaprak ve ağaç kabuğu kalınlığı ile boyu ve gövde çapı gibi morfolojik özelliklerini etkileyebilir (Rocha vd., 2019). Odunun kambiyal aktivitesi ve ağaç yıllık halkalarının anatomik özellikleri, ağaç performansının belirlenmesinde ve yatişme alanı koşullarına adaptasyonlarda çok önemli roller oynamaktadır (de Luis vd., 2011).

Meşcere içerisine giren ışık miktarı meşcerelerin alt tabakalarında bulunan fidanların büyüme ve gelişmelerini olumlu ya da olumsuz etkileyebilir (Petritan vd., 2009; Kara ve Topaçoğlu, 2018). Bu etkinin olumlu ya da olumsuz olması genellikle ağaç türlerinin gölge toleransına ve türlerin ışık isteklerine bağlıdır. Meşcere içerisine giren ışık miktarı ile fidanların büyüme ve gelişmeleri arasındaki ilişkilerin tespiti özellikle farklı gölge toleransı olan türlerin oluşturduğu karışık ormanların devamlılığı için oldukça önemlidir.

Karışık ormanlar saf ormanlar göre daha avantajlı kabul edilmelerine rağmen, farklı seviyelerde gölge toleransı sergileyen ağaç türlerinden oluşan (örneğin

çam-kayın karışımı) karışık ormanlardaki doğal gençleştirme, aynı türlerin saf meşcerelerindeki doğal gençleştirmeye göre daha zor kabul edilmektedir (Odabaşı vd., 2004). Dolayısıyla meşcere içerisindeki ışık-büyüme ilişkileri özellikle karışık meşcereler için detaylı şekilde ortaya koyulmalıdır. Daha önce yapılmış çalışmalar genellikle meşcere içine giren ışık miktarının fidan büyüme ve gelişmesi üzerindeki etkileri üzerine olmuştur (Messier ve Nikinmaa, 2000; Hale, 2003; Köseoğlu ve Kara, 2019). Bu çalışmalar genellikle saf ormanlarda gerçekleştirilmiştir. Karışık ormanlarda meşcere içine giren ışık miktarının farklı ağaç türlerine ait fidanların morfolojik ve anatomik özellikleri üzerine etkileri konusunda herhangi bir çalışma mevcut değildir.

Sarıçam *(Pinus sylvestris* L.), karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ve Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) ülkemizin en değerli ağaç türlerinden kabul edilmektedirler. Bu türlerin kendi aralarında oluşturdukları karışımlar ekonomik ve ekolojik açıdan büyük bir zenginlik sunmaktadırlar. Hem karışık ormanların gençleştirilmesindeki zorluklardan dolayı, hem de bu ormanlarda meşcere içi ışık koşullarının fidanlara olan etkilerinin tam olarak belirlenememesinden dolayı karışık ormanlarda türlerin azalması, sonuç olarak karışık ormanların saf ormanlara dönmesi söz konusu olmaktadır (Genç, 2020). Karışık sarıçam-karaçam-doğu kayını ormanlarında meşcere içine giren ışık miktarının bu türlerin fidanlarının morfolojik ve anatomik özellikleri üzerine etkileri konusunda bilimsel bir çalışma mevcut değildir. Dolayısıyla bu çalışmada, meşcere içerisine giren farklı oranlardaki ışık yüzdesinin sarıçam, karaçam ve doğu kayını fidanlarının morfolojik ve anatomik özelliklerini ne şekilde etkilediğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen bulgular, uygulayıcılara karışık meşcerelerde siper altı ışık ortamının ve fidanların bu ışık oranlarına göre gelişimlerinin düzenlenmesinde faydalı olacaktır.

MATERYAL ve METOT

Çalışma Alanı

Bu çalışma, Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Karadere Orman Müdürlüğü'nde gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Bu bölge Sarıçam, karaçam ve Doğu kayını türlerinin doğal yayılım alanları içinde yer almaktadır. Çalışma alanı, kışları soğuk, yazları yağışlı olan karasal iklimin tipik özelliklerini temsil etmektedir. Ortalama aylık sıcaklık ve ortalama yıllık yağış sırasıyla 9.8 °C ve 490 mm'dir. Çalışma alanında toprak çoğunlukla 50 ila 90 cm arasında değişen orta derecede derindir, ve genel olarak kahverengi orman toprağıdır. Çalışma alanı, hafif eğimliden dik yamaçlara kadar değişen bir topografyaya sahip dağlık olup, deniz seviyesinden yüksekliği 800 ile 1700 m arasında değişmektedir.

Şekil 1. Çalışma alanı

Ölçümler ve Analizler

Bu çalışma için sarıçam, karaçam ve doğu kayınının hakim olduğu karışık bir çam-kayın meşceresi seçilmiştir. Yaklaşık yedi hektarlık bir alana sahip olan meşcere, uzun yıllar siper altı silvikültürel yöntemler kullanılarak doğal olarak gençleştirilmiştir. Çalışma alanı aynı yaşlı meşcere kuruluşu göstermektedir. Seçilen meşcerede yirmi yılı aşkın süredir herhangi bir silvikültürel müdahale yapılmamış ve bu süreçte doğal meşcere dinamikleri hakim olmuştur. Çalışma alanında her tür için 45 adet 5 yaşında fidan rastgele seçilmiştir (Yani toplamda 135 fidan seçilmiştir). Seçilen fidanların kök boğaz çapları (KBÇ) (mm) dijital kumpas kullanılarak ölçülmüştür.

Seçilen her bir fidanın lokasyonunda ışık oranını (%) belirlemek için, ilk olarak CI-110 Plant Canopy Imager (CID Bio-Science Inc., Washington, ABD) cihazı kullanılarak her fidanın üzerinde fotosentetik aktif radyasyon (photosynthetically active radiation; PAR) ölçülmüştür. PAR ölçümleri bulutsuz bir günde, tercihen 11:00 ile 13:00 saatleri arasında alınmıştır (Kara ve diğerleri 2017). Ayrıca açık bir alanda eş zamanlı olarak başka bir PAR ölçümü yapılmıştır. Daha sonra seçilen her bir fidan için aşağıdaki formül kullanılarak meşcere içerisine giren ışık miktarı (%) hesaplanmıştır.

$$\text{Işık oranı (\%)} = \frac{\text{fidan üzerindeki PAR}}{\text{açık alandaki PAR}} \text{ x } 100$$

Anatomik ölçümlerde kullanılmak üzere, her tür için alınan 45 fidan örneklerinden, her bir fidan türü için ortalama aynı çaplara sahip 20 fidan örnekleri seçilmiştir (böylece her bir ağaç türünden 20 örnek alınmış, toplamda 60 fidan seçilmiştir). Anatomik analizlerde yalnızca fidanların gövdeleri kullanılmıştır. Anatomik ölçümler yapılmadan önce fidanların kabukları soyulmuştur. Kabukları soyulan gövdelerden daha sonra her bir fidanın kök boğaz çapına yakın kısmından ortalama 1.5 cm uzunlukta olacak şekilde ufak parçalar kesilmiştir. Kesilen küçük odun parçaları dokularındaki havanın çıkarılabilmesi için daha sonra cam beherler içinde bulunan destile su içinde örnekler dibe çökene kadar kaynatılmıştır. Örneklerden kesit alınıncaya kadar, kaynatılan odun örnekleri gliserin-etil alkol-destile sudan meydana gelen çözelti içinde bekletilmiştir (Yaman, 2007). Yumuşatılmış odun örneklerinden daha sonra mikrotom ile 15-20 mikron kalınlığında enine, radyal ve teğet kesitler hazırlanmıştır. Hazırlanan kesitler, safranin boyar maddesi ile boyandıktan sonra lam-lamel içerisine yerleştirilerek odun anatomisi ölçümlerine hazır hale getirilmiştir. İğne yapraklı, her bir fidan türü için hazırlanan 20 örnek üzerinde; traheid hücre uzunluk ve genişlikleri (µm), traheid lümen genişliği (µm) ve traheid çeper kalınlığı (µm) hesaplanmıştır. Yapraklı ağaç türünde anatomik ölçümlerin yapılabilmesi için fidanlardan kesilen 1.5 cm uzunluktaki odun örnekleri daha ufak kibrit çöpü şeklindeki parçalar haline getirilmiştir. Kibrit çöpü boyutundaki parçalardaki lifleri serbest hale getirebilmek için Franklin (1945) maserasyon metodu (1:1 v/v hidrojen peroksit ve yoğunlaştırılmış glasiyal asetik asit) kullanılmıştır. Serbest hale getirilmiş odun parçaları su ile yıkandıktan sonra alkolle durulanmıştır ve safranin boyar maddesi ile boyama işlemi tamamlandıktan sonra ölçümler için hazır hale getirilmiştir. Örnekler üzerinde, lif uzunluğu (mm), lif genişliği (mm), lif çeper kalınlığı (µm), ve 1 mm^2'de trahe sayısı ve trahe çapı gibi bazı anatomik karakterler belirlenmiştir. Anatomik karakterlerin ölçümleri ve analizleri IAWA Committee (2004) iğne yapraklı ağaçlar ve IAWA Committee (1989) yapraklı ağaçlar esaslarına uygun şekilde gerçekleştirilmiştir (IAWA Committee 1989; IAWA Committee 2004). Anatomik ölçüm ve sayımlarda her bir fidan örneği için ölçümler 30'ar tekrar olacak şekilde yapılmıştır.

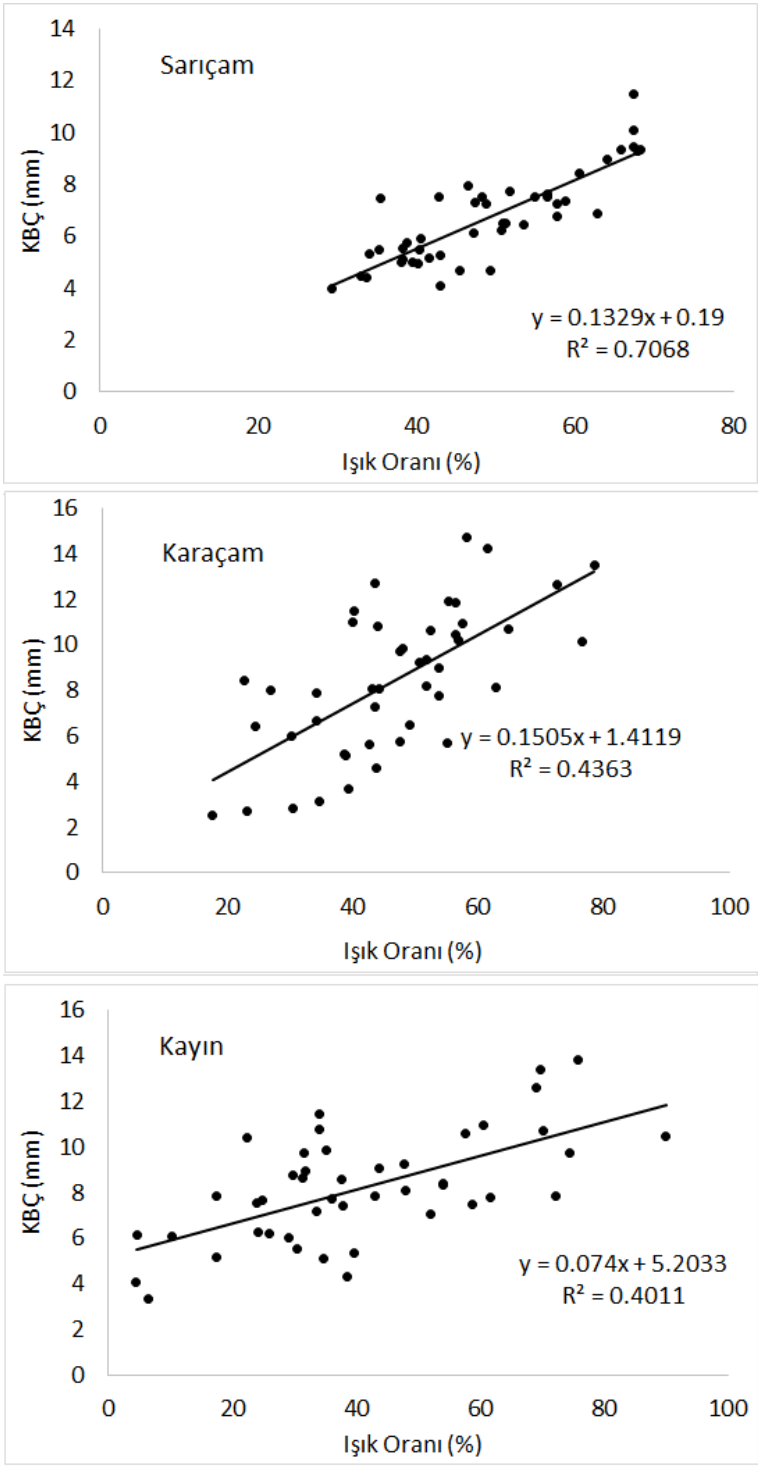
İğne yapraklı türlerin (karaçam ve sarıçam) anatomik karakterlerine (traheid uzunluğu ve genişliği, traheid teğetsel çapı, traheid lümen genişliği ve traheid çeper kalınlığı) ait ortalama değerleri arasında anlamlı bir fark olup olmadığının belirlenmesinde tek yönlü varyans analizinden (One-way ANOVA)

yararlanılmıştır. Varyans analizi sonuçlarına göre gruplar arası karşılaştırmada $p = 0.05$ anlamlılık düzeyi seçilmiştir ve $p < 0.05$ önem düzeyinde istatiksel olarak anlamlı fark bulunur şeklinde yorumlanmıştır. Fidanların KBÇ ile ışık oranı arasında bir ilişki olup olmadığı ise yapılan regresyon analizi ile tespit edilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Üç ağaç türü için ortalama ışık oranı %43 ile %57 arasında değişmektedir. Gerçekleştirilen ışık ölçümleri ise %6 ile %97 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Çalışma alanında, üç tür arasında kayın fidanlarının daha gölgeli durumlarda, çam türlerinin ise daha ışıklı durumlarda yayılış yaptığı tespit edilmiştir.

Fidanlara ait ışık oranı ile fidanların KBÇ arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Regresyon analizleri sonucunda, meşcere içine giren ışık miktarının KBÇ üzerindeki etkisi sarıçamda daha kuvvetli olduğu belirlenmiştir (Şekil 2). Nispeten daha zayıf ışık oranı-KBÇ ilişkisi ise kayın fidanlarında tespit edilmiştir. Türlere ait ışık-KBÇ ilişkisi türlerin farklı ışık gereksinimleri olduğunu göstermektedir.



Şekil 2 Meşcere içine giren ışık oranı ile kök boğaz çapı (KBÇ) ilişkisi.

Meşcere içerisine giren ışık miktarı alt tabakada bulunan fidanların büyüme ve hayatta kalmaları için oldukça önemli rol oynar (Daryaei vd., 2019). Bu durum farklı ışık ihtiyacı olan türlerin bir araya gelerek meydana getirdiği karışık meşcerelerde daha da önemli hale gelmektedir. Çalışmada kullanılan sarıçam ışık ağacı, karaçam yarı-ışık ağacı ve kayın ise gölge ağacı olarak bilinmektedir (Odabaşı vd., 2004). Dolayısıyla bu türlerin oluşturduğu karışık bir meşcerede, meşcere içerisine giren ışık miktarı her bir tür için farklı etkiler yaratabilmektedir. Bu durum ise karışık meşcerelerin devamlılıklarını etkilemektedir.

Bu çalışmada da tespit edildiği üzere, sarıçam ve karaçam gibi ışık ihtiyacı nipeten daha yüksek olan fidanların ilk yıllarındaki çap büyümesi, gölge ağaçları fidanlarının ilk yıllarındaki çap büyümesine göre daha yüksektir (Pardos vd., 2007; Kara ve Topaçoğlu, 2018). Parçalı kapalı meşcerelerde, sarıçam ve karaçamın ileriki yıllardaki büyümesi için meşcere içine giren ışık oranının attırılması önemli olacaktır (Castro vd., 2004). Kayın her ne kadar bir gölge ağacı olarak bilinse de, kayın fidanlarının siper altında büyüme ve gelişmesi de meşcere içine giren ışık oranıyla ilişkilidir (Madsen, 1994).

Anatomik ölçümlerden elde edilen sonuçlara göre, her fidan türünün anatomik karakterlerinde farklı değerler ortaya çıkmıştır. Karaçam ve sarıçam ağaç türlerinde anatomik karakterlerden traheid hücrelerine ait bulgular, kayın ağaç türünde ise anatomik karakterlerden lif ve trahe hücrelerine ait sonuçlar ortaya konmuştur (Tablo 1).

Tablo 1. Karaçam, sarıçam ve kayın türlerine ait anatomik karakterler

Anatomik Karakterler	Karaçam	Sarıçam	Kayın
Traheid uzunluğu (µm)	904,1	1525,3	-
Traheid genişliği (µm)	33,1	43,7	-
Traheid teğetsel çap (µm)	22,6	19,9	-
Traheid lümen genişliği (µm)	5,9	7,5	-
Traheid çeper kalınlığı (µm)	2,1	2,2	-
Lif uzunluğu (µm)	-	-	1283
Lif genişliği (µm)	-	-	22,2
Lif teğetsel çap (µm)	-	-	17,5
Lif lümen çapı (µm)	-	-	8,1
Lif çeper kalınlığı (µm)			4,6

Trahe genişliği (µm)	-	-	4,4

Ortalama traheid uzunluğu karaçam ağaç türünde 904,1 µm, sarıçam ağaç türünde 1525,3 µm; ortalama traheid genişliği karaçam ağaç türünde 33,1 µm, sarıçam ağaç türünde 43,7 µm; ortalama traheid teğetsel çap karaçam ağaç türünde 22,6 µm, sarıçam ağaç türünde 19,9 µm; ortalama traheid lümen genişliği karaçam ağaç türünde 2,6 µm, sarıçam ağaç türünde 2,3 µm; ortalama traheid çeper kalınlığı karaçam ağaç türünde 2,1 µm ve sarıçam ağaç türünde 2,2 µm olarak belirlenmiştir. Özden Keleş 2020 yılında ki çalışmasında karaçam fidanlarında ortalama traheid uzunluğunu 1431,8 µm, ortalama traheid genişliğini 29,2 8 µm, ve ortalama traheid lümen genişliğini de 7,7 8 µm olarak tespit etmiştir. Ortalama değerlerden traheid genişliği ve traheid lümen genişliği bu çalışmada Özden Keleş'in 2020 yılında ki çalışması ile benzer değerler göstermiştir.

Karaçam ve sarıçam fidanlarının anatomik karakterlerine ait değerler arasında anlamlı fark olup olmadığının belirlenmesinde tek yönlü varyans analizinden yararlanılmıştır. Tek yönlü varyans analizine göre, sarıçam odununa ait ortalama traheid uzunluğu ve genişliği değerleri ile karaçam odununa ait ortalama traheid uzunluk ve genişlik değerleri arasında anlamlı bir fark olduğu ortaya çıkmıştır ($p < 0.001$). Ortalama traheid uzunluk ve genişlik değerlerinin sarıçam odun örneklerinde karaçam odun örneklerinden daha büyük olduğu saptanmıştır (Tablo 1). Ortalama traheid teğetsel çap ve traheid çeper kalınlık değerlerinde ise tam tersi bir durum tespit edilmiştir. Karaçam odunlarında ortalama traheid teğetsel çap ve traheid çeper kalınlık değerleri, sarıçam odunlarının değerlerinden anlamlı şekilde daha büyük değerler ortaya çıkarmıştır ($p < 0.005$ ve $p < 0.001$). Her iki tür arasında anatomik değerlerin farklı çıkmasının sebebi sarıçam ve karaçamın radyal büyümelerinden kaynaklı olabilmektedir. Sarıçam ağaç türü karaçam ağaç türüne oranla ilk büyüme yıllarında çap büyümesinde ışığa daha fazla ihtiyaç duymaktadır (Çalışkan, 1991). Ağaç gövdeleri, dalları ve köklerindeki çap büyümesi ağaçlarda sekonder büyüme (ikincil büyüme) sonucunda olmaktadır. Ağaçlarda, odunsu gövdelerdeki ikincil büyümeden sorumlu doku, vasküler kambiyumdur. Vasküler kambiyum her yıl içeriye doğru ksilemi (odunsu doku) en dış kısma doğru da floemi (yeni iç kabuk) oluşturmaktadır. Ksilem ağaçlarda köklerden yukarı doğru su ve besin taşımakla görevlidir ve ksilem, trahe, traheid, lif ve paranşim hücreleri gibi farklı hücrelerden oluşmaktadır. Ksilem bir büyüme mevsiminden diğerine biriktikçe, gövdenin çapını büyütür (Panshin ve de Zeeuw, 1980). Bu çalışmada sarıçamın traheid hücre uzunluğu ve genişlik değerlerinin karaçam odununun traheid

hücrelerinden büyük çıkmasının nedeni sarıçamın çap büyümesinin karaçamdan daha iyi olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Fakat sarıçam ve karaçam ağaç türlerinde çap büyümesi ile anatomik karakterler arasındaki ilişkinin daha iyi anlaşılabilmesi için ileri ki çalışmalarda daha geniş kapsamda inceleme yapılması önerilmektedir.

Kayın fidanlarında yapılan anatomik analizler sonucunda, ortalama lif uzunluğu 1283 µm, ortalama lif genişliği 22,2 µm, ortalama lif teğetsel çap 17,5 µm, ortalama lif lümen çapı 8,1 µm, ortalama lif çeper kalınlığı 4,6 µm ve ortalama trahe genişliği 4,4 µm olarak belirlenmiştir (Tablo 1). Topaloğlu vd. 2016 yılında yapmış oldukları çalışmada doğu kayının lif hücre değerlerini 5 farklı yükselti basamağında incelemiştir. Elde ettikleri sonuçlara göre, 800-1000 m yükselti basamağında ortalama lif uzunluğu 1148,5 µm olarak belirlenmiştir. Her iki çalışmada ortalama lif uzunluk değerleri benzer sonuçlar ortaya koymuştur.

SONUÇLAR

Bu çalışmada, sarıçam, karaçam ve kayın ağaç türlerinde ortalama ışık oranının %43 ile %57 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Çalışma alanında, kayın fidanlarının daha gölgeli durumlarda sarıçam ve karaçam ağaç türlerinin ise daha ışıklı durumlarda yayılış yaptığı tespit edilmiştir. Bu çalışmada ayrıca meşcere içine giren ışık miktarının kök boğaz çapı üzerindeki etkisinin sarıçam fidanlarında karaçam ve kayın fidanlarına oranla daha kuvvetli bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Sarıçam ve karaçam ışık ihtiyacı nispeten daha yüksek olan ağaç türleridir ve bu nedenle de bu fidanların ilk yıllardaki çap büyümeleri, kayın gibi gölge ağaçlarına göre daha yüksek çap büyümesi ortaya çıkarmaktadır. Anatomik ölçümler ayrıca türlerin büyüme ve gelişimleri konusunda farklı değerler göstermiştir. Sarıçam fidanlarında traheid hücre karakteristikleri karakteristikleri karaçam fidanlarından daha yüksek değerler göstermiştir. Bu çalışmada, sarıçam fidanlarının yetiştikleri ortamda daha fazla ışık almalarının fidanların çap gelişiminde olumlu etki sağladığı ve böylece sarıçam fidanlarının hücresel yönden de daha iyi gelişim gösterdikleri belirlenmiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar ileride ki ormancılık çalışmalarında ışık ile fidanların morfolojik ve anatomik özellikleri arasındaki ilişkilerin anlaşılmasında önemli veriler sağlayacaktır.

Referanslar

1. Castro J, Zamora R, Hódar JA, Gómez JM (2004) Seedling establishment of a boreal tree species (*Pinus sylvestris*) at its southernmost distribution limit: consequences of being in a marginal Mediterranean habitat. Journal of Ecology 92(2): 266-277.
2. Çalışkan A (1991) Karabük-Büyükdüz Araştırma ormanında sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)-Göknar (*Abies bornmülleriana* Mattf.)-Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) karışık meşcerelerinde büyüme ilişkileri ve gerekli silvikültürel işlemler. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, 42(2).
3. Daryaei A, Sohrabi H, Puerta-Piñero C (2019) How does light availability affect the aboveground biomass allocation and leaf morphology of saplings in temperate mixed deciduous forests? New Forests 50(3): 409-422.
4. de Luis M, Novak K, Raventós J, Gričar J, Prislan P, Čufar K (2011). Cambial activity, wood formation and sapling survival of *Pinus halepensis* exposed to different irrigation regimes. Forest Ecology and Management 262(8): 1630-1638.
5. Fonti P, Heller O, Cherubini P, Rigling A, Arend M (2013) Wood anatomical responses of oak saplings exposed to air warming and soil drought. Plant Biology 15: 210-219.
6. Franklin GL (1945) Preparation of thin sections of synthetic resins and woody resin composites and a new method for wood. Nature, 155: 3924–3951.
7. Genç DM (2020) Forest Tending. 5th edn. Süleyman Demirel Üniversitesi, Turkey.
8. Hale SH (2003) The effect of thinning intensity on the below-canopy light environment in a Sitka spruce plantation. For Ecol Manage 179:341–349.
9. Hulvey KB, Hobbs RJ, Standish RJ, Lindenmayer DB, Lach L, Perring MP (2013) Benefits of tree mixes in carbon plantings. Nature Climate Change (10): 869-874.
10. IAWA Committee (1989) List of microscopic features for hardwood identification. IAWA Bull NS 10: 1-70.
11. IAWA Committee (2004) lAWA List of microscopic features for softwood identification. IAWA J. 25: 1-70.
12. Kara F, Loewenstein EF, Brockway DG (2017). Effects of basal area on survival and growth of longleaf pine when practicing selection silviculture. Forest systems 26(1), 7.

13. Kara F, Topacoglu O (2018) Initial responses of containerized black pine (*Pinus nigra* Arnold) seedlings to leaf removal prior to out-planting. Baltic Forestry 24(1): 117-122.
14. Köseoğlu E, Kara F (2019). Bazı meşcere değişkenlerinin karaçam gençlik sayısı ve büyümesi üzerine etkilerinin karşılaştırılması. Türkiye Ormancılık Dergisi 20(4): 305-311.
15. Madsen P (1994) Growth and survival of Fagus sylvatica seedlings in relation to light intensity and soil water content, Scand. J For Res 9: 316–322.
16. Mason WL, Edwards C, Hale SE (2004) Survival and early seedling growth of conifers with different shade tolerance in a Sitka spruce spacing trial and relationship to understory light climate. Silva Fennica 38(4):357–370.
17. Messier C, Nikinmaa E (2000) Effects of light availability and sapling size on the growth, biomass allocation, and crown morphology of understory sugar maple, yellow birch, and beech. Ecoscience 7(3): 345-356.
18. Odabaşı T, Calışkan A, Bozkus HF (2004) Silvikültür tekniği. İstanbul University Publications, İstanbul. (in Turkish). 314p.
19. Pádua CBV, Chiaravalotti R (2012) Silviculture and biodiversity. Writings of the Dialogue (Vol. 4, pp. 68). Rio do Sul, SC: Apremavi, Brasil. ISBN 978-85-88733-09-1.
20. Panshin AJ, de Zeeuw C (1980) Textbook of wood technology-structure, identification, properties, and uses of the commercial woods of the United States and Canada. 4th edn. McGraw-Hill Book Co., New York, p 722.
21. Pardos M, Montes F, Aranda I, Cañellas I (2007) Influence of environmental conditions on germinant survival and diversity of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in central Spain. European Journal of Forest Research 126(1): 37-47.
22. Petriţan AM, Von Lüpke B, Petriţan IC (2009) Influence of light availability on growth, leaf morphology and plant architecture of beech (*Fagus sylvatica* L.), maple (*Acer pseudoplatanus* L.) and ash (*Fraxinus excelsior* L.) saplings. Eur J For Res 128:61–74.
23. Pretzsch H, Schütze G (2016) Effect of tree species mixing on the size structure. density. and yield of forest stands. European Journal of Forest Research 135(1): 1-22.
24. Rocha M, Assis RL, Piedade MTF et al (2019) Thirty years after Balbina Dam: diversity and floristic composition of the downstream floodplain forest, Central Amazon, Brazil. Ecohydrology 12: 1-14.

25. Topaloğlu E, Ay N, Altun L, Serdar B (2016) Effect of altitude and aspect on various wood properties ofOriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) wood. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 40(3), 397-406.
26. Yaman B (2007) Comparative wood anatomy of *Pinus sylvestris* and its var. compacta in the West Black Sea region of Turkey. IAWA Journal, 28: 75-81.

DOĞAL ALANLARDA BULUNAN BAZI BİTKİ TÜRLERİNİN PEYZAJ TASARIM ELEMANLARI AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Arş. Gör. Dr. Sertaç KAYA[1]
Doç. Dr. Engin EROĞLU[2]
Arş. Gör. Nermin BAŞARAN[3]
Ahmet AYTEĞİN[4]
Arş. Gör. Hüseyin DÖNMEZ[5]

[1]Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü
0000-0001-7391-0492
[2]Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü
0000-0002-1777-8375
[3]Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü
0000-0002-6482-2076
[4]Düzce Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
0000-0002-9784-6082
[5]Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü
0000-0003-4562-9702

GİRİŞ

Türkiye bitki çeşitliliği açısından oldukça zengin bir doğal bitki örtüsüne sahiptir (Dirmenci vd., 2012). Ülkemizin konumu ve topografik özelliklerine bağlı olarak farklı iklim koşullarını barındırmakla birlikte, bunun sonucu olarak doğal bitki örtüsünde ağaç, ağaççık, çalı ve otsu katman gibi çeşitli bitki formasyonlarının oluşumuna neden olmuştur (Deniz ve Şirin, 2005; Günal, 2013).

Doğal ekosistemlerin sürdürülebilirliği açısından kentsel alanlarda yapılacak olan bitkisel uygulama çalışmalarında doğal bitki taksonlarının kullanımı büyük önem taşımaktadır (Alp vd., 2010; Tarakçı Eren, 2019). Birçok estetik ve fonksiyonel özelliklerinin yanı sıra doğal bitkiler bitkilendirme tasarımında ekolojik ölçekte ön plana çıkmaktadırlar. Egzotik bitkilere göre daha az bakım ihtiyacı gösterirler ve bununlar beraber toprağın verimliliğine katkıda bulunurlar, erozyonu azaltırlar ve elbette tüm bunlarla bağlantılı olarak ekonomiktirler (Austin, 2002; Robinson, 2004). Eroğlu, Kesim ve Müderrisoğlu (2005) da kentsel alanlarda yapılacak olan bitkisel tasarım çalışmalarında ileride ortaya çıkabilecek sorunlara karşın bitkilerin doğal veya yöreye uygun türlerden seçilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca Eroğlu vd. (2019) Düzce ve yakın çevresinde yapmış oldukları çalışmada yöreye özgü doğal ve endemik bitki türlerinin uygulamalarda değerlendirilmesinin özellikle kent çeperinde ekolojik ve ekonomik açıdan önemli derecede katkı sağlayacağını ortaya koymuşlardır.

Bulunduğu yöreye ve ekolojik şartlara uyum sağlamış olan doğal bitkilerin oluşturmuş olduğu birlikteliklerin bütünleşik yapısı doğal bitki kompozisyonları olarak tanımlanabilir (Diekelmann ve Schuster 2002). Bitkiler kompozisyon olarak kullanıldıklarında onları bazı tasarım ilkeleri etkilemektedir. Bitkilerin yan yana gelişlerinden kullanım amaçlarına kadar birçok kompozisyonda bu ilkeler rol oynamaktadır. Bitkiler; sahip oldukları renk, form, doku, ölçü, mevsimsel görünüm, habitusları (çiçek, yaprak, meyve, gövde), mevsimsel değişim gibi özellikleri ile estetik ve fonksiyonel açıdan çok çeşitli seçenekler sunarak etkili mekânlar oluşturmaktadırlar (Sarı ve Karaşah, 2018). Bu kompozisyonları oluşturabilmek için bitkilerin yapısal ve görsel özelliklerini hakim olmak gerekmektedir. Bitkilerin en önemli işlevlerinden birisi bulundukları ortama estetik değer katmalarıdır. Bitkilerin bu özelliklerini bilerek dinamik, değişen ve sürdürülebilir mekanlar yaratılabilir. Bitkisel tasarım kriterlerinin birbirleri ile uyum içerisinde kullanılmaları ile peyzajın sürdürülebilirliğinden söz edilebilir (Booth, 1990). Eroğlu ve Acar (2009) yapmış oldukları çalışmada bitkilerin mevsimsel değişimleri ile bitki kompozisyonlarının bitkisel tasarımlarda tercih açısından oldukça önemli olduğunu vurgulamıştır. Bitkilendirme tasarımında mekanın fiziksel, estetik ve ekolojik isteklerini karşılayabilecek bitkilerin karakteristikleri göz önünde bulundurularak tasarım öğeleri çerçevesinde tasarıma dahil edilmeleri gerekir (Bell ve ark., 2001).

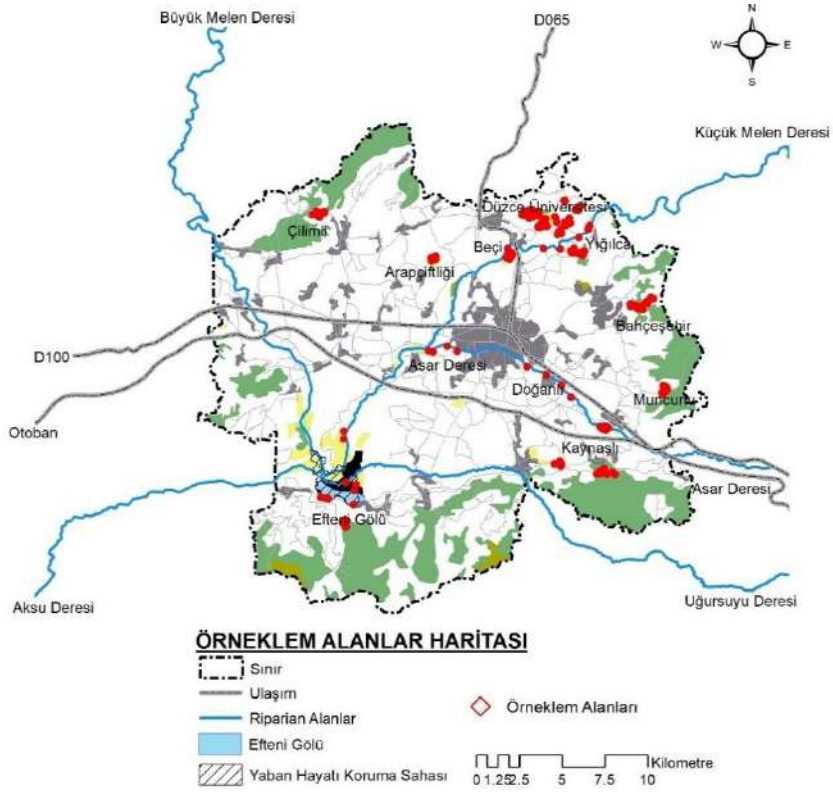
Araştırma kapsamında bitkisel tasarım elemanlarından renk, doku, form ve ölçü özellikleri ele alınmıştır. Bu tasarım elemanlarını belirlemekteki amaç, bu öğelerin bitkilerin kendi özelliklerinden ortaya koydukları değerler olmasıdır. Doğal bitki türlerinin özelliklerinin bilinmesi ile bitkisel tasarım aşamasında bu türlerin hangi özellikleri ile kullanım potansiyeli taşıdıkları daha kolay anlaşılacaktır. Ayrıca özellikle ülkemizde doğal bitki türlerinin gerek akademik açıdan gerekse uygulamalarda çok az değerlendirilmesi büyük bir eksiklik olarak ön plana çıkmaktadır. Bu çalışma ile doğal bitki örtüsünde bulunan bazı bitki türlerinin estetik ve fonksiyonel yönden kentsel alanlarda yapılacak olan peyzaj tasarımlarında değerlendirilmelerine yönelik öneriler getirilmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmanın ana materyali Karadeniz kıyı dağlarının batı kesiminde yer alan Düzce İli olarak belirlenmiştir. Çalışma alan sınırı olarak ise kente yakın olması ve daha kolay adapte olabilecek doğal türleri barındırması ve hali hazırda bir sınır etkisi barındırması sebebiyle Düzce Ovası sınırları ele alınmıştır.

Çalışma alanında, örnek alanların dağılışı rastgele örnekleme metodu ile yapılmıştır. Bu metod, arazide rastlantısal olarak alınan örnekleme esasına dayanmaktadır (Akman, Ketenoğlu ve Kurt, 2011). Çalışma alanlarının vejetasyon durumunu yansıtacak şekilde habitat tiplerinin kapladıkları alan ile orantısal olarak 33 örnek alandan toplamda 168 örneklem alan tespit edilmiştir (Şekil 1).

Çalışma kapsamında belirlenen örneklem alanlardan alınmış olan 89 familyaya ait 420 bitki taksonunun teşhisi yapılmıştır.



Şekil 1. Çalışma alan sınırı ve örneklem alan noktaları.

Teşhisi yapılan bitki taksonlarının bitki katmanları (ağaç, çalı, otsu, odunsu otsu, sarılıcı-tırmanıcı) ve fenolojisi (yaprak döken/ yarı her dem yeşil/her dem yeşil) gibi bilgiler sayısal ortama aktarılmıştır.

Bütün habitat tiplerinde tespit edilen bitkilerin bulunma yüzdelerine göre her katmandan 5 bitki türü seçilerek bu bitkiler peyzaj tasarım elemanları düzeyinde değerlendirilmişlerdir. Peyzaj tasarım elemanlarından renk, doku, form ve ölçü özelliklerinin yanısıra bitki bileşenlerinden mevsimsel görünüm (yaprak döken, yarı herdemyeşil, herdemyeşil), mevsimsel değişim ve en etkili bileşen (yaprak, gövde, çiçek, meyve) gibi kriterler açısından bitki türleri değerlendirilmiştir.

BULGULAR

Örnek alanlardaki bitki kompozisyonlarını bitkilendirme tasarımına yönelik olarak bir kompozisyonun karakterini ortaya koyacak bitki türlerinin tasarım elemanı özellikleri ile estetik değerlerinin de bilinmesi gerekmektedir.

Son yıllarda özellikle doğal bitki kullanımının kentsel alanlarda yapılan bitkilendirme çalışmalarında daha fazla tercih edilmeye başlamasıyla birlikte estetik

ve ekolojik açıdan bu bitkilerin kullanılması fayda sağlayacaktır. Ertekin ve Çorbacı (2010), üniversite kampüsü içerisinde yapmış oldukları çalışmada, estetik ve fonksiyonel özellikleri ön planda tutarak daha çok doğal bitkileri tercih etmişlerdir. Ekren ve Çorbacı (2022) da doğal bitki türlerinin tercih edilmesinin artmasıyla birlikte çevresel ve ekonomik faydalarında bu duruma paralel olarak artacağını ortaya koymuşlardır. Kösa ve Aksöğüt (2020) ise farklı kullanım alanlarında değerlendirilen bitkisel kompozisyonlarda bitkilerin ölçü ve form özelliklerinin etkili olduklarını ifade etmişlerdir.

Bu kapsamda bulunma yüzdesine göre en fazla olan bitki türlerinden bazıları bitki katmanlarına göre seçilerek Tablo 1'de peyzaj tasarım elemanları ve bitki bileşenleri açısından değerlendirilmiştir.

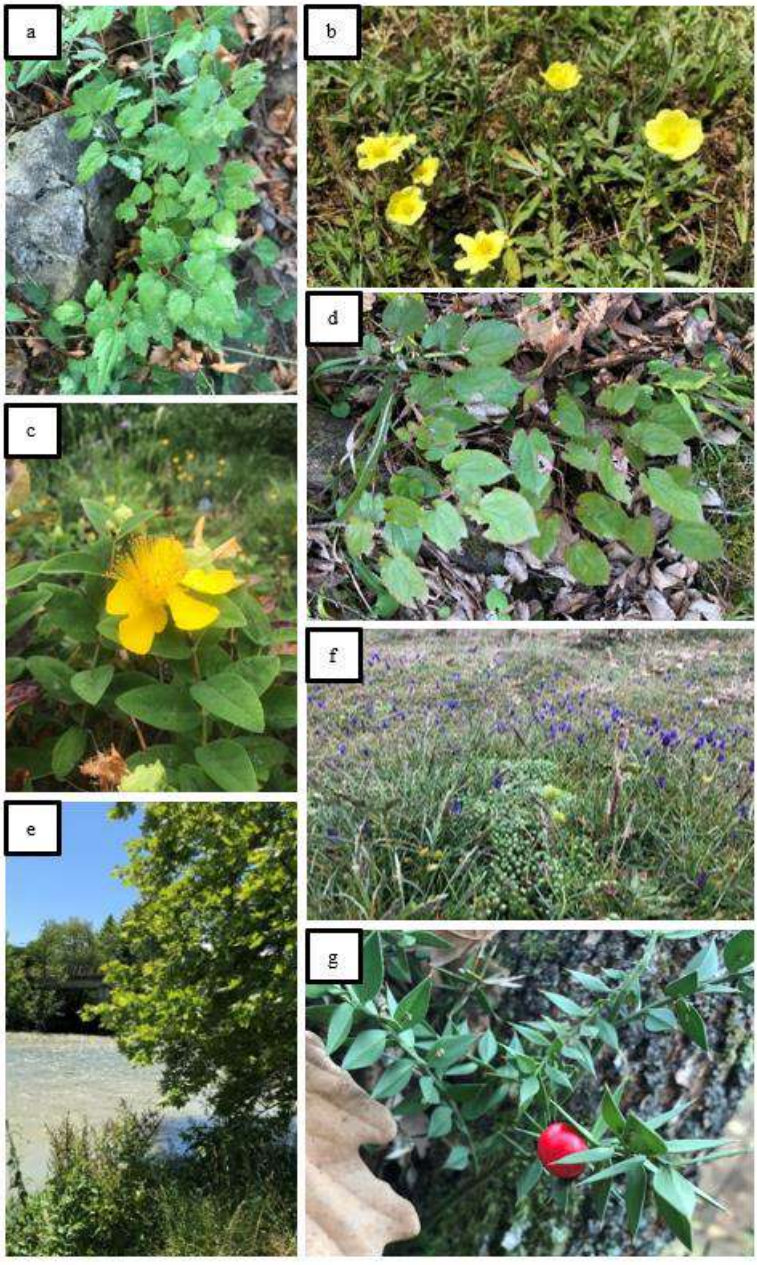
Bitki dokuları açısından değerlendirdiğimizde bitki katmanlarının hepsinde farklı doku tiplerinin olduğu görülmektedir. Form açısından ise ağaç katmanındaki bitkiler dağınık formlu bitkiler olup, çalı ve otsu katmandaki türler daha çok dik/küme formuna sahiptir. Bitki katmanlarının büyükten küçüğe sıralandığı düşünülürse ölçü bakımından da bu uyum görülmektedir. Sarılıcı/tırmanıcı bitkiler daha çok yaprak özellikleri ile etkiliyken, otsu bitkiler çiçek yapısıyla, çalı katmanındaki türler çiçek ve meyve bileşenleriyle ve son olarak ağaç katmanındaki türler habitus özellikleri ile ön plana çıkmaktadır.

Çalışma kapsamında bulunma yüzdelerine göre en fazla bulunan bitki türlerinden bazılarının doğal alanlarda ki görünümü Şekil 2'de verilmiştir. *Hypericum calycinum, Muscari neglectum* gibi türler çiçek etkisiyle ön plana çıkarken, *Ruscus aculeatus* türü hem meyve hem de yaprak etkisi ile göze çarparken, *Platanus orientalis* gövde etkisi görülmektedir. *Ayrıca Fagus orientalis, Castanea sativa, Smilax excelsa* gibi türler mevsimsel değişime sahiptir. (Tablo 1).

Tablo 1. Bulunma yüzdesine göre en fazla çıkan bitki katmanlarının peyzaj tasarım elemanları düzeyinde değerlendirilmesi.

KATMAN	Bitki İsmi	Tasarım Elemanı Özellikleri				Bitki Bileşenleri		
		Doku	Form	Ölçü	Renk	Mevsimsel , Görünüm	En Etkili Bileşen	Mevsimsel Değişim
Sarılıcı/Tırmanıcı	*Hedera helix*	Kaba	Yayılıcı	5-30 m	Alacalı Yeşil Yaprak	H.Y	Yaprak/Meyve	-
	Smilax excelsa	İnce	Tırmanıcı	5-20 m	Kırmızı Meyve	H.Y	Yaprak/Meyve	Kırmızı Yaprak
	Epimedium pubigerum	Orta	Yayılıcı	20-70 cm	Beyaz Çiçek, Kırmızı-Yeşil Yaprak	H.Y	Yaprak	-
	Clematis vitalba	İnce	Sarkık	5-15 m	Beyaz Çiçek Kokulu	Y.D	Çiçek/Yaprak	-
	Lysimachia nummularia	Orta	Yayılıcı	15-70 cm	Açık Yeşil Yaprak, Sarı Çiçek	Y.D	Yaprak/Çiçek	-
Otsu	*Oenanthe pimpinellaoides*	Orta	Küme	20-100 cm	Beyaz Çiçek	Y.D	Çiçek	-
	Plantago lanceolata	Kaba	Küme	10-90 cm	Koyu Yeşil Yaprak	Y.H.Y	Yaprak	-
	Potentilla recta	Orta	Dik	20-100 cm	Sarı Çiçek	Y.D	Çiçek	-
	Muscari neglectum	İnce	Dik	15-30 cm	Koyu Mavi Çiçek	H.Y	Çiçek	-
	Viola odorata	Orta	Küme	15-60 cm	Mor Çiçek Kokulu	H.Y	Çiçek/Yaprak	-
Çalı	*Rosa canina*	Orta	Dik/küme	1,5-5 m	Pembe Çiçek, Kırmızı Meyve	Y.D	Çiçek/Meyve	-
	Rubus sanctus	Orta	Küme	1-2 m	Pembe Çiçek, Siyah Meyve	Y.H.Y	Çiçek/Meyve	-
	Ruscus aculeatus	Kaba	Dik/küme	20-80 cm	Batıcı Yaprak, Kırmızı Meyve	H.Y	Yaprak/Meyve	-
	Rubus hirtus	Orta	Küme	1-2 m	Beyaz Çiçek	Y.H.Y	Çiçek/Yaprak	-
	Hypericum calycinum	Orta	Dik/küme	20-60 cm	Sarı Çiçek/Parlak Yeşil Yaprak	H.Y	Çiçek/Yaprak	Kırmızı Yaprak
Ağaç	*Castanea sativa*	Kaba	Dağınık	15-30 m	Yaprak/Meyve	Y.D	Yaprak/Meyve	Turuncu Yaprak
	Quercus petraea	Kaba	Dağınık	15-30 m	Koyu Yeşil Yaprak	Y.D	Yaprak/Meyve	-
	Fagus orientalis	Orta	Dağınık	15-40 m	Açık Yeşil Yaprak	Y.D	Yaprak/Gövde	Turuncu Yaprak
	Alnus glutinosa	Kaba	Dağınık	10-30 m	Koyu Yeşil Yaprak	Y.D	Yaprak/Meyve	Sarı Yaprak
	Platanus orientalis	Kaba	Dağınık	15-30 m	Orta Yeşil Yaprak	Y.D	Gövde/Yaprak	Sarı/Turuncu Yaprak

* Y.D-Yaprak Döken, H.Y-Herdemyeşil, Y.H.Y-Yarı Herdemyeşil



Şekil 2. Bulunma yüzdesine göre en fazla çıkan bitki türlerinden bazılarının görünümü (a-*Clematis vitalba,* b-Potentilla recta, c-*Hypericum calycinum*, d-*Epimedium pubigerum*, e-*Platanus orientalis*, f- *Muscari neglectum,* g-*Ruscus aculeatus).*

SONUÇ ve ÖNERİLER

Arazi çalışmaları sonucunda 33 noktada ve 168 örnek alanında toplam 420 bitki taksonu teşhis edilmiştir. Teşhis edilen türlerin büyük bir kısmını otsu bitkiler oluştururken onu sırasıyla çalı, ağaç ve sarılıcı/tırmanıcı katmanları izlemiştir.

Bitkiler hem estetik hem de fonksiyonel özellikleri ile bulundukları mekana değer katan elemanlardır. Bu çalışma ile birlikte hem katman düzeyinde hem de tür bazında değerlendirilebilecek türlerin özellikleri ortaya konularak bitkisel tasarımda ne şekilde kullanılması gerektiğine dair yön gösterici olacaktır.

Özellikle günümüzde yapılan bitkilendirme tasarımlarını incelediğimizde çalı katmanında bulunan bitki türlerinin tek tek kullanıldığı görülmektedir. Oysa ki çalıların grup halinde kullanımı gerek fonksiyonel gerekse estetik açıdan daha doğru olacaktır. Otsu katmanında ki bitki türlerini incelediğimizde de bu türlerin daha çok kitlesel olarak kullanılması gerekmektedir. Ayrıca yapılan bitki kompozisyonu çalışmalarında özellikle peyzaj tasarım elemanlarından renk, doku ve ölçü bakımından dikkat edilmesi gerekmektedir. Bitkisel tasarımlarda dikkat edilmesi gereken en önemli unsurlardan birisi de bitkilerin mevsimsel görünümlerinin bilinmesi ve bu durum göz önünde bulundurularak tasarımların uygulanmasının gerekliliğidir. Mevsimsel görünümü etkili olan türlerin kullanımı uygulanan alanlardaki estetik değeri arttıracaktır. Ayrıca bitkilerin mevsimsel değişiminin bilinmesi ile birlikte kışın yaprak döken bitkiler ile herdemyeşil bitkilerin dengeli oranda kullanımı tasarımı yapılan alanların bitkisel tasarım değerini arttıracak ve mevsimsel görünümün sürdürülebilirliğini sağlayacaktır.

Bitkisel tasarım çalışmalarında doğal bitki türlerinin kullanımı gerek ekonomik gerek ekolojik açıdan bulundukları alanlara önemli katkılar sağlamaktadır. Bu durum biyolojik çeşitliliği arttırarak ekolojik dengenin sağlanmasına ve sürdürülebilirliğine imkan sağlayacaktır. Estetik açıdan ise, egzotik bitkilerin aksine doğal bitki türlerin tercih edilmesi, alanda doğal formlarını yansıtacakları için bu alana ait oldukları hissini uyandıracaktır. Böylece günümüzde kentleşmeye bağlı olarak insanların kentin getirmiş olduğu baskılardan uzaklaşmalarını sağlayarak daha doğal görünümlü alanlar yaratma fırsatı sağlayacaktır.

Sonuç olarak doğal bitki türlerinin sahip oldukları estetik, ekolojik ve ekonomik değerler açısından bitkisel tasarımlarda değerlendirilmesi gerekmektedir.

Teşekkür: Bu çalışma Düzce Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı'nda "Farklı Habitat Tiplerindeki Doğal Bitki Örtüsünün Tür ve Kompozisyon Düzeyinde Tanımlanmasına Yenilikçi Bir Yaklaşım" başlıklı doktora tezinden üretilmiştir.

KAYNAKLAR

1. Akman, Y., Ketenoğlu, O., & Kurt, F. (2011). *Vejetasyon Ekolojisi ve Araştırma Metodları*. Ankara: Palme Yayıncılık.
2. Alp, Ş., Bilgili, C. B., Çorbacı, L. Ö., & Karaman, K. (2010). Siğilli huş (Betula pendula Roth.) ağacının bitkisel tasarım ilkeleri doğrultusunda fonksiyonelliğinin incelenmesi. *Derim*, *27*(2), 58-70.
3. Austin, R. L. (2002). *Elements of planting design*. Wiley.
4. Bell, P. A., Green, T., Fisher, J. D., & Baum, A. (2001). *Environmental psychology*. New Jersey.
5. Booth, N. K. (1990). Basic Elements of Landscape. *Architectural Design, Waveland Press*.
6. Deniz, B., & Şirin, U. (2005). Samson Dağı doğal bitki örtüsünün otsu karakterdeki bazı örneklerinden peyzaj mimarlığı uygulamalarında yararlanma olanaklarının irdelenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, *2*(2), 5-12.
7. Diekelmann, J., & Schuster, R. M. (2002). *Natural landscaping: Designing with native plant communities*. Univ of Wisconsin Press.
8. Dirmenci, T., Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., & Babaç, M. T. (2012). Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). *İstanbul: Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını*.
9. Ekren, E., & Çorbacı, Ö. L. (2022). Kahramanmaraş kentsel açık yeşil alanlarında kullanılan bitki materyalinin değerlendirilmesi. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, *18*(1), 25-50.
10. Eroğlu, E. (2015). Peyzajı karakterize eden doğal bitki kompozisyonları. *Ormancılık Dergisi*, *11*(2), 100-110.
11. Eroğlu, E., Kesim, G. A., & Müderrisoğlu, H. (2005). Düzce kenti açık ve yeşil alanlarındaki bitkilerin tespiti ve bazı bitkisel tasarım ilkeleri yönünden değerlendirilmesi. *Journal of Agricultural Sciences, 11*(3), 270-277.
12. Ertekin, M., & Çorbacı, Ö. L. (2010). Üniversite kampüslerinde peyzaj tasarımı (Karabük Üniversitesi peyzaj projesi örneği). *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, *10*(1), 55-67.
13. Günal, N. (2013). Türkiye'de iklimin doğal bitki örtüsü üzerindeki etkileri. *Acta Turcica*, *1*, 1-22.
14. Hannebaum IG 1998. Landscape Design: A Practical Approach. 4th Edition. Upper Saddle River, NJ, Prentice-Hall.
15. Robinson, N. (2004). The Planting Design Handbook, 2nd edn, Ashgate Publishing Ltd., *England.*

16. Sarı, D., & Karaşah, B. (2018). Bitkilendirme Tasarımı Öğeleri, İlkeleri ve Yaklaşımlarının Peyzaj Tasarımı Uygulamalarında Tercih Edilirliği Üzerine Bir Araştırma. *Megaron*, *13*(3).
17. Tarakci Eren, E. (2019). Analysis of plant species used in urban open spaces: The Trabzon case. *Applied Ecology and Environmental Research*, *17*(4), 9795-9811.

KARADENİZ'İN SİNOP KIYILARINDAN YAKALANAN GELİNCİK BALIĞININ *Gaidropsarus mediterraneus* (L., 1758) PARAZİT FAUNASI

Türkay ÖZTÜRK[1]
Arzu GÜVEN[2]

[1]Prof. Dr., Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Sinop, Türkiye. turkay.ozturk@gmail.com; ORCID: 0000 0001 5568 3214
[2]Dr. Öğr. Üyesi, Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Vahap Küçük Meslek Yüksekokulu, Malatya, Türkiye. arzu.cam86@gmail.com;ORCID: 0000 0002 8220 5282

GİRİŞ

Gelincik balığı, *Gaidropsarus mediterraneus*, Lotidae familyasının bir üyesidir. Doğu Atlantik, Güney Norveç, İngiliz Adaları'nın batı kıyıları, Güneybatı Avrupa ve Kuzeybatı Afrika kıyıları ile Güney Avrupa sahillerinde, Akdeniz ve Karadeniz'de toplam 26 ülkede yaygın olarak bulunan ve geniş dağılım gösteren bir balık türüdür. Gelincik balığı, morfolojik olarak ince ve kısmen uzun gövdeli, ortalama 20–40 cm uzunluğunda, koyu ve alacalı kahverengi renkli, kaygan ve pulsuz bir deriye ve dorsa-ventral olarak hafifçe yassılaşmış bir baş bölgesine sahiptir. Dorsal ve anal yüzgeçler belirgin şekilde uzun, ağız küçük ve ağız çevresinde 3 bıyık bulunmaktadır (Şekil 1).

Şekil 1. *Gaidropsarus mediterraneus* (Linnaeus, 1758) (orijinal)

Genellikle 5-18 C° arasındaki ılıman sularda, 1-450 m derinliklerde yaşayabilen, tabanı taşlık veya kayalık sucul bitkiler ile kaplı, kıyıdan 60 m derinliğe kadar denizel alanlarda bulunan demersal bir balık türüdür (Baensch ve Riehl, 1995; Muus ve Nielsen, 1999). Yumurta ve larvaları pelajiktir. Çevik, yırtıcı ve saldırgan bir balık olan gelincik balığı; yengeç, karides, su kurtları, dekapodlar, amfipod, isopod gibi kabuklu canlıların yanı sıra küçük balık ve algler ile beslenir (Khoury, 1984). Besininin çoğunluğunu bentik eklembacaklılar oluşturur (Bell ve Harmelin-Vivieni, 1983). Üreme zamanı genellikle sonbahar mevsimidir. Akdeniz ve Karadeniz'de yumurtlama eylülden marta, Kuzeydoğu Atlantik'te ise nisandan eylüle kadar sürer.

Çoğunlukla küçük ölçekli ve geleneksel balıkçılıkta trol, fanyalı ağ, çapari, tuzak ve olta kullanılarak hedef dışı av olarak yakalanan gelincik balığı; taze olarak tüketilse de çoğunlukla balık unu yapımında kullanılmaktadır. Karadeniz'in Türkiye kıyılarında gelincik balığının biyolojisi, stok yoğunluğu ile ilgili sadece bir tez çalışması bulunmaktadır (Osma, 2019). Bu çalışmanın dışında gelincik balığıyla ilgili herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Günümüze kadar Karadeniz'in Türkiye kıyılarındaki gelincik balığının konak olarak bildirildiği sınırlı sayıda çalışma vardır (Tepe ve Oğuz 2013; Tepe vd., 2014; Güneydağ vd., 2017; Okkay vd., 2017) ancak, parazit faunasının belirlenmesine yönelik

kapsamlı bir çalışma yapılmamıştır. Bu çalışma, Türkiye'de Karadeniz'in Sinop kıyılarında yakalanan gelincik balığının (*Gaidropsarus mediterraneus* L., 1758) parazit faunasını belirlemek amacıyla yapılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma Mayıs 2016 – Haziran 2018 tarihleri arasında Sinop kıyılarında gerçekleştirildi. Toplam 115 adet gelincik balığının incelendiği bu araştırmada balık örnekleri solungaç ve uzatma ağları ile aylık yakalandı. Yakalanan balıklar Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Hastalıklar Laboratuvarına getirildi ve bir kısmı taze olarak incelendi, bir kısmı ise daha sonra incelenmek üzere -20 ºC'de donduruldu. Laboratuvara getirilen ya da dondurulan balıkların paraziter açıdan incelenmesi esnasında öncelikle balıkların boy ve ağırlıkları ölçüldü. Balıkların vücut yüzeyi de dahil tüm organları, parazitolojik açıdan incelendi, parazitlerin bulunduğu organ ve parazit sayıları kaydedildi. Bütün incelemeler binoküler ışık mikroskobunda (Olympus CX41RF-5) gerçekleştirildi. Belirlenen endo parazitler tür tespitleri ve boyama işlemleri için %70'lik alkol çözeltisinde saklandı. Belirlenen parazit türlerinin tanımlamak için fotoğrafları çekildi. Parazitlerin fotoğraflanması Olympus BX53-F marka mikroskoba takılı DP25 marka dijital bir kamera ile gerçekleştirildi. Fotoğraflanan parazit bireylerinin boyutları şekillerde bir skala yardımı ile mikrometre (µm) olarak gösterildi. Parazitlerin tespitinde, boyanmasında ve tanımlanmasında Dimitrov vd (1996), Belofastova, (2006), Lom ve Dykova (1992), Pritchart ve Kruse (1982), Moravec, (1994) eserlerinden yararlanıldı. Parazit türlerinin enfeksiyon oranları ve enfekte balık başına ortalama parazit sayısı Bush vd. (1997) tarafından belirtildiği gibi hesaplandı.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Araştırma süresince incelenen 115 adet gelincik balığında: Ciliophora şubesine ait 2, Cnidaria şubesine ait 1, Platyhelminthes şubesine ait 11 (1 Monogea, 8 digenea, 2 Cestoda), Nemathelmintes şubesine ait 6 ve Acanthocephala şubesine ait 1 tür olmak üzere toplam 21 farklı parazit türünün varlığı tespit edilmiştir (Tablo 1).

Araştırmada tespit edilen tüm parazit türlerinin mikrohabitatları, enfeksiyon oranları (EO) ve enfekte balık başına ortalama parazit sayılarına (EBBOPS) ilişkin elde edilen veriler Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 1. Araştırma süresince gelincik balığında belirlenen parazit türleri

Ciliophora
Trichodina rectuncinata Raabe, 1958
Trichodina ovonucleata Raabei, 1958
Cnidaria
Sphaeromyxa sevastopoli Naidenova, 1970
Platyhelminthes
Gyrodactylus sp.
Metadena pauli (Vlasenko, 1931) Yamaguti, 1958
Galactosomum lacteum (Jägerskiöld, 1896) Looss, 1899
Stephanostomum bicoronatum (Stossich, 1883) Fuhrmann, 1928
Magnibursatus skrjabini (Vlasenko, 1931) Naidenova, 1969
Rhipidocotyle genovi Dimitrov, Kostadinova & Gibson, 1996
Lecithochirium musculus (Looss, 1907) Nasir & Diaz, 1971
Cainocreadium flesi Korniychuk & Gaevskaya, 2000
Helicometra fasciata (Rudolphi, 1819) Odhner, 1902
Progrillotia dasyatidis Beveridge, Neifar & Euzet, 2004
Scolex pleuronectis Müller, 1788
Nematoda
Hysterothylacium aduncum (Rudolphi, 1802) Deardorff & Overstreet, 1981
Hysterothylacium fabri (Rudolphi, 1819) Deardorff & Overstreet, 1980
Capillaria (Procapillaria) gracilis (Bellingham, 1840) Travassos, 1915
Spinitectus tamari Naidenova, 1966
Johnstonmawsonia sp.
Contraceacum sp.
Acanthocephala
Acanthocephaloides irregularis Amin, Oğuz, Heckman, Tepe & Kvach, 2011

Gelincik balığında araştırma süresince belirlenen parazit türlerine ait en yüksek enfeksiyon oranı %53.1 olarak *Progrillotia dasyatidis* türünde, en düşük enfeksiyon oranı ise %1.7 ile *Gyrodactylus* sp. türünde belirlenmiştir (Tablo 2). Enfekte balık başına ortalama parazit sayılarında en yüksek değer 42.60 ± 25.47 olarak *Rhipidocotyle genovi*, en düşük değer ise 1.00 ± 0.00 olarak *Contraceacum* sp. türünde tespit edilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Gelincik balığında belirlenen parazit türlerinin konak üzerindeki mikrohabitatı (M), enfeksiyon oranı (EO %) ve enfekte balık başına ortalama parazit sayısı (EBBOPS ± S.H.)

Parazit Türleri	**M**	**EO (%)**	**EBBOPS ± S.H.**
Trichodina spp.	S	8.7	*
Sphaeromyxa sevastopoli	SK	3.5	*
Gyrodactylus sp.	S	1.7	2.50 ± 0.5
Metadena pauli	S, G, B	10.4	8.08 ± 2.96
Galactosomum lacteum	S, G, PK	30.4	3.06 ± 0.49
Stephanostomum bicoronatum	S, VB, B	6.1	4.57 ± 2.77
Magnibursatus skrjabini	S	6.1	1.29 ± 0.18
Rhipidocotyle genovi	PK	21.7	42.60 ± 25.47
Lecithochirium musculus	B	8.7	5.40 ± 2.75
Cainocreadium flesi	B, PK	13.1	3.13 ± 1.72
Helicometra fasciata	B, PK	2.6	2.33 ± 1.33
Progrillotia dasyatidis	SK,	53.1	12.11 ± 1.88
Scolex pleuronectis	SK, B	31.3	29.81 ± 8.31
Hysterothylacium aduncum	B	42.6	3.71 ± 0.70
Hysterothylacium fabri	PK	2.6	1.33 ± 0.33
C. (Procapillaria) gracilis	B	4.3	2.20 ± 0.37
Spinitectus tamari	B	2.6	2.00 ± 1.00
Johnstonmawsonia sp.	B	5.2	1.33 ± 0.33
Contraceacum sp.	B	3.5	1.00 ± 0.00
Acanthocephaloides irregularis	B	7.8	2.78 ± 0.85
	Toplam	96.5	34.41 ± 7.49

*Sayılamayacak kadar yoğun, S: solungaç, SK: safra kesesi, G: göz, B: bağırsak, VB: vücut boşluğu, PK: pilorik kese, S.H.: standart hata

Araştırma süresince belirlenen tüm parazit türlerinin mevsimlere göre dağılımları değerlendirilirken; mart, nisan, mayıs aylarında incelenen balıklardaki parazitlere ait sayısal değerler ilkbahar mevsiminin, haziran, temmuz, ağustos aylarındaki sayısal veriler yaz mevsiminin, eylül, ekim, kasım aylarındaki sayısal değerler sonbahar mevsiminin, aralık, ocak ve şubat aylarındaki sayısal değerler de kış mevsiminin verileri olarak değerlendirilmiştir. Araştırma süresince belirlenen parazit türlerinin mevsimlere göre dağılımları Tablo 3'te sunulmuştur.

Araştırma süresince belirlenen parazit türlerinin mevsimlere göre en yüksek enfeksiyon oranı yaz ve kış mevsimlerinde (%100) tespit edilmiş, sonbahar mevsiminde %95.7 ve ilkbahar mevsiminde ise %77.8 oranında bir enfeksiyon oranı saptanmıştır. Enfekte balık başına ortalama parazit sayısı diğer mevsimlerden farklı olarak en yüksek yaz mevsiminde (76.85 ± 50.12)

saptanmıştır. Belirlenen tür sayılarının mevsimlere göre dağılımları incelendiğinde en fazla tür ilkbahar mevsiminde (17 tür) bulunmuştur (Tablo 3).

Tablo 3. Araştırmada belirlenen tüm parazitlerin mevsimlere göre dağılımları (N: incelenen balık sayısı)

Mevsimler	N	EO (%)	EBBOPS ± S.H.	Tür sayısı
İlkbahar	36	77.8	20.68 ± 8.54	17
Yaz	13	100	76.85 ± 50.12	14
Sonbahar	42	85.7	24.67 ± 6.07	13
Kış	24	100	42.46 ± 8.38	15

Tablo 3'te görüldüğü üzere araştırmada belirlenen parazit tür sayısı mevsimlere göre birbirinden farklılıklar göstermiştir. Araştırma süresince tespit edilen parazit türlerinin mevsimlere göre enfeksiyon oranları Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. Belirlenen parazit türlerinin mevsimlere göre dağılımları ve enfeksiyon oranı (%)

Parazit Türleri	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Trichodina spp.	8.3	7.7	11.9	4.2
Gyrodactylus sp.	2.8			4.2
Sphaeromyxa sevastopoli	11.1			
Metadena pauli	13.9		14.3	4.2
Galactosomum lacteum	36.1	30.7	23.8	33.3
Stephanostomum bicoronatum		15.4	11.9	
Magnibursatus skrjabini	2.8	15.4	9.5	
Rhipidocotyle genovi	11.1	30.7	23.8	29.2
Lecithochirium musculus		15.4	14.5	8.3
Cainocreadium flesi	5.6	15.4	7.1	33.3
Helicometra fasciata		15.4		4.2
Progrillotia dasyatidis	38.9	61.5	40.5	91.7
Scolex pleuronectis	11.1	23.1	19.5	87.5
Hysterothylacium aduncum	33.3	15.4	47.6	62.5
Hysterothylacium fabri	2.8			8.3
C. (Procapillaria) gracilis	2.8	7.7		12.5
Spinitectus tamari	2.8	7.7	2.4	-
Johnstonmawsonia sp.	13.9	7.7		-
Contraceacum sp.	2.8			12.5
Acanthocephaloides irregularis	13.9		4.8	8.3

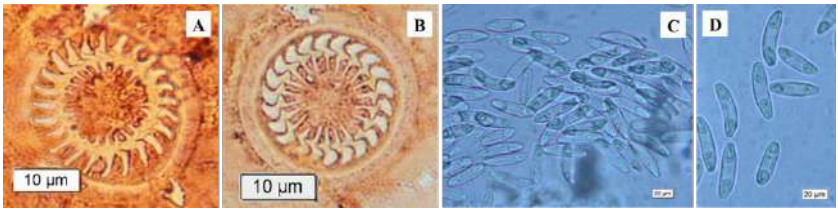
Ciliophora Türleri

Araştırmada gelincik balığı üzerinde Ciliophora şubesine ait *Trichodina* cinsinden 2 tür tespit edilmiştir (Şekil 2A-2B). *Trichodina* cinsine ait türlerin tür tanımlamaları ancak boyandıktan sonra yapılabildiğinden, tespit edilen 2 türün enfeksiyon değerlerine ait bulguları tür bazında ayrı ayrı verilememiş olup, *Trichodina* spp. başlığı adı altında sunulmuştur.

Araştırma süresince gelincik balığının solungaçlarında tespit edilen *Trichodina* türlerine (*Trichodina rectuncinata* ve *Trichodina ovonucleata*) ait en yüksek enfeksiyon oranı sonbahar (%11.9), en düşük enfeksiyon oranı ise kış (%4.2) mevsiminde belirlenmiştir (Tablo 4).

Trichodina rectuncinata (Şekil 2A), deniz balıklarında yaygın olarak bulunan *Trichodina* türlerinden biridir. Dünyanın farklı coğrafik alanlarında, aralarında Lotidae familyasının da yer aldığı 17 balık familyasına ait 20'den fazla tür konak olarak bildirilmiştir (Lom ve Dykova, 1992; Xu vd., 2001; Aguilar-Aguilar ve Islas-Ortega, 2015; Islas-Ortega vd., 2020). Karadeniz'de, başta Bleniidae ve Labridae familyaları olmak üzere 10 farklı familyaya ait birçok balık türünde bildirilmiştir (Zaika, 1968; Grupcheva ve ark. 1989; Gaevskaya ve Korniychuk, 2003). Bu trichodinid türünün, geniş bir konak spektrumuna sahip olmasının yanı sıra, çoğunlukla demersal veya bentik balıklarda rapor edilmesi dikkat çekicidir.

Trichodina ovonucleata (Şekil 2B) ilk olarak Raabe (1958) tarafından Adriyatik'deki Blennidae familyasının türlerinde tanımlanmıştır. Oldukça geniş bir konak listesine sahip bu trichodinid, Pasifik ve Atlantik Okyanusları ile Akdeniz ve Karadeniz dahil olmak üzere dünya çapındaki çeşitli deniz balıklarından pek çok yazar tarafından rapor edilmiştir (Zaika, 1968; Stein, 1979; Grupcheva vd., 1989; Xu vd., 2002; Gaevskaya ve Korniychuk, 2003). Ülkemizde *Mullus barbatus ponticus*, *Gaidropsarus mediterraneus*, *Parablennius sanguinolentus* ve *Scophthalmus maeoticus* türlerinde bildirilmiştir (Öztürk ve Yeşil 2019; Öztürk ve Güven, 2022).



Şekil 2. Araştırmada tespit edilen Ciliophora ve Cnidaria türleri (orijinal). **A.** *Trichodina rectuncinata* Raabe, 1958, **B.** *Trichodina ovonucleata* Raabei, 1958, **C-D.** *Sphaeromyxa sevastopoli* Naidenova, 1970

Cnidaria Türleri

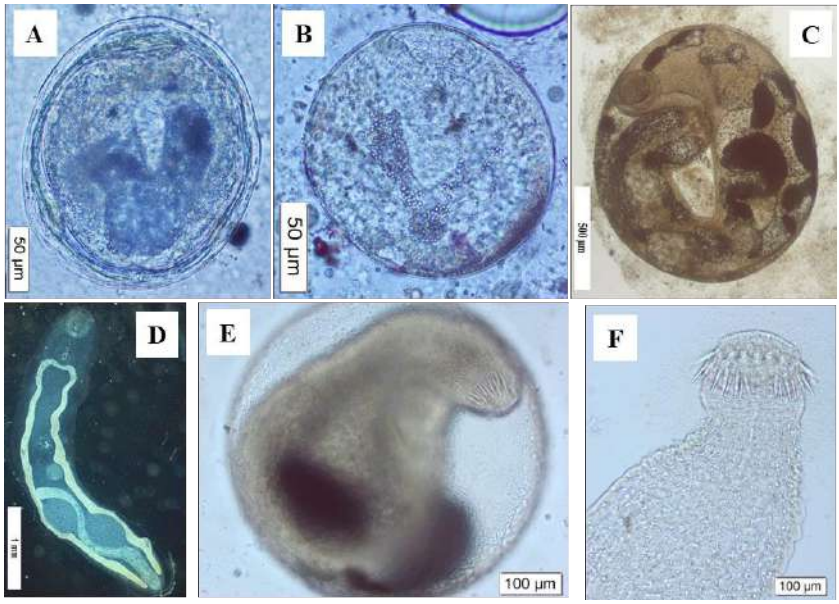
Araştırma süresince Cnidaria şubesine ait Sphaeromyxidae ailesinden 1 tür *Sphaeromyxa sevastopoli* (Şekil 2C-2D) tespit edilmiştir. *Sphaeromyxa sevastopoli* incelenen balıkların safra kesesinde saptanmıştır. Araştırmada sadece ilkbahar mevsiminde belirlenmiş, diğer mevsimlerde tespit edilmemiştir (Tablo 4). *Sphaeromyxa sevastopoli* türü parazit Karadeniz ve Azak denizindeki başta *Gaidropsarus mediterraneus* olmak üzere *Atherina boyeri, Gobius niger, Mesogobius batrachocephalus, Negobius melanostomus, Neogobius fluviatilis, Protherorhinus marmoratus, Gobius platyrostris, Parablennius sanguinolentus, Parablennius tentacularis, Sprattus sprattus, Mugil cephalus* ve *Uranoscopus scaber* gibi deniz balıklarında bildirilmiştir (Naidoneva, 1970; Iskov, 1989; Yurakhno, 2009; Okkay vd., 2017).

Platyhelminthes Türleri

Araştırmada Platyhelminthes şubesine ait Monogenea, Trematoda ve Cestoda sınıflarından toplamda 11 farklı parazit türü tespit edilmiştir.

Monogenea sınıfından *Gyrodactylus* cinsine ait 1 tür (*Gyrodactylus* sp.) tespit edilmiş ve incelenen 115 gelincik balığının sadece 2 bireyinde bulunmuştur. Araştırmada belirlenen diğer türler ile kıyaslandığında en düşük enfeksiyon oranı sahip parazit türüdür (Tablo 1).

Araştırmada Trematoda sınıfına ait 8 Digenea parazit türü tespit edilmiştir (Tablo 1). Araştırma süresince belirlenen bu digenea türleri içerisinde; *Metadena pauli*, *Galactosomum lacteum* ve *Stephanostomum bicoronatum* türlerinin metaserker evredeki bireyleri (Şekil 3), *Magnibursatus skrjabini, Rhipidocotyle genovi, Lecithochirium musculus, Cainocreadium flesi* ve *Helicometra fasciata* türlerinin ise ergin evredeki bireyleri (Şekil 4) tespit edilmiştir.



Şekil 3. Araştırmada metaserker evrede tespit edilen Digenea türleri (orijinal). **A.** kist içinde *Metadena pauli* bireyi, **B.** kistten çıkarılmış *M. pauli* bireyi, **C.** kist içinde *Galactosomum lacteum* bireyi, **D.** kistten çıkarılmış *G. lacteum* bireyi, **E.** kist içinde *Stephanostomum bicoronatum* bireyi, **F.** kistten çıkarılmış *S. bicoronatum* bireyinin anterior kısmı

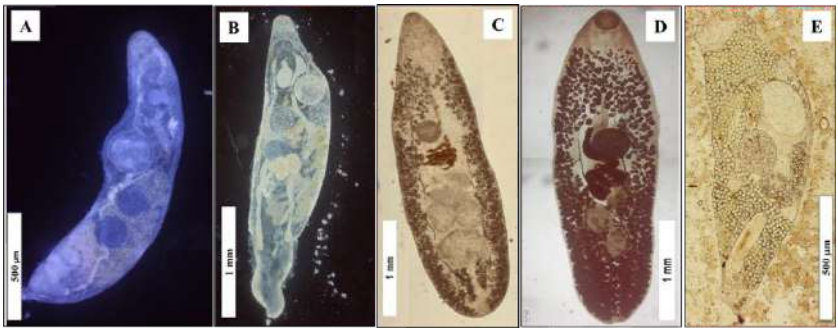
Metadena pauli metaserkeri (Şekil 3A-3B) incelenen balıkların solungaç, göz ve bağırsak dokusunda tespit edilmiştir. Araştırma süresince en düşük enfeksiyon oranı kış mevsiminde (%4.2), en yüksek enfeksiyon oranı ise sonbahar mevsiminde (%14.3) gözlemlenmiş, yaz mevsiminde incelenen balıklarda ise parazit tespit edilmemiştir (Tablo 4).

Galactasomum lacteum metaserkeri (Şekil 3C-3D), incelenen balıkların solungaç, göz ve pilorik kesede %30.4'lük bir enfeksiyon oranında tespit edilmiştir (Tablo 2). Araştırmada 4 mevsim boyunca saptanan *G. lacteum* metaserkerinin en yüksek enfeksiyon oranı ilkbahar (%36.1), en düşük ise sonbahar (%23.8) mevsiminde tespit edilmiştir (Tablo 4).

Stephanostomum bicoronatum metaserkeri (Şekil 3E-3F), incelenen balıkların solungaç, bağırsak ve vücut boşluğunda %6.1'lik bir enfeksiyon oranında tespit edilmiştir (Tablo 2). Araştırmada yaz ve sonbahar mevsimlerinde incelenen balıklarda gözlemlenen *S. bicoronatum* metaserkeri ilkbahar ve kış mevsimlerinde incelenen balıklarda tespit edilmemiştir (Tablo 4).

Araştırma süresince tespit edilen ergin evredeki Digenea türlerine (Şekil 4) ait enfeksiyon oranları artan oran sırasıyla; *Helicometra fasciata* (%2),

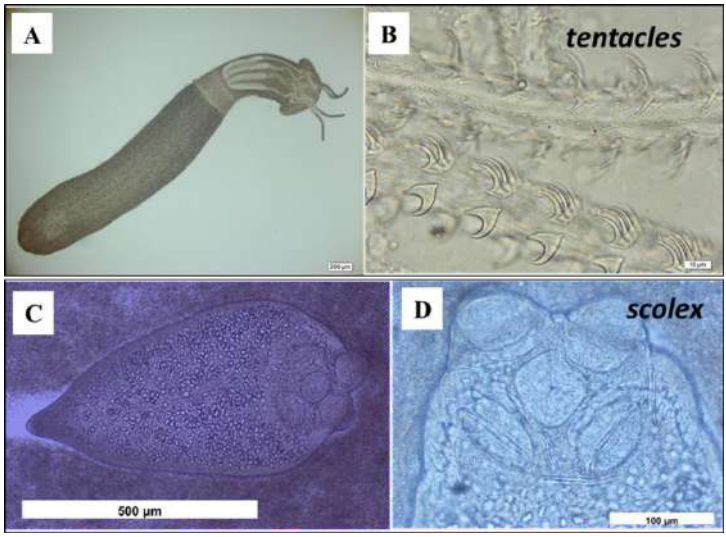
Magnibursatus skrjabini (%6.1), *Lecithochirium musculus* (%8.7), *Cainocreadium flesi* (%13.1) ve *Rhipidocotyle genovi* (21.7) olarak belirlenmiştir. Bu türlerin mevsimsel bulunuşları da birbirinden farklılık göstermiştir (Tablo 4). Balıkların bağırsak ve pilorik keselerinde bulunan *Cainocreadium flesi* ile balıkların pilorik keselerinde bulunan *Rhipidocotyle genovi* incelenen balıklarda yıl boyu (tüm mevsimlerde) tespit edilirken, balıkların solungaç dokularında saptanan *Magnibursatus skrjabini* ise kış mevsiminde incelenen balıklarda tespit edilmemiştir (Tablo 4). Araştırma süresince düşük enfeksiyon oranında tespit edilen *H. fasciata* ve *L. musculus* ise sadece ilkbahar mevsiminde incelenen balıklarda gözlemlenmiştir.



Şekil 4. Araştırmada ergin evrede tespit edilen Digenea türleri. **A.** *Magnibursatus skrjabini*, **B.** *Lecithochirium musculus*, **C.** *Helicometra fasciata*, **D.** *Cainocreadium flesi*, **E.** *Rhipidocotyle genovi*

Bu araştırmada tespit edilen digenea türleri özellikle kuzey Karadeniz'de yaşayan gelincik balıklarında daha önce birçok araştırıcı tarafından bildirilmiştir (Dimitrov vd., 1996; Dolgikh ve Naidenova, 1968; Gaevskaya ve Kornychuk, 2003; Greze vd., 1975; Katokhin vd., 2020; Naidenova, 1969; Nikolaeva ve Solonchenko, 1970). Bu araştırmada gelincik balıklarında tespit edilen digenea parazit türlerinden; *Rhipidocotyle genovi, Cainocreadium flesi* ve *Metadena pauli* ülkemiz parazit faunası için yeni kayıt türlerdir.

Araştırmada Platyhelminthes şubesine ait Cestoda sınıfından *Progrillotia dasyatidis* ve *Scolex pleuronectis* türlerinin larva evresindeki bireyleri tespit edilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Araştırmada tespit edilen Cestoda sınıfına ait türler. **A.** *Progrillotia dasyatidis* (pleroserkus) bireyi, **B.** *P. dasyatidis* (pleroserkus) ait tentaküller, **C.** *Scolex pleuronectis* (pleroserkoid) bireyi, **D.** *S. pleuronectis* (pleroserkoid) bireyinin skoleks bölgesi.

Araştırma süresince tespit edilen her iki sestod türüne (*P. dasyatidis* ve *S. pleuronectis*) ait en düşük enfeksiyon oranı ilkbahar mevsiminde incelenen balıklarda (%38.9 ve %11.1 sırasıyla), en yüksek enfeksiyon oranı ise kış mevsiminde incelenen balıklarda (%91.11 ve %87.5 sırasıyla) gözlemlenmiştir. Karadenizde *P. dasyatidis* ve *Scolex pleuronectis* pleroserkerleri, pek çok pelajik ve demersal balıkta bildirilen yaygın sestodlardandır (Çelik ve Oğuz, 2021; Kornyychuk vd., 2016; Kornyychuk vd., 2022; Polyakova vd., 2014; Polyakova vd., 2017; Polyakova, 2020).

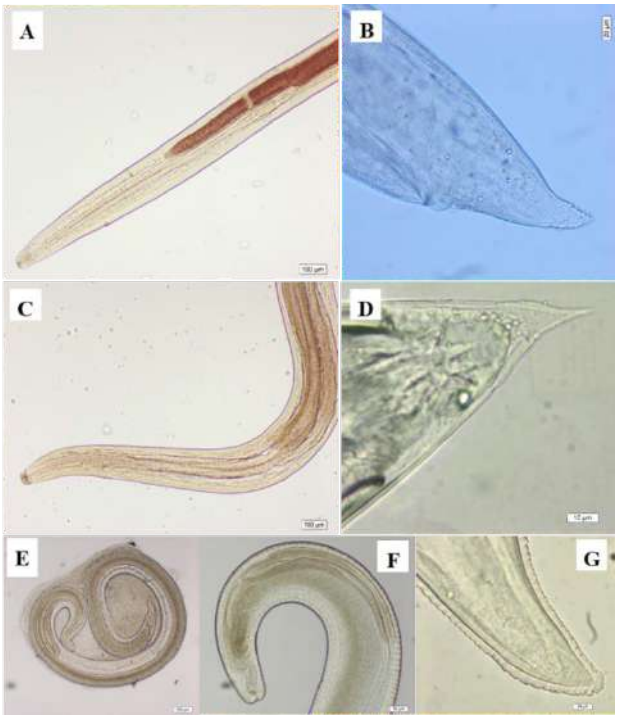
Scolex pleuronectis pleroserkerleri Karadenizin Türkiye kıyılarında gelincik balığının yanı sıra *Merlangius merlangus, Trachurus trachurus, Spicara flexuosa, Zosteriosessor ophicephalus, Neogobius melanostomus, Mesogobius bathriocephalus, Gobius niger, Gobius cruentatus, Ophidion rochei, Mullus barbatus, Solea solea* ve *Arnoglossus laterna* balıklarında çeşitli araştırıcılar tarafından bildirilmiştir (Tepe vd., 2014; Özer vd., 2015; Güneydağ vd., 2017; Öztürk ve Yeşil, 2018; Güven ve Öztürk, 2019; Öztürk ve Güven, 2021).

Nemathelmintes Türleri

Araştırma süresince incelenen balıklarda Nemathelmintes şubesine ait 6 türün varlığı belirlenmiştir. Bunlar; *Hysterothylacium aduncum* Rudolphi 1802, *Hysterothylacium fabri* Rudolphi 1819, *Capillaria (Procapillaria) gracilis* (Bellingham, 1840) Travassos, 1915, *Spinitectus tamari* Naidenova, 1966, *Contraceacum* sp. ve *Johnstonmawsonia* sp. türleridir.

Araştırma süresince incelenen balıklarda; *Hysterothylacium aduncum*, *H. fabri* ve *Contraceacum* türlerinin larval evreleri (L3 ve L4) tespit edilirken (Şekil 6), *C. (Procapillaria) gracilis*, *S. tamari* ve *Johnstonmawsonia* sp. türlerinin ise ergin bireyleri tespit edilmiştir (Şekil 7).

İncelenen balıkların sindirim sisteminde tespit edilen *Hysterothylacium aduncum* ve *H. fabri* türlerinin larva (L3 ve L4 evrelerindeki) bireyleri saptanmış, ergin bireylerine rastlanılmamıştır. Benzer şekilde incelenen balıklarının sindirim sisteminde (bağırsak) ergin bireylerine rastlanılmayan bir diğer nematod türü *Contraceacum* sp. ise incelenen balıklarda kist içerinde tespit edilmiştir (Şekil 6E). *Hysterothylacium aduncum* araştırma süresince tüm mevsimlerde tespit edilirken, *H. fabri* ve *Contraceacum* sp. ise sadece kış ve ilkbahar mevsimlerinde incelenen balıklarda tespit edilmiştir.



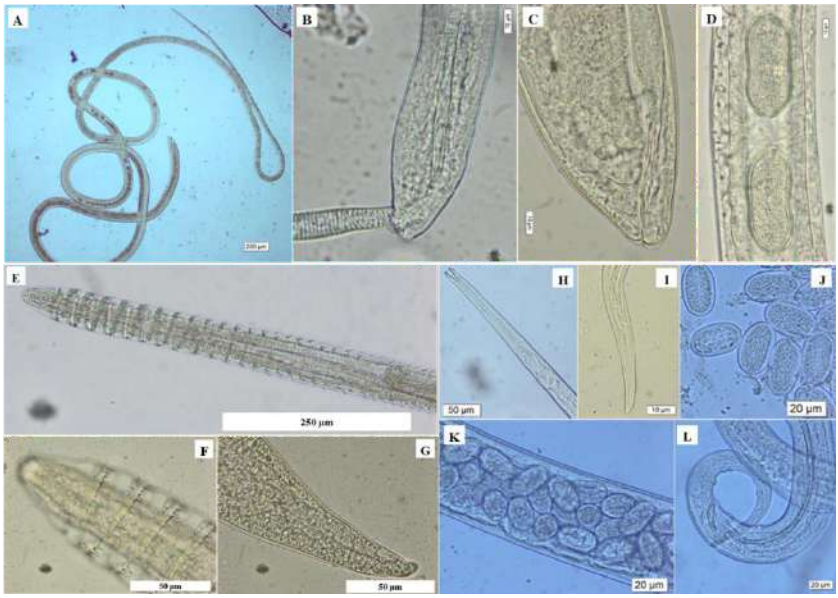
Şekil 6. Araştırmada tespit edilen larval evredeki Nemathelmintes şubesine ait türler (orijinal). **A**. *Hysterothylacium aduncum* (L4) anterior bölge **B.** *H. aduncum* (L4) kuyruk, **C.** *H. fabri* (L4) anterior bölge, **D.** *H. fabri* (L4) kuyruk, **E.** kist içerisindeki *Contraceacum* sp. genel görünüm, **F.** kistten çıkarılmış *Contraceacum* sp. anterior bölge, **F.** kistten çıkarılmış *Contraceacum* sp. Kuyruk

Karadeniz'in Türkiye kıyılarında günümüze kadar yapılan balık nematodları ile ilgili araştırmalar incelendiğinde, *H. aduncum* parazit türünün aralarında gelincik balığının da yer aldığı oldukça geniş bir konak listesi olduğu bilinmektedir (Tepe ve Oğuz, 2013) ve 20'ye yakın balık türünde varlığı bildirilmiştir.

Hysterothylacium fabri, ülkemiz sularında, Ege ve Akdeniz'deki çeşitli balık türlerinde bildirilirken (Akmırza, 2001; 2013; Pekmezci vd., 2014), Karadeniz'de ise *Mullus barbatus ponticus* balığında bildirilmiştir (Öztürk ve Yeşil, 2018). Karadeniz'in Türkiye kıyılarındaki gelincik balığında *H. fabri* türünün bulunuşu, ilk kez bu araştırma ile bildirilmektedir.

Araştırmada süresince %4.3'lük bir enfeksiyon oranı sahip *Capillaria (Procapillaria) gracilis*, sadece sonbahar mevsiminde incelenen balıklarda tespit edilememiştir (Tablo 2, 4). Bu parazitin yaşam döngüsünde, oligoket ve kum

kaya balığının birinci ve ikinci ara konak olarak rol aldığı, bazı durumlarda oligoketlerde de parazitin L3 evresinin gözlemlendiği vurgulanmıştır (Køie, 2001). Oligoket gibi kurtlar gelincik balığının besinleri arasında yer aldığı göz önünde bulundurulduğunda balıkların enfekte oligoketleri tüketmeleri ile enfekte oldukları söylenebilir.



Şekil 7. Araştırmada belirlenen Nemathelmintes şubesine ait ergin türler (orijinal). **A.** *Capillaria (Procapillaria) gracilis* ait genel görünüm, **B.** *C. (P.) gracilis* erkek bireyin kuyruk bölgesi, **C.** *C. (P.) gracilis* dişi bireyin kuyruk bölgesi, **D.** *C. (P.) gracilis* nematodu içindeki yumurtaların genel görünümü, **E.** *Spinitectus tamari* nematodun anterior bölgesi, **F.** *S. tamari* vücut yüzeyindeki kutikular dikenler, **G.** *S. tamari* erkek birey kuyruk bölgesi, **H.** *Johnstonmawsonia* sp. nematodunun baş bölgesi, **I.** dişi birey kuyruk bölgesi, **J.** yumurtanın genel görünümü, **K.** nematod içindeki yumurtaların genel görünümü, **L.** erkek birey kuyruk

Araştırma süresince incelenen balıklarının bağırsağında tespit edilen *Spinitectus tamari* (Şekil 7E-G.) daha önce Karadeniz'de gelincik balığı ile yassıbaş kayabalığında (*M. batrachocephalus*) Naidenova, (1966) tarafından bildirilmiştir. Ülkemizde ise aynı cinse ait ve *S. tamari* ile oldukça benzer morfolojik özelliklere sahip *S. oviflagellis* Marmara Denizi'ndeki gelincik balığında Oğuz (1996) tarafından bildirilmiştir. *Spinitectus oviflagellis* özellikle Avrupa ve Atlantik sularında bulunan Gadidae, Moridae, Sebastidae ve

Pleuronectidae familyalarının türlerinde sıklıkla bildirilmiştir (Koie, 1993; Moravec ve Klimpel, 2007). Morfolojik olarak iki tür birbirine oldukça benzemektedir. Filamentli yumurtalara sahip bu iki türün ayırt edilmesinde gelişmiş yumurtalardaki filamentler önemli rol oynar ve türlerin morfolojik olarak ayırt edilmesinde, yumurtadaki filamentlerin yerleşimi göz önünde bulundurulmaktadır. *S. oviflagellis* yumurtalarının her iki kutubunda da filament bulunurken, *S. tamari* yumurtalarının tek kutubunda filament bulunmaktadır. Bu araştırmada tespit ettiğimiz dişi bireylerin olgun yumurtalarının 2 filamentli olduğu ve filamentlerin yumurtanın tek kutubunda bulunduğu gözlemlenmiştir. Araştırmada %2.6'lık düşük bir enfeksiyon oranı ile tespit edilen *S. tamari,* ülkemiz parazit faunası için yeni kayıt olarak bu çalışma ile kayıt altına alınmıştır.

Araştırmada incelenen balıkların bağırsak dokusunda *Johnstonmawsonia* sp. (Şekil 7H-L) türünün ergin bireyleri ilkbahar ve yaz mevsimlerinde gözlemlenmiştir (Tablo 4). Daha önce Karadeniz'in Kırım kıyılarında *Lipophrys pavo, Parablennius sanguinolentus* ve *P. tentacularis* balık türlerinde bildirilmesine (Gaevskaya ve Korniychuk, 2003) rağmen, ülkemizde ve gelincik balığında da ilk kez bu araştırma ile bildirilmektedir.

Acanthocephala Türleri

Araştırma süresince incelenen balıklarda Acanthocephala şubesine ait Arhythmacanthidae familyasının bir türü olan *Acanthocephaloides irregularis* (Şekil 8) tespit edilmiştir.

Şekil 8. Araştırmada belirlenen Acanthocephala şubesine ait türler (orijinal). **A.** dişi *Acanthocephaloides irregularis* bireyin genel görünümü, **B.** erkek *A. irregularis* bireyin görünümü, **C.** Probiskis, **D.** terminal bursa (erkek birey)

Araştırmada sonbahar, kış ve ilkbahar mevsimlerinde incelenen balıklarda tespit edilen tür, yaz mevsiminde incelenen balıklarda gözlemlenmemiştir (Tablo 4).*Acanthocephaloides irregularis,* ilk olarak Karadeniz'in Ukrayna kıyılarındaki Blenniidae, Gobiidae ve Syngnathidae familyalarına ait 4 deniz balığında tanımlanmıştır (Amin ve ark., 2011). Karadeniz'in Türkiye kıyılarında ise *Mullus barbatus ponticus*, *Gobius niger, Mesogobius batrachocephalus*, *Negobius melanostomus, Zosteriosessor ophicephalus* ve *Scorpaena porcus* türlerinde bildirilmiştir (Öztürk ve Yeşil, 2018; Öztürk ve Güven, 2021; Tepe ve Oğuz, 2013). *Acanthocephaloides irregularis,* her ne kadar Karadeniz'de yaşayan çeşitli deniz balıklarında bildirilmiş olsa da gelincik balığında daha önce bildirilmemiş olup, bu araştırma ile ilk kez bildirilmektedir.

SONUÇ

Bu araştırma, ülkemizdeki gelincik balığının paraziter faunasını belirlemeye yönelik yapılmış ilk kapsamlı çalışmadır. Bu araştırma, çalışmada belirlenen türlerden *Rhipidocotyle genovi, Cainocreadium flesi, Metadena pauli* ve *Spinitectus tamari* parazitlerinin ülkemiz parazit faunası için yeni kayıtlar olarak belirlenmesinin yanı sıra, *Hysterothylacium fabri* ve *Acanthocephaloides irregularis* türlerinin de gelincik balığında ilk kez bildirilmesi bakımından önemli ve yeni bulgular içermektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada kullanılan verilerin bir bölümü, 03-05 Kasım 2016 tarihleri arasında Antalya'da düzenlenen "FABA-2016 International Symposium on Fisheries and Aquatic Science" sempozyumunda poster olarak sunulmuş ve posterin özeti, özet bildiri kitabında yayımlanmıştır.

KAYNAKLAR

1. Aguilar-Aguilar, R. & Islas-Ortega, A.G. (2015). A checklist of ciliate parasites (Ciliophora) of fishes from Mexico. *Zootaxa, 4027*(2), 270–280. doi: http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.4027.2.6
2. Akmirza, A. (2001). The samples from metazoon parasites detected in fish around Gokçeada. I. Congress of National Aegean Islands (Gokçeada), Gokçeada, 85–96.
3. Akmırza, A. (2013). Parasitic cestodes of fish in the waters off Gökçeada, North Aegean Sea. *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment*, *19*, 178-184.
4. Amin, O. M., Oğuz, M. C., Heckmann, R. A., Tepe, Y. & Kvach, Y. (2011). *Acanthocephaloides irregularis* n. sp. (Acanthocephala: Arhythmacanthidae) from marine fishes off the Ukrainian Black Sea coast. *Systematic Parasitology*, *80*(2), 125-135. doi: http://dx.doi.org/10.1007/s11230-011-9312-0
5. Baensch, H. A. & Riehl, R. (1995). *Aquarien Atlas*. Band 4. Mergus Verlag GmbH, verlag für natür und heimtierkunde, Melle, Germany. 864 p.
6. Bell, J. D. & Harmelin-Vivien, M. L. (1983). Fish fauna of French Mediterranean Posidonia oceanica seagrass meadows. II: feeding habits. *Tethys (Marseille)*, *11*(1), 1-14.
7. Belofastova, I. P. (2006). *Solearhynchus rhytidotes* nov. comb. (Palaeacanthocephala: Echinorhynchidae), a parasite of soles (Soleidae). *Parazitologiya, 40*(1), 85-93.
8. Bush, A. O., Lafferty, K. D., Lotz, J. M. & Shostak, A. W. (1997). Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *Journal of Parasitology, 83*, 575–583.
9. Çelik, B. A. & Oğuz, M. C. (2021). Endohelminth fauna of teleost fishes from coasts of Şile region of the Black Sea. *Helminthologia*, *58*(3), 263-270. doi: https://doi.org/10.2478/helm-2021-0029
10. Dimitrov, G., Kostadinova, A. & Gibson, D.I. (1996). *Rhipidocotyle genovi* n. sp. (Digenea: Bucephalidae) from the intestine of *Gaidropsarus mediterraneus* (L.) (Gadiformes: Gadidae) from the Black Sea. *Systematic Parasitology, 33,* 209-216.
11. Dolgikh, A. V. & Naidenova, N. N. (1968). On the fauna of helminths of *Gaidropsarus mediterraneus* (L.) from the Black Sea. *Parazitologiya, 2,* 448–453. (In Russian).
12. Gaevskaya, A. V. & Korniychuk, Y. M. (2003). Modern condition of biological diversity in near-shore zone of Crimea (the Black sea sector). *Sevastopol: Ekosi-Gidrophizika*. ISBN: 966-02-3133-4

13. Greze, V. N., Delyamure, S. L. & Nikolaeva, V. M. (Eds.). (1975). *Key to the parasites of vertebrates of the Black Sea and the Sea of Azov.* Kiev: Naukova Dumka, 551 pp. (In Russian).
14. Grupcheva, G., Lom, J., Dyková, I. (1989). Trichodinids (Ciliata: Urceolariidae) from gills of some marine fishes with the description of *Trichodina zaikai* sp. n. *Folia Parasitolog-ica*, *36*(3), 193–207.
15. Güneydağ, S., Özkan, H. & Özer, A. (2017). *Scolex pleuronectis* (Cestoda) infections in several bony fish species collected from Sinop Coasts of the Black Sea. *Sinop University Journal of Natural Science, 2*(1)*,* 150 – 158.
16. Güven, A. & Öztürk, T. (2019). Metazoan parasites of common sole (*Solea solea*) and scaldfish (*Arnoglossus laterna*) (Pleuronectiformes) from Sinop coast of Black Sea. *Helminthologia*, *56*(2), 132-140. doi: https://doi.org/10.2478/helm-2019-0009
17. Iskov, M. P. (1989). *Myxosporidia (Myxosporea)*. Naukowa Dumka, Kiev: 212 s
18. Islas-Ortega, A. G., Basson, L., Marcotegui, P., Ruiz-Campos, G. de Jager, G. P., Rivas, G. & Aguilar-Aguila, R. (2020). Trichodinids (Ciliophora: Trichodinidae) on rocky-tidal fishes from the Baja California Peninsula, Mexico. *Journal of Parasitology, 106*(5), 689–698. doi: https://doi.org/10.1645/20-80
19. Katokhin, A. V. & Kornyychuk, Y. M. (2020). Genotyping of Black Sea trematodes of the family Opecoelidae by mitochondrial markers. *Marine Biological Journal, 5*(4), 15–27. doi: https://doi.org/10.21072/mbj.2020.05.4.02
20. Khoury, C. (1984). Ethologies alimentaires de quelques especes de poissons de l'herbier de Posidones du parc national de Port-cros. In *International workshop on Posidonia oceanica beds 1, 1984*. GIS Posidonie Publishing.
21. Koie, M. (1993). Nematode parasites in teleosts from 0 to 1540 m depth off the Faroe Islands (the North Atlantic). *Ophelia*, *38*, 217–243.
22. Koie, M. (2001). The life-cycle of *Capillaria gracilis* (Capillariidae), a nematode parasite of gadoid fish. *Sarsia*, *86*(4-5), 383-387
23. Kornyychuk, Y. M., Dmitrieva, E. V., Yurakhno, V. M., Polyakova, T. A., Pronkina, N. V., Popjuk, M. P., Tarina, N. A. & Rudenko, M. R. (2016). *Parasite fauna of fishes in biocenoses of the reserve water off the Lebyazh'i islands,* (pp. 305–307), In Materials of the VIII International Scientific and Practical Conference, (pp. 305-307). Simferopol, Ukraine
24. Kornyychuk, Y., Polyakova, T. & Pronkina, N. (2022). New data on pipefishes' and seahorse's endohelminths off Crimean coasts of the Black

Sea. *Helminthologia*, *59*(1), 74–78. doi: https://doi.org/10.2478/helm-2022-0006
25. Lom, J. & Dyková, I. (1992). *Protozoan parasites of fishes*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B.V. ISBN: 0-444-89434-9
26. Moravec, F. (1994). *Parasitic Nematodes of Freshwater Fishes of Europe*. Praha and Dordrecht, Boston, London, Academia and Kluwer Acad. Publishers, pp. 473
27. Moravec, F. & Klimpel, S., 2007. New data on the morphology of *Spinitectus oviflagellis* Fourment, 1884 (Nematoda: Cystidicolidae) from the pyloric caeca of *Macrourus berglax* (Macrouridae) in the eastern Greenland Sea. *Systematic Parasitology*, *67*, 43–50
28. Muus, B. J. & Nielsen J. G. (1999). *Sea fish*. Scandinavian fishing year book, Hedehusene, Denmark. 340 s.
29. Naidenova, N. N. (1966) [Distribution of helminth larvae in members of the genus *Gobius* Linné]. *Biologiya Morya, Kiev* [*Helminth fauna of animals in southern seas*], pp. 46–51. (In Russian).
30. Naidenova, N. N. (1969). On the foundation of a new genus of trematodes *Magnibursatus* nov. gen. (Hemiurata: Halipegidae) from Black Sea fishes. *Materialy Nauchnoi Konferentsii Vsesoyuznogo Obshchestva Gel'mintologo,* 1, 187-195. (In Russian).
31. Naidenova, N. N. (1970). Parasitofauna of fishes from family Gobiidae from the Azov Sea. *Biologiya Morya*, *20,* 84-113.
32. Nikolaeva, V. M. & Solonchenko, A. I. (1970). The helminth fauna of some benthopelagic fish in the Black Sea. *Biologiya Morya, Kiev*, *20*,129-166 (In Russian).
33. Oğuz, M. C. (1996). The nematodes recorded in some teleost fishes caught off the Mudanya coast. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, *20*, 467-477.
34. Okkay, S., Özer, A., Gürkanli, H & Yurakhno, V. (2017). First report of *Sphaeromyxa sevastopoli* and *Zschokkella iskovi* (Myxozoa) from *Gaidropsarus mediterraneus* in Sinop coasts (Turkey). *ISEEP-2017 7th October, VIII. International Symposium on Ecology and Environmental Problems, Çanakkale, Turkey*
35. Osma Armutçu, R. (2019). *Gelincik balığı (Gaidropsarus mediterraneus (L, 1758))'nda ideal yaş tayini yönteminin belirlenmesi ve farklı habitatlarda büyüme parametrelerinin karşılaştırılması* (Yüksek Lisans Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
36. Özer, A., Kornyychuk, Y. M., Öztürk, T. & Yurakhno, V. (2015). Comparative Study on Parasite Fauna of the Whiting *Merlangius merlangus* in the Northern and Southern Zones of the Black Sea. *Turkish*

Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, *15*, 285-294. doi: https://doi.org/10.4194/1303-2712-v15_2_10

37. Öztürk, T. & Yesil, A. (2018). Metazoan parasite fauna of the red mullet, *Mullus barbatus ponticus* Essipov, 1927 in the Sinop coasts of the Black Sea. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *18*(1), 153–160. doi: https://doi.org/10.4194/1303-2712-v18_1_17
38. Öztürk, T. & Yeşil, A. (2019). New Data on Trichodinid Ec-toparasites (Ciliophora: Peritrichida) of *Mullus barbatus pon-ticus* (Mullidae) in the Black Sea. *Acta Aquatica Turcica*, 15(4), 418-424. doi: https://doi.org/10.22392/actaquatr.545083
39. Öztürk, T. & Güven, A. (2021). *The Helminth Fauna of Gobiid Fishes (Gobiidae) of Sinop Coasts of the Black Sea* Current Debates on Natural and Engineering Sciences 2, (pp. 333-347). Ankara, Turkey: Bilgin Kültür Sanat Yayınları, ISBN: 978-625-7799-40-9
40. Öztürk, T. & Güven, A. (2022). Trichodinid ectoparasites (Ciliophora: Peritrichida) from gills of some marine fishes of Sinop Coasts of the Black Sea, with the first report of *Trichodina rectuncinata*. *Aquatic Research*, *5*(4), 295-306. doi: https://doi.org/10.3153/AR22029
41. Pekmezci, G. Z., Yardimci, B., Onuk, E. E., Umur, S. (2014). Molecular characterization of *Hysterothylacium fabri* (Nematoda: Anisakidae) from *Zeus faber* (Pisces: Zeidae) caught off the Mediterranean coasts of Turkey based on nuclear ribosomal and mitochondrial DNA sequences. *Parasitology, International*, *63*(1), 127-131. doi: https://doi.org/10.1016/j.parint.2013.10.006
42. Polyakova, T. A., Kornyushin, V. V. & Maslennikova, M. V. (2014). *First record of Progrillotia dasyatidis Beveridge, Neifar et Euzet, 2004 (Cestoda: Trypanorhyncha) from fish of the Black Sea*. in Materials of the International Scientific Conference 'Systematics and Ecology of Parasites' (pp. 237–239), Moscow, Transactions of Centre for Parasitology of Severtsov's Institute of Ecology and Evolution, RAS 48.
43. Polyakova, T. A., Gaevskaya, A. V., Kornyushin, V. V. & Biserova, N. M. (2017). Cestodes of Elasmobranchs (Chondrichthyes: Elasmobranchii) in The Black Sea: The State and Perspectives of Study. *Parazitologiia, 50*(3):189-205 (Russian).
44. Polyakova, T. A. (2020). Fish Cestodes of the Karadag Nature Reserve and Adjacent Water Areas of the Black Sea. *Marine Biological Journal*, *5*(1), 50–63. doi: https://doi.org/10.21072/mbj.2020.05.1.06
45. Pritchard, M. H. & Kruse, G. O. W. (1982). *The collection and preservation of animal parasites*. Pritchard, M. H. and Kruse, G. O. W.

(1982). *The collection and preservation of animal parasites* (pp. 141), London: Technical Bulletin No 1. University of Nebraska Press.
46. Raabe, Z. (1958). On some species of Trichodina (Ciliata: Peritricha) of gills of Adriatic fishes. *Acta Parasitologica Polonica, 6*, 355– 361.
47. Stein, G.A. (1979). New data on parasitic ciliates (Peritricha, Urceolariidae) of fishes of the basins of Pacific Ocean. *Acta Protozoologica*, *18*(4), 531–552.
48. Tepe Y. & Oğuz M. (2013). Nematode and acanthocephalan parasites of marine fish of the eastern Black Sea coasts of Turkey, *Turkish Journal of Zoology*, *37*, 753-760.
49. Tepe, Y., Oğuz, M. C. & Heckmann R. A. (2014). Digenean and cestode parasites of teleost fish from the Eastern Black Sea Region. *Turkish Journal of Zoology, 38*, 209-215. doi: https://doi.org/10.3906/zoo-1205-5
50. Xu, K., Song, W., Warren, A, Choi, J. K. (2001). Trichodinid ectoparasites (Ciliophora: Peritrichida) of some marine fishes from coastal regions of the Yellow Sea and Bohai Sea. *Systematic Parasitology*, *50*(1), 69–79. doi: https://doi.org/10.1023/A:101186512404
51. Xu, K., Song, W., Warren, A. (2002). Taxonomy of trichodinids from the gills of marine fishes in coastal regions of the Yellow Sea, with descriptions of two new species of *Trichodina* Ehrenberg, 1830 (Protozoa: Ciliophora: Peritrichia). *Systematic Parasitology*, *51*(2), 107–120. doi: https://doi.org/10.1023/a:1014066915539
52. Yurakhno, V. M. (2009). Infestation of fish by myxosporeans in the Sevastopol and Karadagskaya bays with various degree of pollution. *Marine Ecology, 79,* 25- 30.
53. Zaika, V. E. (1968). Parasite Protozoa of the Black Sea fishes. *Biologiya Morya*, *14*, 41-46.

TÜRKİYE'DE SOSYAL ORMANCILIĞIN UYGULAMA ŞEKİLLERİ

Ahmet TOLUNAY[1]
Türkay TÜRKOĞLU[2]

[1] Prof. Dr., Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta, ahmettolunay@isparta.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-9028-9343
[2] Doç. Dr., Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Köyceğiz Meslek Yüksekokulu, Ormancılık Bölümü, Köyceğiz/Muğla, turkayturkoglu@mu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-2011-0410

1. GİRİŞ

Orman kaynakları, sürdürülebilir şekilde verimli kullanılması gereken kaynaklar arasında olup, kırsal yörede yaşayan insanların kalkındırılmasında büyük rol oynamaktadır. Ülkemizde kırsal nüfusun büyük bir kısmı orman kaynaklarına bağımlı şekilde yaşaması, bu kaynağın kırsal kalkınma çalışmalarında önemli bir yerinin olduğunu ortaya koymuştur. Günümüzde orman kaynakları, bu kaynağa sahip olan ülkeler için taşıdığı önem kadar, bozulan dünya dengesi ve artan çevre sorunları nedeniyle stratejik bir kaynak konumuna gelmiştir (Tolunay, 1993). Orman kaynaklarının daha akılcı kullanılması, ormanlar üzerindeki baskının azaltılması ve çevre bozulmasının önüne geçilmesi maksadıyla tarıma ve hayvancılığa olan çeşitli yararların geliştirilmesi, ormanlarla yakın ilişkisi bulunan orman köylülerinin sosyoekonomik durumlarının çeşitli desteklerle iyileştirilmesi ve orman-halk arasında ilişkilerin düzenlenmesi gibi faaliyetlerin çeşitli programlar ve projeler yürütülmesi yaygınlaşmıştır. Ülke kalkınması ile bağlantılı olarak kırsal kalkınma alanında değişik ad ve farklı yaklaşımlarla, yapılan bu uygulamalar genellikle "sosyal ormancılık" kavramı ile ifade edilmektedir (Tolunay, 1998).

Bu çalışmada, orman köylülerinin sorunları ve orman alanlarından beklentilerine göre Türkiye'de sosyal ormancılığın uygulama şekilleri açıklanmıştır.

2. TÜRKİYE'DE SOSYAL ORMANCILIĞIN UYGULAMA ŞEKİLLERİ

2.1. Orman İçi Yerleşim *(Land Tenure)* Sorunlarının Çözümlenmesi

Açmacılık ile kazanılmış arazilerin, orman dışına çıkarılmasının olanaklı hale getirilmesinin başlangıcı, 1961 Anayasası'nda değişiklik yapılmadan çıkarılan *"663 Sayılı Kanun"* dur. 1966 yılında, Anayasa Mahkemesi, 663 Sayılı Kanunu anayasaya aykırı bularak iptal etmiştir. 1970 yılında, *"1255 Sayılı Kanun"* ile anayasa değişikliğine gidilmiş ve 1961 Anayasası ' nın 131. maddesine *"663 Sayılı Kanun"* ile hedeflenen değişiklik dahil edilmiştir (Anonim 1, 1993).

"Anayasanın yürürlüğe girdiği tarihten, önce bilim ve fen bakımından orman niteliğini tam olarak kaybetmiş yerler olan; tarla, bağ, meyvelik, zeytinlik gibi çeşitli tarım alanlarında ve hayvancılıkta kullanılmasında yarar bulunan topraklarla; şehir, kasaba ve köy yapılarının toplu olarak bulunduğu yerler dışında orman sınırlarında hiçbir daraltma yapılamaz."

Yasal değişikliğin yapıldığı tarih 1970, anayasanın yürürlüğe girdiği tarih 15/10/1961'dir. Yasa değişikliğindeki en büyük açmaz, 10 yıl önce orman niteliğini kaybetmiş alanların, bu niteliğini kaybettiğinin nasıl tespit edileceğidir. Bu hükümler çerçevesinde, orman sınırları dışına çıkartmanın esasları 1973

yılında *"6831 Sayılı Orman Kanunu"* nun bazı maddelerini değiştiren *"1744 Sayılı Kanun"* ile belirtilmiştir. 1974 yılında *"Orman Kadastrosu Yönetmeliği"* ve *"Orman Sınırları Dışına Çıkarılacak Yerler Hakkında Tüzük"* ün yürürlüğe konması ile orman sınırları içerisinde yer alan *tarla, bağ, meyvelik, zeytinlik gibi çeşitli tarım alanları ile kasaba ve köy yapılarının bulunduğu yerler* orman sınırları dışına çıkarılmaya başlanmıştır.

"Açmacılık ve işgal" ile kazanılan orman alanlarının, orman köylüsüne verilmesini olanak sağlayan yasal düzenlemeler 1982 Anayasası'nda da yer almıştır. 1974-1994 yıllarını kapsayan 20 yıllık dönem boyunca, *385 962 ha* alan, orman niteliğini yitirdiği gerekçesiyle, orman dışına çıkarılmıştır (Yüksel, 1996). Orman dışına çıkarılan bu alanlar; *1744 Sayılı Kanunun* 2'nci maddesi ve *6831 Sayılı Orman Kanunu*'nun 2/B uygulamalarının bir sonucudur.

Orman sınırları dışına çıkarılan alanların, rayiç bedel ile orman köylüsüne satışı söz konusudur. Fakat 1992 yılına kadar bu alanların orman köylüsüne satışını olanaklı hale getiren *hukuki düzenlemeler* yapılmadığı gibi, bu işlemleri yapacak *örgütsel mekanizma* da kurulamamıştır. Bu durumun nedenlerini, şu şekilde sıralamak mümkündür; (1) *2924 Sayılı Orman Köylerinin Kalkınmalarının Desteklenmesi Hakkında Kanun*, 01/ 01/1984 tarihinde yürürlüğe girmiş, fakat bu kanun hükümlerini uygulayacak kurum olan Orman Köy İlişkileri Genel Müdürlüğü (ORKÖY) kapatılmış ve ormancılık dışı bir kurum içerisinde etkinliği olmayan bir konumda görev yapmak durumunda kalmıştır. (2) Gerekli olan yasal düzenlemeler süratli bir şekilde yapılamamış, yapılsa bile hukuki açıdan anayasa ile çelişen yönleri ortaya çıkmış ve iptali yönüne gidilmiştir. (3) Orman sınırı dışına çıkarma ve çıkarılan yerlerin orman köylüsüne satışına yönelik detayın zorluğu kadar, bu uygulamalarda çıkar ve menfaat ilişkisinin doğduğu ya da doğabileceği endişesi, bu uygulamaların yavaş ve isteksiz bir şekilde seyretmesine neden olmuştur.

1983 yılında çıkarılan *2924 Sayılı Kanun* 'un uygulamasını hayata geçirmek için, *"Orman Köylerinin Kalkınmalarının Desteklenmesi Hakkında Yönetmelik"* hazırlanmış ve 6 Ocak 1988 gün ve 18990 sayılı resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe konmuştur. Bu yönetmelik hükümlerinde ortaya çıkan eksiklikler nedeniyle, yeni bir yasal düzenlemeye ihtiyaç duyulmuş ve bu düzenleme 1991 yılında, *2924 Sayılı Kanun* 'da değişiklikler yapan *3763 Sayılı Kanun* ile gerçekleştirilmiştir. 3763 Sayılı Kanunun getirdiği hükümler çerçevesinde, yeni bir yönetmelik hazırlanmış ve bu yönetmelik 9 Eylül 1992 gün ve 21340 sayılı Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe girmiştir.

1992 yılında ORKÖY 'ün yeniden kurulmasıyla, orman köylülerinin yerleşim sorunlarının çözümüne yönelik görevler, bu kuruma verilmiştir. ORKÖY aynı yıl *Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü (TKGM)* ile bir protokol imzalayarak,

1744 Sayılı Kanun'un 2'nci ve *6831 Sayılı Kanun*'un 2/B maddeleri ile orman dışına çıkarılan yerlerin, arazi kadastrosunun yapılması için girişimde bulunulmuştur. 1992-1995 yılları arasında, 60 000 ha alanın arazi kadastrosunun yapılması programlanmıştır. Fakat 1993 yılında *Anayasa Mahkemesi* aldığı *1992/48* ve *1993/14* sayılı kararları ile *2924 Sayılı Kanun* 'da değişiklik yapan *3763 Sayılı Kanun* 'un 11 'nci maddesinin 3 'ncü fıkrasında yer alan ve *TKGM* tarafından yapılacak kadastro çalışmaları esnasında *"kullanan kişilerin isimlerinin kadastro tutanağının beyanlar hanesine yazılması"* hükmünü iptal etmiştir. Bu yasal boşluk, 1995 yılında çıkarılan ve *2924 Sayılı Kanun* 'da değişiklik yapan, *4127 Sayılı Kanun* ile doldurulmaya çalışılmış ve orman dışına çıkarılan alanların tespit edilecek rayiç bedel üzerinden *"kullanan kişiye"* değil, *"sadece, o köyde ikamet eden orman köylüsüne"* satılacağı hükmü getirilmiştir (Anonim 2, 1993; Yüksel, 1996).

1744 Sayılı Kanun ile bilim ve fen bakımından orman niteliğini tam olarak kaybetme tarihi olarak 15/10/1961 tarihi öncesini kabul etmiş iken, 2896 Sayılı Kanun ile bu tarih genişletilerek 31/12/1981 tarihi öncesini kabul etmiştir. 6831 Sayılı Orman Kanunun 2. Maddesi, 1744 ve 2896 Sayılı Kanunlarla zaman zaman yapılan değişikliklerle, bu kez 19.06.1986 tarihinde yürürlüğe giren 3302 Sayılı Kanunla değiştirilmiştir (Aslan, 2015).

Böylece, 1744, 2896 ve 3302 sayılı Kanunlarla orman sınırı dışına çıkarılıp; tarım, hayvancılık ve yerleşim yeri olarak kullanılan bu yerlerin, uzun yıllardır kullananlara satışının yapılması ve tapuları 2/B gerekçesiyle mahkeme kararıyla iptal olanlara iade edilmesi ümidi oluşmuştur. Bu beklentinin karşılanması amacıyla ‘*’26/04/2012 tarih ve 6292 sayılı Orman Köylülerinin Kalkınmaların Desteklenmesi ve Hazine Adına Orman Sınırları Dışına Çıkarılan Yerlerin Değerlendirilmesi ile Hazineye Ait Tarım Arazilerinin Satışı Hakkında Kanun’’* yürürlüğe girmiş olup, bu kanun hazine adına orman sınırları dışına çıkarılan taşınmazların hak sahiplerine satışını ve orman sınırı dışına çıkarılma gerekçesiyle tapuları iptal olan kişilere taşınmazlarını bedelsiz olarak iade edilmesini düzenlemiştir (Aslan, 2015).

Orman sınırları dışına çıkarılmış tarımsal araziler, çiftlik ormancılığı uygulamalarının yapılması geren arazilerdir. Bu arazilerin *klasik tarım arazisi olmadığı* orman köylüsüne anlatılmalı ve *uygun toprak işleme yöntemleri* kullanılarak tarımsal ormancılık *(agroforestry)* üretim tekniklerinin uygulanması sağlanmalıdır. Açmacılıkla kazanılan ve mevcut yasalara göre orman sınırları dışına çıkarılarak orman köylüsüne rayiç bedel üzerinden satılan araziler için, uygun toprak işleme yöntemlerinin kullanılacağına dair *taahhüt ve senet* alınmalıdır.

2.2. Gelir Artıran *(Income Generation)* ve Gıda Güvenliği *(Food Security)* Sağlayan Uygulamalar

Gelir artıran ve gıda güvenliği sağlayan uygulamalar, Orman Genel Müdürlüğü (OGM) bünyesindeki Orman Köy İlişkileri (ORKÖY) Şube Müdürlükleri tarafından yapılacaktır. Daha önceki yıllarda ORKÖY, orman köyleri kalkınma planları içinde yer alan *"tip projeler"* ile başarılı uygulamalar yapmıştır. Uygulamaların tek eksikliği pazarlama mekanizmasının kurulamamasıdır. Bu tür uygulamaların *bireysel ya da kooperatif* düzeyinde *katılım* ile yapılması mümkündür.

ORKÖY tarafından geliştirilen, gelir artıran ve gıda güvenliği sağlayan uygulamalara ilişkin proje türleri ve kapasiteleri Tablo 1'de verilmiştir. Bu sosyal ormancılık modelinin uygulamasında üstlenilecek olan görevler şu şekildedir;

Katılımcı kişi gelir ve gıda güvenliği açısından *yoksul* ve kendisine önerilen projeyi uygulama da *istekli* olması gerekmektedir.

OGM bünyesindeki ORKÖY Şube Müdürlükleri uygulamayı yapacak kişinin *gelir ve gıda güvenliği açısından zor durumda* olduğunu belirlemeli ve önerilen projeye göre ihtiyaç duyulan finansmanı sağlamalıdır.

2.3. Çiftlik Ormancılığı *(Farm Forestry)* Uygulamaları

1983 yılından sonra çıkarılan ağaçlandırma yönetmelikleri, *hazine arazileri ve bozuk orman alanlarının* gerçek ve tüzel kişilere tahsisini olanaklı hale getirmiştir. *4122 Sayılı Milli Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Seferberlik Kanunu* ve bu kanunun uygulama şekline ait yönetmelik ile, *6831 Sayılı Orman Kanunu'*nun 57 ve 63 maddeleri *çiftlik ormancılığı* uygulamalarının mevzuat dayanaklarıdır. Uygulamalara ***katılım***, *bireyler ve hanehalkı* düzeyindedir. Uygulamaların yapılacağı arazinin mülkiyeti, ***birey ya da hanenin*** kendi *mülkiyetindeki arazi, devlet ormanı, hazine arazileri ve orman sınırları dışına çıkarılarak orman köylüsüne satışı yapılan arazilerdir.*

Tablo 1. Gelir Artıran ve Gıda Güvenliği Sağlayan Proje Örnekleri

PROJE TÜRLERİ	PROJE KAPASİTESİ
Dam Örtülüğü	Uygun Miktar Kredi
Dış Cephe Mantolama	100 m^2 kapasite, pencere değişimi dahil
Isıtma ve Pişirme Araçları	1 Takım Kuzine Soba
Güneş Enerjisi Su Isıtma Sistemi	2-3 kolektörlü kapasite
Katı yakıt kalorifer sistemi	Uygun Miktar Kredi
Pelet sobası	Uygun Miktar Kredi
Biyogaz Tesisi	1 Komple Tesis
Ev Pansiyonculuğu	Uygun Miktar
Fenni Arıcılık	30 Kovan
Manda Yetiştiriciliği	3 Baş
Süt Sığırcılığı	2 Baş Sığır
Süt Koyunculuğu	30-40 Baş Koyun
Besi Sığırcılığı	10 Baş
Besi Koyunculuğu	50 Baş
Besi Kuzuculuğu	75 Baş
Besi Tavukçuluğu	1000 Baş
Yumurta Tavukçuluğu	500 Baş
Anaç Tavukçuluğu	1500 Baş
Halıcılık	1 - 2 Tezgah
Motorlu Bez Dokuma	1 - 2 Tezgah
İpek Halıcılık	1-2 Tezgah
Motorlu Kesim Aletleri	1 Takım
Antep Fıstığı Üretimi	5 Dekar
İpek Böcekçiliği	2 Kutu P.H.
Seracılık	1 Adet (500 M^2)
Bağcılık	5 - 10 Dekar
Meyvecilik	5 - 10 Dekar
Narenciye	5 - 10 Dekar
Gülcülük	1 - 2 Dekar
Zeytincilik	5 Dekar
Yayla Bağcılığı	5 Dekar
Kıyı Balıkçılığı	1 Sandal
Zeytin Salamura	2 - 5 Ton/Yıl
Muz Tesisi	2 Dekar
Çilekçilik	2 Dekar
Tarla Sebzeciliği	

Adaçayı yetiştiriciliği	2 Dekar
Kekik yetiştiriciliği	5 Dekar
Lavanta yetiştiriciliği	5 Dekar
Sumak yetiştiriciliği	5 Dekar
Gojy Berry yetiştiriciliği	5 Dekar
Mavi Yemiş yetiştiriciliği	2 Dekar
Ev hanımları için mikro kredi	2 Dekar
Tıbbi ve aromatik bitki yetiştiriciliği	Uygun Miktar Kredi 2-5 Dekar
Kültür Mantarcılığı	Uygun Miktar Kredi
Elektrik Tesisatının Yenilenmesi	Uygun Miktar Kredi
Tomruk taşımak için Vinç alımı	Uygun Miktar Kredi
Tomruk Taşımak için Traktör alımı	Uygun Miktar Kredi Uygun Miktar Kredi
Ferdi kredi desteği	

Çiftlik ormancılığı uygulamalarının yapılacağı araziler, tamamen ormancılık üretimine tahsis edilebileceği gibi *(örneğin, orman ağacı türleri ile koruluk kurulması),* kavak plantasyonları, fıstıkçamı bahçeleri şeklinde de tesis edilebilir. Mülkiyetin niteliği, üretim alanlarına tahsisatı belirlemektedir.

Mevzuat açısından devlet ormanı ve hazine arazilerinde, klasik tarım ürünlerinden ziyade *asli orman ağacı türlerini* kullanmak zorunludur. Fakat *ceviz, kestane, vb gibi ağaç türlerini* kullanmak olanaklıdır. Özel ağaçlandırma yönetmelikleri hazine ve orman alanlarında tesis edilen ağaçlandırmalar altında ikinci tür olarak; *defne, güveyotları, kekik, gebere, adaçayı, kuşburnu, menengiç ve benzeri tıbbi ve aromatik bitkilerle, süs ve boya bitkilerinin* yetiştirilmesine izin vermeye başlanmıştır.

Çiftlik ormancılığı uygulamalarında tarımsal ormancılık *(agroforestry)* üretim teknikleri olarak; ***sınır ağaçlandırmaları*** *(tarlaların kenarında ağaç ve ağaççıkların yetiştirilmesi),* ***blok plantasyon*** *(örneğin; kavak ile),* ***yem bankaları*** *(örneğin; yonca ve fiğ ile),* ***alley ürün yetiştirme teknikleri*** *(örneğin; meyve ağaçlarıyla kurulan bir alanda alt kültür olarak mısır, bakla, soya fasulyesi)* uygulanabilir.

Ülkemizde Bergama Kozak Yaylası'nda bulunan fıstıkçamı mesçereleri, bir çiftlik ormancılığı örneğidir. Denizli-Çal Yöresindeki vatandaşların *bireysel ya da hane halkı düzeyinde katılımla,* kendi arazileri, devlet ya da hazine arazileri üzerinde yaptıkları ağaçlandırmalar çiftlik ormancılığı olarak tanımlanmalıdır.

Çiftlik ormancılığı uygulamalarında faydalanma, *işletme ve yönetimi* üstlenen kişi ya da hane halkına aittir. Bu faydalanmada, çiftlik ormancılığının yapıldığı araziden; *yapacak ve yakacak odun, hayvan yemi, çeşitli gıda ve gelir getiren ürünler (ceviz, kestane, fıstıkçamı, vb gibi)* elde edilmektedir.

Çiftlik ormancılığı uygulamalarının yürütülmesinde, üstlenilecek olan görevler şu şekildedir: (1) Uygulamanın yapılacağı alan hazine arazisi ise Milli Emlak Genel Müdürlüğü (MEGM) tarafından, orman arazisi ise OGM tarafından başvuruda *bulunan katılımcı kişiye* bu araziyi tahsis etmelidir. (2) Uygulayıcı kişinin kredi talebi olması üzerine, OGM tarafından gerekli olan finansman sağlanmalı ve danışmanlık görevi yapılmalıdır. (3) Katılımcı kişi kendi mülkiyetinde ya da tahsis edilen alan üzerinde *çiftlik ormancılığı* uygulamalarını yapmalıdır.

2.4. Toplum Ormancılığı *(Community Forestry)* Uygulamaları

Türkiye' de bütünlüğünü kaybetmiş ve parçalı orman alanlarının oranının % 6 olduğu ve bu alanın *1 milyon 212 bin ha alana* tekabül ettiğini belirtilmektedir (Eraslan; 1987). Bu alanların ihya edilerek yeniden kazanılması için Anayasa' nın 169. maddesinin getirdiği *irtifak hakkı tesisi* hükmünden yararlanılarak, ormanları korumanın ve genişletmenin kamu yararına olduğu gerekçesine dayanılmak suretiyle, her köyün sınırları içerisine giren sorunlu orman alanlarında *Köy Tüzel Kişiliği* olarak orman kurulması toplum ormancılığı uygulamalarına örnek gösterilecek uygulamalardır. Bu orman alanlarını 6831 Sayılı Orman Kanunu 'nun Üçüncü Fasıl'ındaki *"Hükmü Şahsiyeti Haiz Amme Müesseselerine Ait Ormanlar"* statüsüne göre işlem yapılabilir ve aynı kanunun 45. maddesi gereğince bu ormanların kadastrosu *Orman Kadastro Komisyonları* tarafından ve 46. maddeye göre *Amenajman ve Ağaçlandırma Planları* orman idaresi tarafından yapılması mümkündür. Böyle bir uygulama ile her köyün, yararlandığı ormanları koruyarak kendilerine gelir sağlayacak orman ürünlerini elde etmeleri mümkündür (Eraslan; 1989).

Toplum ormancılığı uygulamalarının mevzuat dayanakları, çiftlik ormancılığı uygulamalarında olduğu gibi; *4122 Sayılı Milli Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolu Seferberlik Kanunu ve kanuna ait yönetmelik ile 6831 Sayılı Orman Kanunun 57 - 63. maddelerine dayalı olarak yürürlüğe konulan "Özel Ağaçlandırma Yönetmeliği"* dir. Bu mevzuatlar köy tüzel kişiliklerinin *devlet ormanı ve hazine arazilerinde* ağaçlandırma yapmalarına ve orman kurmalarına olanak sağlamaktadır.

Toplum ormancılığı uygulamalarını en tipik örneği*, köy tüzel kişilikleri tarafından yapılan ağaçlandırma ve orman kurma* çalışmalarıdır. Küçük bir alanda rekreasyon, çevresel güzellik için yapılan ağaçlandırmalar, ***köy koruluğu*** *(community woodlot)* olarak adlandırılmaktadır. Fakat toplum ormancılığı yapacak ve yakacak odun temini, çevresel dengenin korunması için yapıldığında gerçek anlamına kavuşmaktadır. Toplum ormancılığı uygulamaları; devlet ormanı ve hazine arazilerinde yapıldığında *iki tür mülkiyet* gündeme gelmektedir. Bunlar; ***toprak mülkiyeti*** *(land tenure)* ve ***ağaç serveti mülkiyeti*** *(tree tenure)* olmaktadır. Uygulamalarda ***toprak mülkiyeti*** hazine ya da devlette, ***ağaç serveti mülkiyeti*** köy tüzel kişiliğinde kalmaktadır. Öte yandan, işletme ve yönetim köy tüzel kişiliğinin kendisi tarafından üstlenilmekte ve *yararlanma* ***tüm toplum veya köy*** olarak yapılmaktadır.

Ülkemizde toplum ormancılığı uygulamalarında, hazine ya da devlet ormanından tahsis edilecek olan araziler köy tüzel kişiliği olarak tahsis edilmeli, ormanın işletme ve yönetimi köy tüzel kişiliklerine verilmelidir. Toplum

ormancılığı uygulamalarında *teknik yardım* orman idaresi tarafından yapılmalıdır.

Bu sosyal ormancılık modelinin uygulamalarında görev alacak kurumlar ve görevleri şu şekildedir: MEGM; toplum ormanı kurulacak alan, hazine arazisi ise bu alanın tahsisini talep eden köy tüzel kişiliğine yapmalıdır. OGM; toplum ormanı kurulacak alan devlet ormanı ise, bu alanın tahsis işlemini talep eden köy tüzel kişiliğine yapmalı ve gerekli finansmanı sağlamalı ve teknik yardımda bulunmalıdır.

Köy tüzel kişilikleri tarafından yapılacak *toplum ormancılığı* uygulamalarına ait projeler, orman idaresi tarafından hazırlanmalıdır. Ağaçlandırmalarında kullanılacak türler, asli orman ağacı türleri olabilir. Denizli-Çal Yöresinde köy tüzel kişilikleri tarafından *kızılçam ağaç türü* kullanılarak yapılan ağaçlandırmalar, bu konuda çarpıcı bir örnektir (Tolunay, 1987). Öte yandan, gelir getirici özelliği olan ağaç türleri ile yapılan toplum ormancılığı uygulamaları da bulunmaktadır. Ege ve Akdeniz Bölgelerinde kurulan fıstıkçamı plantasyonları, bunlara örnek gösterilebilir.

Toplum ormancılığı uygulamalarında; *tahsis olunan orman alanının başka amaçlarla kullanılmayacağına, satmak suretiyle değerlendirilemeyeceğine, ormanın amenajman ve işletme planları dahilinde işletileceğine, tutulacak tüm kayıt ve defterler ile, bu orman alanında yapılacak teknik işlerin her an denetleneceğine ve bu konularda kusurlu bulunana kişilerin cezalandırılacağına ilişkin* konular dikkate alınmalıdır.

2.5. Tampon Zon Yönetimi *(Buffer Zone Management)*

Tampon zon; köy yakınındaki bitişik orman alanlarında arazi kullanımının sınırlandığı ve bu alanın kendi kendine yeniden gelişmesine yön verildiği, bunun yanında çevrelerindeki kırsal toplumlara çeşitli faydaların sağlandığı, bir arazi yönetim şeklidir.

Tampon zon orman yönetimi uygulamalarının yapılacağı alan orman köylerinde tipik arazi kullanım şekline göre, orman köylüsü ile ormancılık birimleri arasında çatışmanın yaşandığı alandır. Orman köylüsü bu alan içinde; *açmacılık,, kaçak kesim, düzensiz ve izinsiz otlatma yapmakta ve odun dışı orman ürünlerini toplamak* istemektedir. Mevcut yasalar izinsiz yapılan bu yararlanmayı suç saymaktadır. Kaynakları koruyarak düzenli bir şekilde orman köylüsünü orman alanlarından yararlandırmak, *tampon zon orman yönetimi uygulamaları* ile mümkündür. Böylece *ormansızlaşma ve çevre bozulmasının* durdurulması ve verimli ormanların korunması mümkün olacaktır.

Ülkemizde tampon zon orman yönetiminin iki ana uygulama şekli bulunmaktadır. Bunlar; *(1) Otlatma yönetimi, (2) Orman içi su ürünleri ve odun dışı orman ürünlerinden yararlanmanın düzenlenmesi* olmaktadır.

2.5.1. Otlatma Yönetimi (Grazing Management)

OGM tarafından *6831 Orman Kanunun 20, 21, 22 ' nci maddeleri* ve *"Ormanlarda ve Orman İçinde Bulunan Otlak, Yaylak ve Kışlaklarda Hayvan Otlatılmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik "* hükümlerine göre uygulanacaktır.

2.5.2. Orman İçi Su Ürünleri ve Odun Dışı Orman Ürünlerinde Faydalanma Yönetimi (Nonwood Forest Products Management)

Orman içi su ürünleri, yenilebilir mantar, kekik, adaçayı, keçi boynuzu, vb gibi odun dışı orman ürünlerinin belirli planlar dahilinde orman köylüsüsün yararlanmasına izin verilmesine ilişkin uygulamalardır. *6831 Sayılı Orman Kanunun 37 'nci maddesi ve ilgili yönetmelikler* bu uygulamaların dayanaklarıdır.

Tampon zon orman yönetimi uygulamalarında orman köylüsü; *tampon zon içinde açmacılık, kaçak kesim, izinsiz otlatma yapmayacağını ve odun dışı orman ürünlerini bilinçsiz ve izinsiz toplamayacağını* taahhüt edecektir. Bu modelin uygulanması OGM tarafından yapılacaktır.

Tampon zon orman yönetiminde uygulama yapılan alanın niteliğine göre; *orman içi yerleşim sorunlarının çözümlenmesi, çiftlik ormancılığı ve toplum ormancılığı* uygulamalarına da yer verilebilir. Uygulamaların niteliğine göre çeşitli kurum ve kuruluşlar görev alabilir.

3. GENEL DEĞERLENDİRME

Sosyal ormancılık uygulamaları ile kırsal yörede yaşayan kişilerin, yaşam koşullarının iyileştirilmesi ve kendi kendilerine yeterli bir yaşama düzenine kavuşturulması büyük önem taşımaktadır. Kırsal yöre insanının içinde bulundukları sorunların tespiti ve bu sorunların çözümüne yönelik politikalar geliştirilmelidir. Bu açıdan, doğrudan kendi geleceklerini ilgilendiren kalkınmanın sağlanabilmesi için sahip oldukları kabiliyetlerin geliştirilmesi önemlidir. Özellikle, kırsal kalkınmada destek olarak çeşitli araç ve gereçlerin sağlanması, kredi olanaklarının artırılması, pazarların oluşturulması gibi iyileştirmeler bazı sorunların çözümüne yardımcı olabilir. Sosyal ormancılığın olası uygulama şekilleri yukarıda açıklanmıştır. Türkiye'de yapılacak uygulamalarda bunların göz önünde bulundurulması ülke ormancılığı açısından yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Anonim 1, 1993. Ormancılık Mevzuatı ve Uygulama Ön Çalışma Grubu Raporu, I. Ormancılık Şurası, T.C. Orman Bakanlığı Yayınları, Cilt:I, Seri:13, Yayın No: 006, Ankara, Türkiye.
2. Anonim 2, 1993. Orman Kadastro Çalışmaları Ön Çalışma Grubu Raporu, I. Ormancılık Şurası, T.C. Orman Bakanlığı Yayınları, Cilt:I, Seri:13, Yayın No: 006, Ankara, Türkiye.
3. Aslan, S. B.,2015. 6831 Sayılı Orman Kanunun 2'nci Maddesinin (B) Bendi Gereği Orman Sınırları Dışına Çıkarılan Taşınmazların Durumu. *Ombudsman Akademik*, (3), 173-188.
4. Eraslan, İ., 1987. Ormandan Açılan Araziler İçindeki Orman Parçalarının İhya Edilmesi İçin Alınması Gerekli Yasal ve Teknik Önlemler, İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Cilt: Sayı: İstanbul, Türkiye.
5. Eraslan, İ., 1989. 3 Hektarın Altındaki ve Üstündeki Küçük Orman Parçalarının İhya Edilmesi İçin Alınması Gerekli Yasal ve Teknik Önlemler, Orman Mühendisliği Dergisi, Yıl: 26, Sayı: 4, Nisan 1989, Ankara, Türkiye
6. Tolunay, A., 1987. Özel Orman İşletmeciliği ve Özel Ağaçlandırmalar (Çal Örneği), Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Ekonomisi Anabilim dalı, İstanbul, Türkiye
7. Tolunay, A., 1993. Sosyal Ormancılıkta Dün, Bugün ve Yarın ya da Sosyal Ormancılıkta Ne Yapmalı?, Sosyal Ormancılık Üzerine Eğitim Projesi Semineri (Konya-1993), Konya, Türkiye.
8. Tolunay, A., 1998. Sosyal Ormancılık ve Türkiye Açısından Önemi, Basılmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Ekonomisi Anabilim dalı, İstanbul, Türkiye
9. Yüksel, Y., 1996. 4127 Sayılı Orman Köylülerinin Kalkınmaları ile ilgili Kanun 'un Çıkış Nedenleri ve Getirdikleri, Yeşil Çerçeve Dergisi, Yıl: 7, Sayı: 35, İstanbul, Türkiye.

DOĞU ÇINARI (Platanus orientalis L.) ODUNUNDA DOĞAL YAŞLANDIRMA PERFORMANSI

Fatih TONGUÇ[1],
Hüseyin Ali ERGÜL[2],
Ümit AYATA[3]

[1]Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi,
Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye. fatihtonguc@isparta.edu.tr;
ORCID ID: 0000-0002-0820-4820,
[2]Gaziemir Orman İşletme Müdürlüğü, Atıfbey Mh. Etiler Cd. No:2
Gaziemir/İzmir, Türkiye. efe_kentli_ali_35@hotmail.com;
ORCID ID: 0000-0002-8469-7786,
[3]Bayburt Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi,
İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Bayburt, Türkiye.
umitayata@bayburt.edu.tr; ORCID ID: 0000-0002-6787-7822

GİRİŞ

Yedi tür Platanus (Platanaceae) bitki dünyasında dağılmıştır. Bunların en yaygını, 55-60 m yüksekliğe ulaşan *Platanus orientalis* L.'dir (çınar ağacı) (Nishanbaev ve ark., 2004).

Chinar veya Oriental çınar olarak da bilinen *Platanus orientalis* (Plantanaceae), güneybatı Asya'ya özgü yaprak döken, odunsu ve çok yıllık bir ağaçtır (Khan, 2017). Platanus cinsi, ikisi Asya ve Avrupa'da bulunan dokuz türden oluşur ve geri kalan türler Kuzey Amerika'dan güney Meksika'ya kadar bulunur (Carpenter ve ark., 2005).

Doğu çınarı (*Platanus orientalis* L.) ağaç türü ülkemizde İç Anadolu ve kısmen kuzey Anadolu hariç bütün bölgelerde dere boylarında, akarsu kenarlarında, taban suyu bakımından zengin nemi topraklar üzerinde bulunur ve tarı ışık ağaç niteliği gösterir (Odabaşı ve ark., 2007).

Bu ağaç cinsînin memleketimizde, tabii olarak yetişen ve suni olarak yetiştirilen iki türü vardır. Bunlardan tabii olarak yetişeni Doğu çınarı Türkiye'nin hemen bütün orman mıntıkalarındaki dere içlerinde ırmak ve nehir yataklarında bulunduğu gibi şehir ve köylerde süs bitkisi, yol kenarında da gölge ağacı olarak suni bir şekilde yetiştirilmektedir (Bozkurt, 1971).

Bu tür, 30 m veya daha fazla büyüyen büyük bir ağaçtır. Ağacın uzun ömürlü ve sonbaharda yaprak döken yayılan bir tacı vardır. Kuraklığa dayanıklı olmalarına rağmen, genellikle nehir kenarlarında ve sulak alanlarda yetişirler (Haider ve ark., 2012; Thai ve ark., 2016).

Popülaritesi, hızlı büyüme, geniş taç, geniş adaptasyon ve çevre kirliliğine karşı direnç gibi arzu edilen birçok özelliğinden kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte, küresel meyve başlarındaki nutletleri çevreleyen polen ve saç, ilkbaharda geniş çapta dağılır, bu da sadece çevreyi kirletmekle kalmaz, aynı zamanda astım, polinosis, öksürük ve ağrılı gözler gibi insan rahatsızlıklarına da neden olmaktadır (Subiza ve ark., 1994).

Bu ağacın ahşabına ait dayanıklılığı az olmakta, yani mantarlar tarafından kolayca enfekte olduğundan pek fazla kullanılmamaktadır. Öz odunu ise kırmızımsı kahverenginde, diri odunu açık renkte 3-8 cm genişliktedir. Lifleri düzgün değil ekseriyetle dalgalıdır (Bozkurt, 1971).

Odun orta derecede ağır, orta derecede sert, orta derecede elastiki, iyi bir şok mukavemetini haizdir. Çalışması da orta derecededir. Bu ağacın odunu kaplamacılıktan başka küçük kutular, mobilya, parke, âlet saplan, fıçı malzemesi, çit kazığı emprenye edildiği takdirde travers ve yakacak odun olarak kullanılmaktadır (Bozkurt, 1971).

Halk hekimliğinde çınar yaprakları yara iyileştirici ve oftalmolojik ajan olarak, kökleri ise hemostatik ajan ve yılan ısırığı için panzehir olarak kullanılmaktadır (Nishanbaev ve ark., 2004).

Çınar ağacının yapraklarından elde edilen fitol türevleri, ülsere karşı aktivite gösterdiği bildirilmiştir (Khidyrova ve ark., 1994). Buna ek olarak, bu ağacın hidroalkolik ve polifenolik ekstrelerinin orta düzeyde antinosiseptif aktiviteye sahip olduğu da gösterilmiştir (Hajhashemi ve ark., 2011).

Doğu çınarı (*Platanus orientalis* L.) odununda; anizotropi oranı 3.30, lif doygunluğu noktası %24.10, rutubeti miktarı %97.00, teğet yönde genişleme %12.60, radyal yönde genişleme %3.90, hacmen genişleme %16.50 (Bal, 2013), liflere paralel yönde çekme direnci 40.40 MPa, dog-bone şekilli numuneler için ölçülen F_{max} teğet yönde 1548.70 N, radyal yönde 2407.10 N, basınç direnci teğet yönde 1303.06 N, radyal yönde 1953.28 N, boyuna yönde 8841.01 N (Şirin, 2015), janka sertlik değerleri teğet yüzey için 45.87 N mm^{-2}, radyal yüzey için 41.22 N mm^{-2}, enine yüzey için 62.63 N mm^{-2} (Ayata ve ark., 2018), janka sertlik teğet yüzey için 43.98 N mm^{-2}, radyal yüzey için 46.45 N mm^{-2}, enine yüzey için 58.35 N mm^{-2}, eğilme direnci, 12.53 N mm^{-2}, elastikiyet modülü 3540.00 N mm^{-2} (Rajab, 2014), ısı iletkenlik değeri 0.132 W $m.K^{-1}$ (Çavuş ve ark., 2019) ve *Coriolus versicolor* mantarına karşı ağırlık kaybı %37.67 (Olfat ve ark., 2007) olarak bulunmuştur.

Gözenekli yapı malzemelerinin bozulması, özellikle kültürel mirasın korunması alanında, yaygın olarak kabul edilen bir sorun teşkil etmektedir. Bozulma ve bozulma olayı, çeşitli çevresel faktörlerin yanı sıra malzemelerin hizmet ömrünün kısalmasına, yapılarının değişmesine ve estetik bir görünümün değişmesine neden olan antropojenik kirlilikle yakından ilişkilidir (Rudic ve ark., 2015).

Ahşap, ister içeride ister dışarıda kullanılsın, ahşap, kaplama yüzeyini aşındıran ve ona eski bir görünüm veren atmosferik etkenlere maruz kalır. UV ışığının lignini ve diğer ahşap bileşiklerini kırdığı ve daha sonra yağmurla uzaklaştırılmasının, suda çözünür ürünlerin kaybıyla birlikte, bu koşullar altında ahşap yüzey tabakasında değişikliklere neden olduğu bilinmektedir (Mindess, 2007).

Dış cephe uygulamalarında ahşap, kullanım ömrü boyunca çeşitli özelliklerde değişikliklere uğrar. Yaşlanma mekanizmaları çok karmaşıktır ve birçok faktörden etkilenir (örneğin yağmur, güneş radyasyonu ve sıcaklık) (Schnabel ve ark., 2009).

Bu çalışmada, doğu çınarı (*Platanus orientalis* L.) odununun doğal yaşlandırmaya maruz kalmasından sonra ahşap yüzeylerde meydana gelen bazı yüzey özelliklerindeki değişiklikler araştırılmıştır. Elde edilen sonuçların bu

ağaca ait gerek kullanım alanları gerekse bilgi dünyası adına önemli sonuçlar vereceği düşünülmektedir.

MATERYAL VE METOT

Doğu çınarı (*Platanus orientalis* L.) odunu bu araştırmada seçilmiştir. Deney örnekleri 15 x 10 x 2 cm boyutlarında hazırlanmış olunup, bu numuneler ölçümlerden önce 20±2°C ve %65 bağıl nemde stabilize edilmiştir (ISO 554, 1976).

Doğal ayrışma testi, Bayburt İl'inde gerçekleştirilmiş ve 01.07.2022 ile 31.09.2022 tarihleri arasında toplamda 3 ay sürmüştür. Söz konusu numuneler ASTM D 1641 (2004) standardına göre numuneler düz bir arazide zemine 45° açı yapacak şekilde sabitlenmiş ve güneye doğru yönlendirilmiş olunup, yerden yaklaşık 1 m yükseklikte yerleştirilmiştir.

Renk ölçümleri, Commission International de l'Eclairage tarafından oluşturulan bir yöntem olan CIE Lab sistemine göre kontrol ve doğal yaşlandırma testlerinden alınan numuneler üzerinde yapılmıştır. CIE Lab sistemi üç parametre ile tanımlanır: "L^*, a^* ve b^*". L^* ekseni, grilerin akromatik eksenini temsil eden 100 (beyaz) ile 0 (siyah) arasında değişen açıklığı temsil ederken, a^* ve b^* kromatiklik koordinatlarıdır. a^*'nın pozitif değeri, yeşil-kırmızı ölçekte daha kırmızı bir rengi belirtirken, b^*'nin pozitif değeri, mavi-sarı ölçekte daha sarı bir rengi belirtir. Bu üç bileşen birlikte üç boyutlu bir renk uzayı oluşturmaktadır (Anonim, 2007; Kržišnik ve ark., 2018).

Numunelerin renk değişimi, CIELAB renk sistemi ile bir CS-10 (CHN Spec, Çin) [CIE D65 ışık kaynağı, CIE 10° standart gözlemci, aydınlatma sistemi: 8/d (8°/dağınık aydınlatma)] (ASTM D 2244-3, 2007) cihazı kullanılarak ölçülmüştür.

Renk değiştirme kriterleri (Barański ve ark., 2017) Tablo 1'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlar bu tabloda verilen kriterler ile kıyaslamıştır.

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0.5} \quad (1)$$

$$h^o = \arctan (b^* / a^*) \quad (2)$$

$$\Delta a^* = (a^*_{\text{yaşlandırılmış deney örneği}} - a^*_{\text{kontrol}}) \quad (3)$$

$$\Delta L^* = (L^*_{\text{yaşlandırılmış deney örneği}} - L^*_{\text{kontrol}}) \quad (4)$$

$$\Delta b^* = (b^*_{\text{yaşlandırılmış deney örneği}} - b^*_{\text{kontrol}}) \quad (5)$$

$$\Delta C^* = (C^*_{\text{yaşlandırılmış deney örneği}} - C^*_{\text{kontrol}}) \quad (6)$$

$$\Delta H^* = [(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{0.5} \quad (7)$$

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0.5} \quad (8)$$

Tablo 1. Renk değiştirme kriterleri (Barański ve ark., 2017)

ΔE^* Değeri	→	**Gözlem Sonucuna Göre Verilen Kriter İfadesi**
$\Delta E^* < 0.2$	→	Görünmez renk değişimi
$2 > \Delta E^* > 0.2$	→	Hafif renk değişimi
$3 > \Delta E^* > 2$	→	Yüksek filtrede görünür renk değişimi
$6 > \Delta E^* > 3$	→	Filtrenin ortalama kalitesiyle görülebilen bir renk değişimi
$12 > \Delta E^* > 6$	→	Yüksek renk değişimi
$\Delta E^* > 12$	→	Farklı renk

Parlaklık, bir yüzeyin parlaklık görünümünü veya parlaklık kalitesini gösterme yeteneğini ifade eden bir özelliktir. Niteliksel bir özellik olan parlaklık, temel bir terim değildir (Ferwerda ve ark., 2001).

Parlaklık ölçümleri ETB-0833 model parlaklık ölçüm cihazında (Vetus Electronic Technology Co., Ltd., CN), ISO 2813 (1994) standardına göre 20°, 60° ve 85° açıları kullanılarak paralel (//) ve dik (⊥) yönlerde olacak şekilde belirlenmiştir.

Doğal yaşlandırılmış ve kontrol deney örneklerine ait olan beyazlık indeksi değerleri liflere dik ve paralel yönlerde olacak şekilde ASTM E313-15e1, (2015) standardına göre Whiteness Meter BDY-1 cihazında yapılmıştır.

Yaşlandırma öncesi ve sonrası elde edilen verilerle yüzde değişim oranları, standart sapmaları, homojenlik grupları, minimum ve maksimum değerleri, varyans analizi bir SPSS programı kullanılarak belirlenmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Tablo 2, renk parametrelerine, parlaklık değerlerine ve beyazlık indeksi değerlerine ait belirlenmiş olan varyans analizi sonuçlarını göstermektedir. Bu sonuçlara göre, kroma (C^*) değeri, ton (h^o) açısı, ışıklılık (L^*), kırmızı (a^*) renk tonu ve sarı (b^*) renk tonu, bütün parlaklık dereceleri (20°, 60° ve 85°) ve lif yönleri (dik ve paralel) ile lif yönleri (dik ve paralel) için beyazlık indeksi değerlerine ait yaşlandırma süresinin anlamlı olarak elde edildiği görülmektedir (Tablo 2).

Tablo 2. Renk parametrelerine, parlaklık değerlerine ve beyazlık indeksi değerlerine ait belirlenmiş olan varyans analizi sonuçları

Test	**Yaşlandırma Süresi**				
	Serbestlik Derecesi	**Kareler Toplamı**	**Ortalama Kare**	**F Değeri**	**$\alpha \leq 0.05$**
Işıklılık (L^*) değeri	3	163.643	54.548	647.695	0.000*
Kırmızı (a^*) renk tonu	3	52.691	17.564	977.245	0.000*
Sarı (b^*) renk tonu	3	842.533	280.844	3403.041	0.000*

Kroma (*C) değeri**	3	888.851	296.284	3312.488	0.000*
Ton (*h*º) açısı değeri	3	30.126	10.042	151.823	0.000*
⊥20º'de parlaklık	3	0.067	0.022	33.500	0.000*
⊥60º'de parlaklık	3	3.857	1.286	101.947	0.000*
⊥85º'de parlaklık	3	0.100	0.033	3.333	0.030*
∥20º'de parlaklık	3	0.107	0.036	8.917	0.000*
∥60º'de parlaklık	3	2.378	0.793	116.000	0.000*
∥85º'de parlaklık	3	22.503	7.501	108.840	0.000*
Beyazlık indeksi dik (⊥)	1	1238.738	1238.738	2139.444	0.000*
Beyazlık indeksi paralel (∥)	1	448.405	448.405	9597.243	0.000*
***: Anlamlı**					

Tablo 3'de toplam renk farklılıklarına ait sonuçları verilmiştir. Δ*E** değerlerine bakıldığında yaşlandırma süresinin artması ile bu değerlerin arttığı görülmektedir.

Barański ve ark., (2017) göre verilen renk kriterleri ile kıyaslandığında 1. ayın sonunda "***yüksek renk değişimi***" kategorisi sonucunu verirken, 2. ve 3. ayların sonunda ise "***farklı renk***" kategorisi sonucu verdiği görülmektedir. Buna ek olarak Δ*b** ve Δ*C** değerleri de yaşlandırma süresinin artması ile artmıştır. Ahşabın renginin bozulmasının ana nedeni ligninin bozunması olarak kabul edilmiştir (Cogulet ve ark., 2016).

Tablo 3. Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar

Yaşlandırma Süresi	**Δ*L****	**Δ*a****	**Δ*b****	**Δ*H****	**Δ*C****	**Δ*E****	**Renk kriterine göre kıyaslamalar (Barański ve ark., 2017)**	
1. ay	-3.87	2.78	9.02	0.17	9.43	10.20	12 > Δ*E** > 6	Yüksek renk değişimi
2. ay	-4.65	2.37	11.01	0.84	11.23	12.18	Δ*E** > 12	Farklı renk
3. ay	-5.14	2.73	11.21	0.61	11.52	12.63	Δ*E** > 12	Farklı renk

Oberhofnerová ve ark., (2017) tarafından saplı meşe (*Quercus robur* L.), Avrupa melezi (*Larix decidua* [Mill.]), kızılağaç (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn), Avrupa ladini (*Picea abies* L. Karst), Douglas göknarı (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), kavak (*Populus* sp.), yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) ve dağ akçaağacı (*Acer pseudoplatanus* L.)

odunu türlerinin 12 ay süre boyunca dış ortama bırakılması ile ΔE^* değerlerine dayalı bir renk bozulması eğiliminin elde edildiği bildirilmiştir.

Renk, ahşap yüzeylerin estetik özellikleri üzerinde bir etkiye sahiptir ve renk değişiklikleri, her bireyin ahşap yapı malzemelerine ilişkin algısını etkiler (Schnabel ve ark., 2009).

Doğal ayrışma sırasında renk değişimlerine neden olan biyotik ve abiyotik faktörler vardır. Biyotik faktörler için mikroorganizmalar; bakteriler, küfler ve basidiomycete mantarları gibi, renk değişikliğinden ve abiyotik faktörlerden sorumludur, metal iyonları, asitler ve bazlar ve ayrıca güneş ışığı bu durumda iyi bilinmektedir (Hon ve Shiraishi, 2001).

Tablo 4'de renk parametrelerine, parlaklık değerlerine ve beyazlık indeksi değerlerine ait sonuçlar verilmiştir.

Belirlenmiş olan bu sonuçlara göre, yaşlandırma süreleri arttığında, ışıklılık (L^*) değerleri 1. yaşlandırmadan sonra %5.30, 2. yaşlandırmadan sonra %6.36 ve 3. yaşlandırmadan sonra %7.05 oranlarında azaldığı görülmektedir (Tablo 4).

Söğütlü ve Sönmez (2006) tarafından yapılan açıklamada L^* değerinde elde edilen "***artışın daha açık renk***", "***azalışın ise koyulaşmanın***" bir sonucu olduğu şeklinde bildirilmiştir.

h^o açısı değerleri yaşlandırma uygulamalarından sonra kontrol örneğine kıyasla artmıştır.

Yaşlandırma süresinin artması ile C^* değerleri 1. yaşlandırmadan sonra %49.79, 2. yaşlandırmadan sonra %59.29 ve 3. yaşlandırmadan sonra %60.82 oranlarında artmıştır.

Yaşlandırma süresinin artması ile b^* değerleri 1. yaşlandırmadan sonra %49.97, 2. yaşlandırmadan sonra %61.00 ve 3. yaşlandırmadan sonra %62.11 oranlarında artmıştır.

a^* değerlerinde ise değerleri yaşlandırma uygulamalarından sonra kontrol örneğine kıyasla arttığı görülmektedir.

Mohebby ve Saei, (2015) tarafından göknar (*Abies* sp.) odunu 120 gün süreyle doğal yaşlandırmaya maruz bırakılmış olunup elde edilen sonuçlara göre L^* değerinin azaldığı, buna ek olarak a^* ve b^* değerlerinin arttığı bildirilmiştir.

Kerber ve ark., (2016) tarafından 240 gün boyunca doğal yaşlandırmaya maruz bırakılmış *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macbr., *Erisma uncinatum* Warm ve *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp odunları üzerinde L^*, a^*, b^* ve C^* değerlerinin azaldığı, h^o açısı değerlerinin de arttığı rapor edilmiştir.

Schnabel ve ark., (2009) tarafından 365 gün süreyle doğal yaşlandırmaya maruz bırakılmış göknar (*Abies alba* [Mill.]) ve Avrupa melezi (*Larix decidua* [Mill.]) odunları için yapılan yaşlandırma uygulamasında L^* değerlerinin 181 günlük ayrışma için önemli ölçüde azaldığı bildirilmiştir. Buna ek olarak, Avrupa

melezi odununda *a** ve *b** değerlerinin, maruziyetin ilk 34 günü boyunca yaşlandırma da arttığı bildirilmiştir.

Tonguç ve ark., (2022) tarafından Monteri çamı (*Pinus radiata* D Don) odununda yapılan yaşlandırma uygulamasında sürenin 30 günden 60 güne doğru artması ile *a**, *C** ve *b** değerlerinin arttığı ve *L** ile h^o değerlerinin azaldığı rapor edilmiştir.

Ayata, (2022a) tarafından opepe (*Nauclea diderrichii*) ahşabında yapılmış olan doğal yaşlandırma performansı sonrasında h^o ve *b** değerlerinin arttığı ve *L**, *C** ve *a** değerlerinin azaldığı bildirilmiştir.

Ayata, (2022b) tarafından 3 ay süre ile dış ortam çevre şartlarına maruz kalmış kızılçam (*Pinus brutia*) odununda yapılan yaşlandırma işlemi sonunda liflere dik ve paralel beyazlık indeksi değerlerinin, *L** ve *a** değerleri azaldığı, *C**, h^o ve *b** değerlerinin arttığı söylenmiştir.

Tablo 4. Renk parametrelerine, parlaklık değerlerine ve beyazlık indeksi değerlerine ait sonuçları

Test	Yaşlandırma Süresi	*X*	Değişim (%)	*HG*	*SS*	Mini-mum	Maksi-mum	COV
L*	**Kontrol**	73.07	-	A*	0.29	72.55	73.58	0.40
	1. ay sonunda	69.20	↓5.30	B	0.31	68.67	69.64	0.45
	2. ay sonunda	68.42	↓6.36	C	0.36	67.67	68.93	0.53
	3. ay sonunda	67.92	↓7.05	D**	0.15	67.72	68.23	0.22
a*	**Kontrol**	5.72	-	C**	0.19	5.40	6.04	3.29
	1. ay sonunda	8.50	↑48.60	A*	0.10	8.44	8.77	1.17
	2. ay sonunda	8.09	↑41.43	B	0.08	7.95	8.19	0.97
	3. ay sonunda	8.45	↑47.73	A	0.14	8.16	8.67	1.70
b*	**Kontrol**	18.05	-	C**	0.24	17.64	18.39	1.35
	1. ay sonunda	27.07	↑49.97	B	0.27	26.65	27.51	0.99
	2. ay sonunda	29.06	↑61.00	A	0.23	28.59	29.31	0.78
	3. ay sonunda	29.26	↑62.11	A*	0.38	28.36	29.67	1.31
C*	**Kontrol**	18.94	-	D**	0.28	18.45	19.36	1.48
	1. ay sonunda	28.37	↑49.79	C	0.27	27.96	28.87	0.97
	2. ay sonunda	30.17	↑59.29	B	0.22	29.72	30.41	0.72
	3. ay sonunda	30.46	↑60.82	A*	0.40	29.51	30.85	1.30
***h*^{o}**	**Kontrol**	72.37	-	C**	0.38	71.80	72.98	0.53
	1. ay sonunda	72.60	↑0.32	C	0.19	72.32	72.90	0.26
	2. ay sonunda	74.44	↑2.86	A*	0.19	74.14	74.81	0.26
	3. ay sonunda	73.90	↑2.11	B	0.21	73.49	74.14	0.28
⊥20°	**Kontrol**	0.60	-	A*	0.00	0.60	0.60	0.00
	1. ay sonunda	0.50	↓16.67	C**	0.00	0.50	0.50	0.00
	2. ay sonunda	0.60	0.00	A*	0.00	0.60	0.60	0.00
	3. ay sonunda	0.56	↓6.67	B	0.05	0.50	0.60	9.22

⊥60°	**Kontrol**	2.66	-	C**	0.07	2.60	2.80	2.63
	1. ay sonunda	3.35	↑25.94	B	0.10	3.20	3.50	2.90
	2. ay sonunda	3.46	↑30.08	A*	0.17	3.30	3.70	4.95
	3. ay sonunda	3.27	↑22.93	B	0.08	3.20	3.40	2.52
⊥85°	**Kontrol**	0.80	-	A*	0.20	0.70	1.30	25.00
	1. ay sonunda	0.70	↓12.50	B**	0.00	0.70	0.70	0.00
	2. ay sonunda	0.80	0.00	A*	0.00	0.80	0.80	0.00
	3. ay sonunda	0.70	↓12.50	B**	0.00	0.70	0.70	0.00
∥20°	**Kontrol**	0.56	-	BC	0.08	0.50	0.70	15.06
	1. ay sonunda	0.52	↓7.14	C**	0.04	0.50	0.60	8.11
	2. ay sonunda	0.66	↑17.86	A*	0.08	0.60	0.80	12.78
	3. ay sonunda	0.60	↑7.14	B	0.00	0.60	0.60	0.00
∥60°	**Kontrol**	3.18	-	D**	0.14	2.90	3.30	4.40
	1. ay sonunda	3.43	↑7.86	C	0.05	3.40	3.50	1.41
	2. ay sonunda	3.80	↑19.50	A*	0.07	3.70	3.90	1.75
	3. ay sonunda	3.71	↑16.67	B	0.03	3.70	3.80	0.85
∥85°	**Kontrol**	1.96	-	C**	0.24	1.50	2.20	12.07
	1. ay sonunda	3.32	↑69.39	B	0.28	3.10	3.80	8.38
	2. ay sonunda	3.70	↑88.78	A	0.30	3.40	4.20	8.06
	3. ay sonunda	3.87	↑97.45	A*	0.23	3.40	4.20	5.97
Beyazlık İndeksi Dik (⊥)	**Kontrol**	38.37	-	A*	0.65	37.60	39.30	1.70
	3. ay sonunda	22.63	↓41.02	B**	0.86	20.90	23.70	3.78
Beyazlık İndeksi Paralel (∥)	**Kontrol**	25.10	-	A*	0.27	24.70	25.50	1.10
	3. ay sonunda	15.63	↓37.73	B**	0.13	15.40	15.80	0.86

X: Ortalama, N: Ölçüm Sayısı, *SS*: Standart Sapma, COV: Varyasyon Katsayısı, *HG*: Homojenlik Grubu, *: En yüksek değer, **: En düşük değer

Bal ve Ayata, (2022) tarafından karakavak (*Populus nigra* L.,) odununda yapılan doğal yaşlandırma uygulaması sonunda L^* ve h^o değerleri azaldığı, a^*, b^* ve C^* değerlerinin ise arttığı bildirilmiştir.

Sivrikaya ve ark., (2017) tarafından sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odununun 6, 12 ve 24 ay süre ile doğal yaşlandırmaya maruz bırakılmasından sonra ΔL^* değerleri 6. ayın sonunda = -29.72, 12. ayın sonunda = -31.26 ve 24. ayın sonunda = -31.03 ve ΔE^* değerleri ise 6. ayın sonunda = 36.65, 12. ayın sonunda = 38.61 ve 24. ayın sonunda = 38.55 olarak bulunmuştur.

Beyazlık indeksi değerlerine ait belirlenmiş olan SPSS sonuçlarına göre, yaşlandırma süresinin artması ile liflere dik (⊥ = %41.02 oranında) ve paralel (∥ = %37.73 oranında) yönlerdeki beyazlık indeksi değerlerinin azaldığı görülmektedir (Tablo 4).

SONUÇLAR

Bu araştırmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir;

- Yaşlandırmanın sonunda 90. güne ait L^* değeri azalırken, a^*, b^*, C^* ve h^o değerleri artmıştır.

- Beyazlık indeksi değerleri liflere paralel ve dik yönlerde yaşlandırma sonunda azalmıştır.

- Yaşlandırma süresinin artması ile ΔE^* değerlerinin arttığı görülmüştür.

KAYNAKLAR

1. Anonim, (2007). CIE, Colourimetry-Part 4: CIE 1976 *L*a*b** Colour Space.
2. ASTM D 1641, (2004). Standard practice for conducting outdoor exposure test of varnishes, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, Pennsylvania, United States.
3. ASTM D 2244-3, (2007). Standard practice for calculation or color tolerances and color, differences from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.
4. ASTM E313-15e1. (2015). Standard practice for calculating yellowness and whiteness indices from instrumentally measured coordinates. USA: ASTM International.
5. Ayata, Ü., (2022a). Opepe (*Nauclea diderrichii*) ahşabında doğal yaşlandırma performansı üzerine bazı yüzey özelliklerinin araştırılması, 1. Uluslararası Güncel Akademik Çalışmalar Sempozyumu, 1 - 4 Aralık 2022, Abant - Bolu, Türkiye, 147-157.
6. Ayata, Ü., (2022b). Dış ortam şartlarına maruz kalmış kızılçam odunda meydana gelen bazı yüzey değişiklerinin araştırılması, Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi, 5(2): 83-92. DOI: 10.33725/mamad.1184911.
7. Ayata, Ü., Çavuş, V., Bal, B.C., & Efe, F.T. (2018). Dut, doğu çınarı, kızılçam ve sedir ağaç türlerinde janka sertlik değerinin belirlenmesi, 2. Uluslararası Bilimsel Çalışmalarda Yenilikçi Yaklaşımlar Sempozyumu, 30 Kasım - 2 Aralık, Samsun, Türkiye, 1490-1494.
8. Bal, B.C. (2013). A comparative study of the physical properties of thermally treated poplar and plane woods. BioResources, 8(4), 6493-6500.
9. Bal, B.C., & Ayata, Ü. (2022). Karakavak odununda renk, beyazlık indeksi ve parlaklık özellikleri üzerine doğal yaşlandırmanın etkisi, Akdeniz 8. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi, 19 - 20 Kasım 2022, Girne, 305-315.
10. Barański, J., Klement, I., Vilkovská, T., & Konopka, A. (2017). High temperature drying process of beech wood (*Fagus sylvatica* L.) with different zones of sapwood and red false heartwood. BioResources, 12(1), 1861-1870. DOI: 10.15376/biores.12.1.1861-1870.
11. Bozkurt, A.Y. (1971). Önemli Bazı Ağaç Türleri Odunlarının Tanımı, Teknolojik Özellikleri ve Kullanış Yerleri, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 1653, O.F. Yayın No: 177, İstanbul, 99 sayfa.

12. Carpenter, R.J., Hill, R.S., & Jordan, G.J. (2005). Leaf cuticular morphology links Platanaceae and Proteaceae. International Journal of Plant Sciences, 166(5): 843-855. DOI: 10.1086/431806.
13. Cavus, V., Sahin, S., Esteves, B., & Ayata, U. (2019). Determination of thermal conductivity properties in some wood species obtained from Turkey. Bioresources, 14(3), 6709-6715. DOI: 10.15376/biores.14.3.6709-6715.
14. Cogulet, A., Blanchet, P., & Landry, V. (2016). Wood degradation under UV irradiation: A lignin characterization. Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology, 158, 184-191. DOI: 10.1016/j.jphotobiol.2016.02.030.
15. Ferwerda, J.A., Pellacini, F., & Greenberg, D.P. (2001). A psychophysically-based model of surface gloss perception, In Proceedings of the SPIE: Human Vision and Electronic Imaging VI, vol. 4299, 291-301.
16. Haider, S., Nazreen, S., Alam, M.M., Hamid, H., & Alam, M.S. (2012). Anti-inflammatory and anti-nociceptive activities of *Platanus orientalis* Linn. andits ulcerogenic risk evaluation. Journal of Ethnopharmacology, 143(1), 236-240. DOI: 10.1016/j. jep.2012.06.029.
17. Hajhashemi, V., Ghannadi, A., & Mousavi, S. (2011). Antinociceptive study of extracts of *Platanus orientalis* leaves in mice, Research in Pharmaceutical Sciences, 6(2): 123-128.
18. Hon, D.N.S., & Shiraishi, N. (2001). Wood and Cellulosic Chemistry, (Second ed.), Marcel Dekker Inc, New York, p. 914.
19. ISO 2813, (1994). Paints and varnishes - determination of specular gloss of non-metallic paint films at 20 degrees, 60 degrees and 85 degrees, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
20. ISO 554, (1976). Standard atmospheres for conditioning and/or testing, International Standardization Organization, Geneva, Switzerland.
21. Kerber, P.R., Stangerlin, D.N., Pariz, E., de Melo, R.R., de Souza, A.P., & Calegari, L. (2016). Colorimetry and surface roughness of three amazon woods submitted to natural weathering, Nativa, Sinop, 4(5), 303-307. DOI: 10.14583/2318-7670.v04n05a06.
22. Khan, A.S. (2017). Woody plants with possible anti-hıv activity. In: Khan AS (ed) Medicinally important trees. Springer International Publishing, Switzerland, pp 109-131.
23. Khidyrova, N.K., Syrov, V.N., Khushbaktova, Z., Rashkes, Y.V., Rashkes, A.M., & Shakhidoyatov, K.M. (1994). Antiulcer activity of ester fraction from platan leaves. Khimiko Farmatsevticheskii Zhurnal, 5, 41.

24. Kržišnik, D., Lesar, B., Thaler N., & Humar, M. (2018). Influence of natural and artificial weathering on the colour change of different wood and wood-based materials. Forests, 9, 488. DOI: 10.3390/f9080488.
25. Mindess, S. (2007). Environmental deterioration of timber. Environmental Deterioration of Materials, 28, 287-305. DOI: 10.2495/978-1-84564-032-3/09.
26. Mohebby, B., & Saei, A.M. (2015). Effects of geographical directions and climatological parameters on natural weathering of fir wood. Construction and Building Materials, 94, 684-690. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2015.07.049.
27. Nishanbaev, S.Z., Khidyrova, N.K., & Kuliev, Z.A. (2004). Dimeric Proanthocyanidines from *Platanus orientalis* bark. Chemistry of Natural Compounds, 40(1), 93. DOI: 10.1023/B:CONC.0000025479.07578.5d.
28. Oberhofnerová, E., Pánek, M., & García-Cimarras, A. (2017). The effect of natural weathering on untreated wood surface. Maderas. Ciencia y tecnología, 19(2), 173-184. DOI: 10.4067/S0718-221X2017005000015.
29. Odabaşı, T., Çalışkan, A., & Bozkuş, F. (2007). Silvikültür Tekniği (Silvikültür II), İstanbul Üniversitesi Yayın No: 4459, Orman Fakültesi Yayın No: 475, 314 sayfa, İstanbul, ISBN: 975-404-702-2.
30. Olfat, A.M., Karimi A.N., & Parsapajouh, D. (2007). Biological method to quantify progressive stages of decay in five commercial woods by *Coriolus versicolor*. Pakistan Journal of Biological Sciences, 10(6), 1073-1077.
31. Rajab, B.A. (2014). Thermal treatment of several wood species grown in Iraq, Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Graduate School of Natural and Applied Science, Department of Forest Industry Engineering, Master Thesis, Kahramanmaraş, Turkey.
32. Rudic, O., Rajnovic, D., Cjepa, D., Vucetic, S.,& Ranogajec, J. (2015). Investigation of the durability of porous mineral substrates with newly designed TiO_2-LDH coating. Ceramics International, 41(8), 9779-9792. DOI: 10.1016/j.ceramint.2015.04.050.
33. Schnabel, T., Zimmer, B., & Petutschnigg, A.J. (2009). On the modelling of colour changes of wood surfaces. European Journal of Wood and Wood Products, 67, 141-149. DOI: 10.1007/s00107-008-0293-x.
34. Sivrikaya, H., Can, A., Tümen, I., & Aydemir, D. (2017). Weathering performance of wood treated with copper azole and water repellents, Wood Research, 62(3): 437-450.
35. Söğütlü, C., & Sönmez, A. (2006). Değişik koruyucular ile işlem görmüş bazı yerli ağaçlarda UV ışınlarının renk değiştirici etkisi. Gazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 21(1), 151-159.

36. Subiza, J., Cabrera, M., Valdivieso, R., Subiza, J.L., Jerez, M., Jimenez, J.A., Narganes, M.J., & Subiza, E. (1994). Seasonal asthma caused by airborne Platanus pollen. Clinical & Experimental Allergy, 24(12), 1123-1129. DOI: 10.1111/j.1365-2222.1994.tb03317.x.
37. Şirin, G. (2015). Doğu çınarı (*Platanus orientalis* L.) ağacının anizotropik yönlerde teknolojik özellikleri, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Bartın.
38. Thai, Q.D., Tchoumtchoua, J., Makropoulou, M., Boulaka, A., Meligova, A.K., Mitsiou, D.J., Mitakou, S., Michel, S., Halabalaki, M., Alexis, M.N., & Skaltsounis, L.A. (2016). Phytochemical study and biological evaluation of chemical constituents of *Platanus orientalis* and *Platanus* × *acerifolia* buds. Phytochemistry, 130, 170-181. DOI: 10.1016/j.phytochem.2016.04.006.
39. Tonguç, F., Ergül, H.A., & Ayata, Ü., (2022). Monteri çamı (*Pinus radiata* D Don) odununda renk, parlaklık ve beyazlık indeksi üzerine doğal yaşlandırma uygulamasının etkisi, Bozok Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 1(2), 116-126.

YABANİ AYÇİÇEĞİ TÜRLERİNİN AYÇİÇEĞİ ISLAHINDA KULLANIM OLANAKLARI

Prof Dr Yalçın Kaya[1]
Doç Dr Necmi Beşer[2]

[1]Trakya Üniversitesi Genetik ve Biyomühendislik Bölümü, Edirne
ORCID: 0000-0002-9297-8633
[2]Trakya Üniversitesi Genetik ve Biyomühendislik Bölümü, Edirne
ORCID: 0000-0003-1888-6316

GİRİŞ

Anavatanı Amerika olan ayçiçeği cinsi 37 çok yıllık ve 14 tek yıllık olmak üzere 51 türden oluşmaktadır. Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.), dünyada ve ülkemizde en önemli yağ bitkilerinden biridir. Artan nüfusa paralel olarak ülkemizin bitkisel yağ ihtiyacı da yükselmekte olup, bitkisel yağ tüketiminde çoğunlukla ayçiçeği yağını tercihi ve son yıllarda artan yağ açığımız, ülkemizde ayçiçeğinin önemi giderek arttırmaktadır. Fazla bir adaptasyon kabiliyeti olmasına rağmen, ayçiçeği alanları yeterli olmayıp, birim alandan elde edilen gelir de çeşitli nedenlerden dolayı beklenenden düşük olmaktadır. Bu nedenle, ayçiçeğinin geniş alanlarda ekiminin yayılmasının mutlak teşvik edilmesi gereklidir.

Ayçiçeği üretiminde büyük problemlere yol açan orobanş, mildiyö ve diğer bazı hastalıklara karşı geliştirilen genetik dayanıklı hibritlerin yanı sıra, hem orobanşı, hem de yaygın yabancı otları kontrol eden Clearfield System (Imidazolinone (IMI)) ve ayrıca Sulfonlyurea (SU) herbisitlerine dayanıklı hibritlerin kullanımı son zamanlarda ayçiçeği üretiminde karlılığı arttırmıştır. Bu katkıların çoğu yabani ayçiçeği genetik kaynaklarından elde edilen genlerden elde edilmiştir. Ayçiçeği son yıllarda olumsuz iklim değişikliklerine karşı daha fazla tolerans göstermekte olup, yine dünyada yağlı tohumlara olan talebin artmasına da bağlı olarak Karadeniz bölgesinde ekim alanlarını ve üretimini artırmıştır (Kaya, 2014; Kaya ve Vasilevska-Ivanova, 2021).

YABANİ TÜRLERİN ISLAHTA KULLANIMI

Ayçiçeğinin yer aldığı *Helianthus* cinsinde yabani ayçiçeği türleri gerek orobanş paraziti, gerekse birçok hastalık ve abiyotik stres koşullarına dayanıklılık ve adaptasyon açısından, tarımı yapılan ayçiçeği için gerekli birçok geni muhafaza etmektedir. Ayçiçeğinde yapılan türler arası melezlemelerle kültür türlerine birçok gen aktarılmış olup, bu yabani türler ayçiçeğinde başlangıç seleksiyonu için fazlaca kullanılmakta, genetik varyasyonun arttırılmasına önemli katkılar sağlamaktadır. Örneğin, *H. petiolaris* türünden elde edilen sitoplazmik erkek kısırlığının (CMS) ve yine farklı yabani türlerden ilgili fertilite restorer genlerinin eldesi, hibrit çeşitlerin geliştirilmesine olanak sağlamış olup, ayçiçeği ıslahındaki en önemli kilometre taşıdır. Bu şekilde elde edilen hibritlerin kullanılmasıyla artan tane verimi, kalite ve stabil bir verim ve uniformite ile, ayçiçeği üretimi tamamen aşama kaydederek ayçiçeği üretimini çok üst seviyelere taşımıştır (Marek, 2019).

Yabani ayçiçeği gen bankası ilk olarak 1976'da ABD Bushland, Teksas' ta kurulmuş ve 2004'e kadar yabani türler toplanarak koleksiyona dahil edilmiştir (Terzić ve ark., 2020). 1985 yılında da NCRPIS (North Central Regional Plant

Introduction Station), Ames, Iowa' ya taşınmış ve halen burada bulunmaktadır. Buradaki yabani tür koleksiyonu, 51 türün ve alt türlerin tamamını içermektedir (Terzić ve ark., 2020). Şu anda, tek yıllık türlerin % 95' i dağıtılabilirken (Tablo 1), çok yıllık türlerin %70' i dünyada talep eden araştırmacılara gönderilmektedir (Tablo 2).

Kültürü yapılan ayçiçeği türü ve tek yıllık yabani türler diploid (2n=2x=34) olup, çok yıllık türler ise, genellikle tetraploid (2n = 4x = 68) ve hekzaploiddir (2n = 6x = 102). Bazı türler ise ikiden fazla ploidi seviyesi içerebilir. Örneğin; *H. ciliaris* L. hem tetraploid, hem de hekzaploid formlar içerirken, *H. decapetalus* L. diploid ve tetraploid formlarda bulunur (Atlagić, 2004; Hladni ve ark, 2022; Terzić ve ark., 2020).

Tablo 1 Tek Yıllık *Helianthus* Türleri (Kaya, 2016).

Kromozom Sayısı	Türler
Helianthus	
(2n=34)	*H. annuus L.*
(2n=34)	*H. anomalus Blake*
(2n=34)	*H. argophyllus T.&G.*
(2n=34)	*H. bolanderi A. Gray*
(2n=34)	*H. debilis ssp. debilis Nutt.*
(2n=34)	*H. debilis ssp. cucumerifolius (T.&G.) Heiser*
(2n=34)	*H. debilis ssp. sylvestris Heiser*
(2n=34)	*H. debilis ssp. tardiflorus Heiser*
(2n=34)	*H. debilis ssp. vestitus (Watson) Heiser*
(2n=34)	*H. deserticola Heiser*
(2n=34)	*H. exilis A. Gray*
(2n=34)	*H. neglectus Heiser*
(2n=34)	*H. niveus ssp. niveus (Benth.)*
(2n=34)	*H. niveus ssp. tephrodes (Gray) Heiser*
(2n=34)	*H. paradoxus Heiser*
(2n=34)	*H. petiolaris ssp. Canescens (A. Gray) E.E. Schilling*
(2n=34)	*H. petiolaris ssp. fallax Heiser*
(2n=34)	*H. petiolaris ssp. petiolaris Nutt.*
(2n=34)	*H. praecox ssp. hirtus Heiser*
(2n=34)	*H. praecox ssp. praecox Engelm. & A. Gray*
(2n=34)	*H. praecox ssp. runyonii Heiser*
Agrestis	
(2n=34)	*H. agrestis Pollard*
Porteri	
(2n=34)	*H. porteri (A. Gray) J. F. Pruski*

Tablo 2. Çok yıllık *Helianthus* türleri (Kaya, 2016).

Kromozom Sayısı	Grup / Türler	
Ciliares	**Ciliares**	
(2n= 34)		*H. arizonensis R. Jackson*
(2n=68,102)		*H. ciliaris DC.*
(2n= 34)		*H. laciniatus A. Gray*
Ciliares	**Pumili**	
(2n= 34)		*H. cusickii A. Gray*
(2n= 34)		*H. gracilentus A Gray*
(2n= 34)		*H. pumilus Nutt.*
Atrorubens	**Coronasolis**	
(2n= 102)		*H. californicus DC.*
(2n=34,68)		*H. decapetalus L.*
(2n= 34)		*H. divaricatus L.*
(2n=102)		*H. eggertii Small*
(2n=34)		*H. giganteus L.*
(2n=34)		*H. grosseserratus* Martens
(2n=68)		*H. hirsutus Raf.*
(2n=34)		*H. maximiliani Schrader*
(2n=34)		*H. mollis Lam.*
(2n=34)		*H. nuttallii ssp. nuttallii T.&G.*
(2n=34)		*H. nuttallii ssp. rydbergii (Britt.) Long*
(2n=102)		*H. resinosus Small*
(2n=34)		*H. salicifolius Dietr.*
(2n=102)		*H. schweinitzii T.&G.*
(2n=68, 102)		*H. strumosus L.*
(2n=102)		*H. tuberosus L.*
Atrorubens	**Microcephaly**	
(2n=34)		*H. glaucophyllus Smith*
(2n=34)		*H. microcephalus T.&G.*
(2n=34, 68)		*H. smithii Heiser*
Atrorubens	**Atrorubentes**	
(2n=34)		*H. atrorubens L*
(2n=34)		*H. occidentalis ssp. occidentalis Riddell*
(2n=34)		*H. occidentalis ssp. plantagineus (T. &G.) Heiser*
(2n=102)		*H. laetiflorus Pers.*
(2n=102)		*H. pauciflorus Nutt. ssp. pauciflorus*
(2n=102)		*H. pauciflorus ssp. subrhomboides (Rydb.) O. Spring*
(2n=34)		*H. silphioides Nutt.*
Atrorubens	**Angustifolii**	
(2n=34)		*H. angustifolius L.*
(2n=34)		*H. carnosus Small*
(2n=34		*H. floridanus A. Gray ex Chapman*

(2n=34)		*H. heterophyllus Nutt.*
(2n=34)		*H. longifolius Pursh*
(2n=34)		*H. radula (Pursh) T.&G.*
(2n=34)		*H. simulans E. E. Wats*
(2n=34)		*H. verticillatus Small*
(2n=34)		*H. winteri Stebbins*

Hibrit programlarda aynı CMS ve restorer kaynakların aşırı kullanımı nedeniyle ayçiçeğinin genetik tabanının daralması, ayçiçeği ıslahçılarını, yeni restorer ve CMS gen kaynakları ve diğer önemli yararlı genler için ıslah programlarında yabani ayçiçeği türlerini kullanmaya büyük ilgi göstermişlerdir (Seiler ve Marek, 2011; Kaya, 2016). Yabani ayçiçeği ile kültürü yapılan türler ile melezler, türler arası melezlemeler ve daha yakın cinsler arasında melezlerle hem abiyotik, hem de biyotik stres direncinde, kalite ve verim özelliklerinde bugüne kadar birçok faydalı gen, kültürü yapılan türlere aktarılmıştır (Vassilevska-Ivanova ve ark., 2013, 2016; Seiler, 2012; Seiler ve Marek, 2011; Jocic ve ark., 2015).

Ayçiçeğinde üstün genotiplerin seleksiyon süreci, daha önce seçilen ebeveynlerin melezlenmesiyle elde edilen F1 generasyonundan hemen sonra F2 aşamasında başlamaktadır. Türlerarası ve diğer melezlerde istenilen özellikte taramanın çok fazla miktarda ve doğru şekilde yapılarak seleksiyon verimliliğin arttırılması Breton için, MAS, flow sitometri vb. yeni metotlar kullanılması son derece önemlidir. Son yıllarda devreye giren yeni moleküler metotlarla, hem etkin ve doğru bir seleksiyon, hem de ıslah süresini kısaltma imkanı olup, ayrıca çok geniş yabani ve melezler popülasyonların genom seviyesinde taramaları yapılarak, yararlı genler tespit edilebilmekte ve bu genlerin yine biyoteknolojik yöntemler kullanılarak, kromozom sayısı farklı ve tek ve çok yıllık yabani türlerle kısırlık engeli de kaldırılarak melezleme imkanlarıyla transferi yapılabilmektedir.

HASTALIKLARA DAYANIKLILIK

Ayçiçeği üretimini kısıtlayan temel faktörlerden birisi olan hastalıkların kontrol edilmesinde, özellikle kimyasal ve agronomik olarak bazı zorluklar yaşanılmaktadır. Bu tür sorunlarla başa çıkmanın en kalıcı yolu, bu hastalıklara dirençli yeni çeşitlerin geliştirilmesi olup, bu amaçla yabani ve kültüre alınmış *Helianthus* türlerine ait gen kaynakların kullanımı büyük önem taşımaktadır.

Orobanş paraziti (*Orobanche cumana* Wallr.) ülkemizde, Karadeniz ve Balkan ülkelerinde, ayçiçeğinde %100'e varan verim kayıplarına neden olmakta, çok sayıda ırklar oluşturup, çok fazla miktarda tohumlarıyla, kolayca yayılarak ayçiçeği üretim alanlarında hızlı epidemiler oluşturmaktadır (Kaya, 2014). Yabani ayçiçeğinde, ayçiçeğinde en önemli problem olan orobanş parazitine

dayanıklı birçok gen kaynağı mevcut olup, bu genlerinin kültürü yapılan türlere aktarımı, etkili ve sürekli bir dayanım için son derece önemlidir (Kaya ve ark., 2012). Bugüne kadar *H. tuberosus, H. argophyllus, H. maximiliani* ve *H. debilis* gibi yabani türlerde orobanşa dayanıklılık genleri tespit edilmiş ve kültürü yapılan ayçiçeğine aktarılmıştır (Fernandez-Martinez ve ark., 2009; Seiler ve Jan, 2014; Christov ve ark., 2009).

Ayçiçeğinde orobanşa dayanıklı genlerin gerek yabani türlerden transferinde, gerekse hem başlangıç ıslah materyallerinde, hem de yabani türler ve türler arası melezlerde tespiti için moleküler markörlerin kullanılması ayçiçeği ıslahına önemli katkılar sağlamıştır (Imerovski ve ark., 2013, 2016, 2019). MAS seleksiyonu için moleküler belirteçler geliştirmek ve orobanş ırklarının belirlenmesi için bugüne kadar çeşitli moleküler çalışmalar yapılmış olup, *H. tuberosus*, *H. praecox* (Sayago ve ark., 2018), *H. divaricatus* türlerinde (Imerovski ve ark, 2019) bazı direnç genleri tanımlanmış ve sonrasında bunların moleküler haritaları çıkarılmıştır.

Ayçiçeği yetiştiriciliğinde tane verimini ve yağ oranını azaltan en önemli sınırlayıcı etmenlerden biri de mantari hastalıklar olup, bunlar arasında ayçiçeği mildiyösü (*Plasmopara halstedii*) hastalığı, ayçiçeği üretiminde %100 e varan verim kayıplara neden olmaktadır. Özellikle erken ekimlerde hastalık etmeni çok yoğun şekilde görülmekte olup, zaman zaman büyük epidemilere yol açmaktadır. Günümüzde 40 tan fazla patojen ırkı bulunan ayçiçeği mildiyösü, Pl genleriyle karakterize edilmekte olup, bazı Pl genler moleküler markırlarla ilişkilendirilmiştir. Yabani ayçiçeği, ayçiçeğinin en önemli hastalıklarından biri olan ayçiçeği mildiyösüne karşı dayanıklılık genlerine de sahiptir. Bugüne kadar yapılan çalışmalarda yabani *H. argophyllus, H. annuus, H. petiolaris, H. bolanderi, H. salicifolius* mildiyöye karşı direnç gösterdiği belirlenmiştir. Ancak aralarında en dikkat çeken tür *H. argophyllus* olup, dünyadaki hemen hemen tüm ırklara dirençli olan PlArg adlı bir dirençli genini barındıran RHA 419 ve RHA 420 gibi bazı USDA hatları bu türden geliştirilmiştir (Imerovski ve ark. 2014; Kaya, 2016; Qi ve ark., 2016, 2019; Gontcharov ve Goloschapova, 2021). Yine Pl6 mildiyö dayanıklılık geni, yabani *H. annuus* türünden geliştirilen HA-335 ve HA-336 USDA hatlarından bulunmakta olup, *H. praecox* türünden türetilen HA-337, HA-338 ve HA-339 hatlarında Pl7 geni bulunmaktadır. Yine Pl8 geni de *H. runyonii* ve *H. argophyllus* türleriyle yapılan melezlerden türetilmiştir (Molinero Ruiz, 2022).

Ayçiçeğinin özellikler sulu alanlarda bir diğer önemli hastalığı olan kök ve tabla çürüklüğünün (*Sclerotinia sclerotiorum*) halen dünyada kimyasal mücadelesi olmayıp, ancak kültürü yapılan ayçiçeğinde de genetik dayanıklılık henüz geliştirilememiştir. Ancak yabani ayçiçeği türleriyle yapılan çalışmalarda

bu hastalığa karşı toleranslı olanlar tespit edilmiş olup, bunlar genelde *H. occidentalis ssp* gibi çoğunlukla çok yıllık türlerdir. Bu türe ilaveten *H. plantagineus, H. giganteus, H. maximiliani, H. resinosus, H. pauciflorus, H. rijidus, H. mollis, H. tuberosus, H. decapetalus, H. grosseserratus, H. nuttallii* türlerinde de *Sclerotinia spp* hastalığına karşı tolerans genlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Ancak aralarında en yüksek *Sclerotinia* direnci *H. maximiliani* türünde gözlemlenmiştir ((Kaya, 2016).

Özellikle çerezlik ayçiçeği üretimlerinde büyük problemlere yol açan ayçiçeği pasında (*Puccinia helianthi*), özellikle yabani ayçiçeği kaynaklı olarak genetik dayanıklılık genleri belirlenmiş ve kültürü yapılan türlere aktarılması için USDA ayçiçeği hatlarına aktarılmıştır (Qi ve ark., 2021). Dayanıklılık görülen yabani *Helianthus* türleri arasında, yabani *H. annuus, H. grosseserratus, H. maximiliani, H. nuttallii, H. pauciflorus, H. petiolaris, H. tuberosus* türlerinin yer aldığı bazı araştırmalarda belirtilmiştir (Kaya, 2016; Seiler ve Marek 2011; Molinero Ruiz, 2022).

ABİYOTİK STRES KOŞULLARINA DAYANIKLILIK

Kuraklığa dayanıklılık için, ayçiçeği bitkilerinde, kuraklık ve ozmotik stres koşulları altında buharlaşma-terleme kayıplarının mutlaka azaltılması gereklidir. Bu açıdan yeni geliştirilecek çeşitler daha yüksek kütikül mum içeriğine, yüksek fotosentetik hız kapasitesi, güçlü kök sistemi gelişimi, küçük yaprak alanı, daha yüksek su kullanım verimliliğine, daha iyi kuraklığa duyarlılık indeksi ve daha yüksek hasat indeksine sahip olmalıdır (Kaya, 2016; Pekcan ve ark, 2020; Grandón ve ark., 2021).

Ayçiçeği ıslah çalışmaları bugüne kadar çoğunlukla kuraklık ve tuz ile sıcaklık ve sel stresi için tolerans sağlamaya odaklanmıştır. Ancak son zamanlardaki küresel ısınma nedeniyle gelecekte özellikle aşırı iklim koşullarında da yüksek tane verimi elde etmek için, kritik büyüme dönemlerinde verimi önemli ölçüde etkileyen yüksek sıcaklıkların daha fazla önemli olacaktır. Verim özellikleri üzerindeki ısı stresinin bazı yabani *H. annuus* popülasyonlarında daha az hissedildiği için, bu açıdan büyük potansiyele sahip yabani *Helianthus* türleri, bugüne kadar ıslah programlarında potansiyel donörler olarak başarıyla kullanılmıştır. Araştırmacılar, germplazmlarının kuraklık toleransını iyileştirmek için faydalı genleri transfer etmek için çoğunlukla türler arası melezleme yöntemini kullanmışlardır (Hernández ve ark., 2018; Grandón ve ark., 2021; Dedić ve ark., 2022).

Ayçiçeği yabani türleri arasında, tek yıllık türler olarak *Helianthus anomalus* ve *Helianthus deserticola*, *H. nuttallii* ve *H. petiolaris* türleri ABD'deki kumlu topraklara, çöllere ve çorak alanlara en çok adapte olmuş türler olup, bu nedenle

bu türler, ayçiçeği ıslahçıları tarafından ıslah programlarında kuraklığa toleranslı çeşitler geliştirmek için ıslahta genetik kaynak olarak kullanılabilir (Fernandez ve ark., 2009; Skoric, 2012, 2012; Seiler, 2012; Seiler ve ark., 2017). Bunun yanında kuraklık adaptasyonu gibi uygun özelliklere sahip *Helianthus niveus* türleri, çölde yaşayan bir tür olan *Helianthus tephrodes,* kurak koşullarında daha büyük tohumlar veren yabani *Helianthus anomalus*, daha yüksek yağ içeriği ve tüylü yaprakları nedeniyle daha düşük terleme kapasitesine sahip *Helianthus argophyllus* (gümüş yapraklı ayçiçeği) türü de ıslah programlarında başarıyla kullanılmıştır (Seiler, 2006; Vassilevska-Ivanova ve ark., 2016; Dedić ve ark., 2022).

Erkencilik, kuraklıktan kaçınmanın en etkili yollarından biri olup, ancak bu amaçla kullanılacak erkenci ayçiçeği çeşitlerinin daha düşük sıcaklık toleransına sahip olması, erken ekimler için, soğuğa ve donma toleranslarının iyileştirmesi gerekir. Bu amaç doğrultusunda, sert soğuk habitatlarda yetiştiği için soğuğa toleranslı ayçiçeği genotipleri geliştirmek için, en uygun yabani gen kaynağı çok yıllık *H. maximiliani* türüdür. Özellikle verimi etkileyen en önemli periyotlardan biri olan tane doldurma döneminde, erken ekimler yaparak kuraklıktan kaçmasına izin vermek ve ayçiçeğinde soğuk stresini azaltmak için yağ verimi plastisitesi önemli bir rol oynamaktadır. Hem kültürü yapılan türlerde, hem de yabani türlerde soğuk geçen geceleri tolere etmek için bu özellikle ilişkili bazı genomik bölgeler tanımlanmıştır. Yabani türlerde donma toleransı için geniş bir genetik çeşitlilik mevcut olup, ayrıca kök gelişimi ve canlılığının yanı sıra toprak kaynaklı hastalıklara karşı direnç de dikkate alınmalıdır. Ancak erken ekimlerde de sıklıkla görülen ayçiçeği mildiyösüne dayanıklılık da mutlaka göz önünde bulundurmalıdır (Hernandez ve ark.., 2020). Ayçiçeğinde erkenci genotipler geliştirmek için, ayçiçeğinde çiçeklenmenin oluşmasında önemli rol oynayan fotoperiyot ve sıcaklık gibi genetik ve çevresel faktörler dikkate alınmalıdır. Yabani *Helianthus annuus, H. petiolaris* ve *H. argophyllus* türlerinde ayçiçeğinde çiçeklenme zamanını ayarlamak için önemli haplotipik varyasyonlar gösterdiğinden, bu amaç doğrultusunda kullanılabilir (Kaya, 2016; Dedić ve ark., 2022).

Kök sistemi, kök biyokütlesi ve hacmi ile maksimum kök uzunluğu gibi kök özellikleri, özellikle su stresi koşullarında bitki büyümesi için son derece önemli konular olup, bu nedenle bitkilerin kuraklık toleransı için su ihtiyacını ve kullanım verimliliğini belirlemede mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır. Ayçiçeği, 3 m ye varan derin ve geniş bir kök sistemine sahiptir. Bu nedenle, ayçiçeği ıslah programlarında kuraklığa dayanıklı çeşitler geliştirmek için ayçiçeği ıslahçıları yeni çeşitlerin kök özelliklerine ilaveten, daha yüksek kuraklığa duyarlılık ve hasat indeksinin yanı sıra, fazla yeşil kalma özelliğini de

dikkate almalıdır. Yabani tek yıllık *Helianthus* türleri arasında kök morfolojisi açısından geniş bir genetik çeşitlilik söz konusu olup, bunlar arasında *H. petiolaris* derin kök yapısıyla dikkat çekmektedir. Bu tür, kurak alanlarda başarıyla yetişmekte olup, istenilen sürgün özellikleri, daha iyi kök büyümesi ve gelişimi için, türler arası melezleme yoluyla kültürü yapılan türlere aktarılabilir. Ayçiçeği ıslahçıları ıslah programlarında iyi bir kuraklığa tolerans seleksiyonu için, güçlü kök ile topraktan su alımını artırarak veya terlemeyi azaltarak yeni genotipler geliştirmesi mutlak gerekir. (Seiler, 2008; Kantar ve ark., 2015; Seiler ve ark., 2017; Dedić ve ark., 2022).

Öte yandan, yabani *Helianthus* cinsinde ağır metal toleransında önemli farklılıklar vardır. Yabani ayçiçeği türleri arasında en dikkat çekici olanı serpantin ayçiçeği olarak adlandırılan *Helianthus exilis* türü olup, bu tür Mg/Ca oranı, Ni, Cr ve Cd gibi daha yüksek düzeyde ağır metaller içeren ekstrem topraklarda dahi yetiştirebilir. Ayrıca, *H. bolanderi* türü de benzer habitatlarda zaten mevcut olup, bu nedenle ekili ayçiçeği için ağır metal toleransı için potansiyel genetik kaynak olarak kullanılabilir (Kaya, 2016).

Yabani türler arasında *H. anomalus, H. niveus ssp. tephrodes* ve *H. petiolaris* türlerinin bazı ekotipleri çok fakir topraklarda dahi yetişmekte olup, bu nedenle bu tür habitatlarda kumlu topraklarda daha düşük gübre kullanımı için potansiyel olabilirler. Diğer yandan tuz toleransı açısından *Helianthus paradoxus* türü yabani *Helianthus* türleri arasında en dikkat çeken tür olup, normal ayçiçeği ve diğer bitkiler için 250-400 mM NaCl dahi ölümcül doz sayılırken, bu tür çok tuzlu topraklarda 1300 mM dozlara kadar dayanabilir. Tohum çimlenmesi, hücre hayatta kalması, kuru madde birikimi, yaprak iyon içeriği, yaprak ölümü veya yaşlanması, yaprak nekrozu, ozmotik düzenlemeler ve kök büyümesi vb. tuzluluk için ana seçim kriterleridir. Ayçiçeği ıslahçıları bu özelliklere dayanan tuzluluk tolerans genlerini başta *H. paradoxus* türü olmak üzere, diğer yabani türlerde doğrudan veya türler arası melezleme yoluyla aktararak ıslah programlarında kullanmışlardır (Seiler, 2012; Skoric; 2012; Kaya ve Vasilevska-Ivanova, 2021).

YABANCI OT İLAÇLARINA DAYANIKLILIK

IMI (Imidazolinone) herbisitlerine dayanıklı hibritler ve çıkış sonrası kullanılan IMI (Imazamox) herbisitlerle birlikte kullanılan ve BASF tarafından Clearfield uygulamaları olarak ticarileştirilen sistem ayçiçeğinde hem orobanş paraziti hem de geniş yapraklı yabancı otları başarıyla kontrol etmektedir. IMI herbisitleri ayçiçeğinin 4-8 yaprak döneminde çıkış sonrası Imazamox etkin maddeli 40 g/l, 125 ml/da dozda; ayçiçeğinde büyük problem olan domuz pıtrağı, köpek üzümü, sirken, darıcan, tilki kuyruğu ve horoz ibiği vb. yabancı otları etkin şekilde kontrol etmektedir.

IMI ve SU (Sulfonyl Urea) herbisit toleransı ayçiçeğinde ilk olarak ABD de Kansas eyaletinde, uzun süre herbisit uygulanmış soya tarlasındaki yabani ayçiçeği popülasyonlarında tespit edilmiş olup, daha sonra da Güney Kanada eyaletlerinde de keşfedilmiştir (Al-Khatib ve Miller, 2000; Kaya, 2016). Burada belirlenen IMI ve SU herbisitlerine dayanıklılık genleri, klasik ıslah teknikleriyle geri melezleme yardımıyla kültürü yapılan ayçiçeğine hızlıca aktarılmıştır. Herbisitlere dayanıklılık genleri, kritik bir enzim olan AHAS'taki mutasyonlardan kaynaklanmakta olup, herbisitlerin AHAS inhibisyonu yoluyla ayçiçeğinde geniş yapraklı yabancı otları kontrol etmektedir (Tan ve ark., 2005). Her ikisinde de herbisitlere dayanıklı genler GDO olmayıp, özellikle mildiyö ve orobanşa parazitine dayanıklı hibritlerle birlikte çıkış sonrası uygulamalarla çiftçilere tarlalarındaki yabancı ot popülasyonuna göre uygun herbisitleri seçme fırsatı vermekte ve başarıyla kullanılmaktadır.

Clearfield (Temiz tarla) sistemi, Imazamox, imazapyr, imazapic, imazethapyr vb. gibi imidazolinon gibi IMI grubu herbisitler, genetik dayanıklı hibritlerle birlikte, ayçiçeği üreticilerine özellikle çıkış sonrası uygulama ile yabancı otları kontrol etme fırsatı vermekte ve dünya çapında 20 yıldır ayçiçeği üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır (Miller ve Al-Khatib, 2002; Kaya, 2016).

Ayçiçeğinde bir diğer herbisit direnç kaynağı Sulfonylurea (SU) olup, bu tip hibritler de, dünya çapında ayçiçeği üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. SU herbisitlerinin IMI olanlardan daha ucuz olması nedeniyle, çiftçiler mevcut yabani ot çeşitlerine ve yoğunluğuna göre, sadece ayçiçeği tarlalarının belli kısımlarında da kullanabilirler. SU dayanıklılığı ilk olarak yine aynı yabani Kansas popülasyonunda keşfedilmiş olup, ardından dayanıklı USDA hatları SURES olarak IMI hatlarına benzer şekilde klasik geri melezleme yöntemi ile geliştirimiştir (Miller ve Al-Khatib, 2004). Ayrıca, yabani *H. annuus* ve *H. petiolaris* türlerinde Colorado, Kansas, Nebraska, Güney Dakota ve Kuzey Dakota'da ve ayrıca Kanada illerinde yabani SU toleranslı ayçiçeği de gözlenmiştir (Miller ve Al-Khatib, 2004; Kaya, 2016).

YAĞ KALİTESİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ

Normal ayçiçeği, kaynama noktası ve stabilitesi daha yüksek olduğundan linoleik tip olup, bu nedenle yemeklik yağ için çok uygun olmasına, ancak yağı kızartma için uygun olmamasına rağmen, çoğunlukla kızartmalık yağı olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle ayçiçek yağı, kızartma işleminde daha yüksek oksidatif stabiliteye sahip zeytinyağı gibi daha yüksek oleik asit içerikli genler kullanarak oleik tipe dönüşmüş ve kızartmaya çok uygun hale gelmiş ve tüketiciler için sağlıklı yağa sahip olmuştur. Orta (%60-70) ve üzeri (%80'in üzerinde) oleik tip ayçiçekleri dünyada özellikle İtalya, İspanya ve Fransa gibi

Batı ayçiçeği ülkelerinde ve ABD'de yaygın olarak kullanılmakta ve yıldan yıla kullanımı artmaktadır (Kaya, 2016).

Yüksek oleik genler ilk olarak Rusya'da Pervenent ayçiçeği popülasyonlarında DMS'den yararlanan Soldatov tarafından keşfedilmiştir (Soldatov, 1976; Demurin ve Borisenko, 2011). Yabani ayçiçeği türleri farklı yağ asidi bileşimine ve protein kalitesine sahip olup, bugüne kadar kadar yapılan araştırmalara göre en yüksek yağ içeriği %46,0 ile *H. anomalus*, ardından *H. niveus ssp. canescens* (%40.2), *H. petiolaris* (%37.7), *H. salicifolius* (%37.0), *H. deserticola* (%34.3), *H. verticillatus* (%32.3) türlerinde gözlemlenmiştir (Seiler ve ark. 2010; Seiler ve Marek 2011; Kaya, 2016). Linoleik asit içeriği açısından da *H. porteri* türünde %83,5 gibi yüksek bir oran ölçülmüş olup, oleik asitte de *H. argophyllus* (%47,5), yabani *H. annuus* (%46,3), *H. praecox ssp*. çok yıllık türlerde de *H. runyonii* (%41,0), *H. silphioides* (% 45,7), *H. resinosus* (% 44,8), *H. arizonensis* (% 41,1) en yüksek oranlara sahip türlerdir (Seiler, 2012; Kaya, 2016).

BİTKİ MORFOLOJİSİ VE ANATOMİSİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ

Ayçiçeği, 51 alt türe sahip *Helianthus* cinsinin çok geniş bir adatasyonu ve çeşitliliği olması nedeniyle, ayçiçeği ıslahçıları için çok değerli özellikleri muhafaza ettiğinden farklı özelliklere sahip çeşitler geliştirme konusunda büyük bir potansiyele sahiptir. Bilindiği üzere bitkilerde tane verimi, dekardaki bitki sayısı, bitkideki tohum sayısı ve tohum ağırlığı olmak üzere üç ana öğeden oluşmaktadır. Yüksek verim için ayçiçeğinde anatomik olarak; yaprak alanını, tabla çapını, bitki boyunu, tohum uzunluklarını artırmamız gerekmektedir. Ayçiçeğinde daha fazla verim için yaprak alanını azaltmadan dekardaki bitki sayısını artırmak istersek, bitkilerde yaprak sapı kısaltarak daha dar bir bitkiler elde edilebilir. Bu şekilde daha dik açıda yapraklara sahip bitkilerle birbirini gölgelemeyen birim alana daha fazla sayıda bitki yerleştirilebilir. Bu amaç doğrultusunda; dar ve uzun yaprakları ve daha kısa petiolleri olan *H. divaricatus, H. californicus, H. floridanusi, H. maximiliani* türleri kullanılabilir.

Aynı şekilde bitki başına tane sayısını artırmak için stres koşullarında dahi tabla çaplarını arttırmamız gerekmekte olup, bu doğrultuda kritik dönemlerde stres toleransı için *H. deserticola, H. anomalus* vb. türler bunun için kullanılabilir. Yine üçüncü ana kriter olarak, iri tohumlar geliştirmek için öncelikle tane doldurma döneminde kuraklık ve stres koşullarından daha az etkilenen genotipler geliştirmek gerekmektedir. Ayrıca, bitki başında tohum sayısını azaltmadan daha uzun tohumlu, daha az kabuklu ve daha yüksek yağ içerikli hatlar geliştirmek gerekmektedir. Bu amaçla bazı yerel çeşitler ile *H. niveus* ve *H. salicifolius* gibi yabani türler kullanılabilir (Imerovski ve ark., 2013; Kaya, 2016).

SONUÇ

Ayçiçeği, hem daha yüksek verim için, hem de küresel ısınma nedeniyle artan sıcaklıklar çerçevesinde değişik iklim koşullarına daha yüksek adaptasyon için yeni anatomik yapısı, bitki tipi ve yeni fizyolojik tasarımlara ihtiyaç duymaktadır. Araştırmacılar, su stresi altında su kayıplarının incelenmesi ve yaprak alanı artışı vb. verim öğelerini ölçmek için hasat indeksi ve yaprak alanı indeksi gibi farklı parametreleri değerlendirerek verim tabanlı yeni simülasyon modelleri geliştirmek için yıllarca geniş çevrelerde 100 den fazla ayçiçeği çeşidini incelemişlerdir. Geliştirilen modeller kullanılarak farklı çevre ve ekosistemler için daha iyi ayçiçeği ideotipleri geliştirmek için, farklı ürün sistemlerinde çoklu verim özelliklerini ve çevresel faktörlere bitkilerin tepkisini değerlendirmesi gerekir (Casadebaig ve ark., 2016; Pinochet ve ark., 2020; .Debaeke ve ark., 2021).

Yeni moleküler yöntemler seleksiyon ve konvansiyonel ıslahta hem gen transferini hızlandırdığı, hem de yabani germplazmların kuraklık stres toleransı için genetik değişkenliğinin taranması için seleksiyon sürecini iyileştirdiği ıslah programlarında daha fazla yer almalıdır. Dayanıklılığın normal yollarla belirlemesi, yoğun çaba ve uzun zaman gerektirmekte, ayrıca çevresel şartlarda kaynaklanan hatalara da neden olmaktadır. Ayrıca istenildiğinde hastalığa yol açan etmen ve sporları kolayca bulmak ve muhafaza etmek her zaman mümkün değildir. Ancak günümüzde mevcut genotiplerin hem bu hastalıklara ve orobanşa dayanıklılık genlerini içerip içermediğini, hem de dominant olup olmadıklarını moleküler markörler vb biyoteknolojik yöntemlerle etkin bir şekilde tespit edilebilmektedir. Klasik ıslah yoluyla istenilen karakterlerin aktarılması, türler arası melezlemelerle gerçekleştirilmekte, yeni bir çeşidin geliştirilmesi uzun zaman ve emek isteyen yoğun bir süreç istemektedir (Dimitrijevic ve Horn, 2018; Miladinović ve ark., 2019). Bugün gelinen seviyede önemli agronomik karakterleri taşıyan yabani türler kullanılarak ıslah materyallerinin geliştirilmesi, bu karakterlerin yer aldığı lokusla bağlantısını gösteren moleküler markörlerin belirlenmesiyle hız kazanmış olup, moleküler ıslahın yoğun şekilde kullanımıyla gelecekte yabani türlerden gen transferleri daha kısa süre zarfında ve daha etkin bir şekilde fazla sayıda yapılabilecektir.

LİTERATÜR LİSTESİ

1. Al-Khatib K, Miller, J.F. 2000. Registration of four genetic stocks of sunflower resistant to imidazolinone herbicides. Crop Sci 40:869–870.
2. Atlagic, J. 2004. Roles of interspecific hybridization and cytogenetic studies in sunflower breeding. Helia.;27:1–24.
3. Casadebaig, P., E. Mestries, P. Debakey. 2016. A modelbased approach to assist variety evaluation in sunflower crop. European Journal of Agronomy 81: 92-105.
4. Christov, M., Batchvarova, R., Hristova-Cherbadzhi, M. 2009. Wild species of *Helianthus* L.: Sources of resistance to the parasite *Orobanche cumana*. *Helia*, 32(51): 65-74.
5. Christov, M. 2008. *Helianthus* species in breeding research in sunflower. In: L. Velasco, editor, Proceedings of the 17th International Sunflower Conference, Cordoba, Spain. 8–12 June 2008. International Sunflower Association, Paris. p. 709–714
6. Debaeke P, Casadebaig P, Langlade NB. 2021. New challenges for sunflower ideotyping in changing environments and more ecological cropping systems. OCL 28: 29
7. Dedić, B. S. Gvozdenac, S. Cvejić, M. Jocković, A. Radanović, S. Jocić, D. Miladinović. 2022. Designing Sunflower for Biotic Stress Resilience: Everlasting Challenge. In: Kole, C. (eds) Genomic Designing for Biotic Stress Resistant Oilseed Crops. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-91035-8_3
8. Dimitrijevic, A., Horn R. 2018. Sunflower Hybrid Breeding: From Markers to Genomic Selection. Front. Plant Sci. 8:2238.
9. Fernandez-Martinez, J. M., Perez-Vich, B. Velasco, L. 2009. Sunflower. *In*: Oil Crops, Handbook of Plant Breeding, V.4, Vollmann, J. and Rajcan, I. (Eds.), Springer, 155-232.
10. Grandón, N. G., E. A. Martin, E. M. Cicconi, C. Del Pilar Diaz, E. M. C. Mamani. M. V. Moreno. 2021. Selection of Contrasting Parents for Drought Tolerance in Sunflower (*Helianthus annuus* L.), Research Square. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1135239/v1.
11. Gontcharov S, Goloschapova N. 2021. Evaluation of horizontal resistance of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to downy mildew (*Plasmopara halstedii*). OCL 28: 58.
12. Hernandez F, Poverene M, Mercer KL, Presotto A. 2020. Genetic variation for tolerance to extreme temperatures in wild and cultivated sunflower (*Helianthus annuus*) during early vegetative phases. Crop Past Sci 71: 578–591.

13. Hladni, N., C. C. Jan, M. Jocković, S. Cvejić, S. Jocić, A. Radanović, D. Miladinović. 2022. Sunflower and Abiotic Stress: Genetics and Breeding for Resistance in the—Omics Era Sunflower Abiotic Stress Breeding. In: Kole, C. (eds) Genomic Designing for Abiotic Stress Resistant Oilseed Crops. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-90044-1_3
14. Imerovski, I. A. Dimitrijevic, D. Miladinovic, B. Dedic, S. Jocic, B. Kovacevic, D. Obreht. 2013. Identification of PCR markers linked to different Or genes in sunflower, Plant Breeding. 132,115-120.
15. Imerovski, I., Dedić, B., Cvejić, S., Miladinović, D., Jocić, S., Owens, G. L., Tubić, N. K., & Rieseberg, L. H. 2019. BSA-seq mapping reveals major QTL for broomrape resistance in four sunflower lines. Molecular Breeding, 39(3).
16. Imerovski, I., Dimitrijević, A., Miladinović, D., Dedić, B., Jocić, S., Tubić, N. K., & Cvejić, S. 2016. Mapping of a new gene for resistance to broomrape races higher than F. Euphytica, 209: 2, 281–289.
17. Imerovski, I., Dimitrijevic, A., Miladinovic, D., Jocic, S., Dedic, B., Cvejic, S., and Surlan-Momirovic, G. 2014. Identification and validation of breeder-friendly DNA markers for PlArg gene in sunflower. Mol. Breeding 34:779-788.
18. Jan, C.C., Z. Liu, G.J. Seiler, L. Velasco, B. Pérez-Vich, and J. Fernández-Martínez. 2014. Broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) resistance breeding utilizing wild *Helianthus* species. Helia 37:141–150.
19. Jocic, S., D. Miladinovic, Kaya, Y. 2015. Breeding and Genetics of Sunflower. N. Dunford, E. M. Force (Ed) Sunflower: Chemistry, Production, Processing, and Utilization. 710 pages. AOCS (American Oil Chemistry Society. 1-26.
20. Kaya, Y., Jocic, S. Miladinovic, D. 2012. Sunflower. In S. K. Gupta (Ed.) Technological Innovations in Major World Oil Crops, Vol. 1. 85-130
21. Kaya, Y. 2014. Sunflower. Ed: Pratap A. and Kumar J., Alien Gene Transfer in Crop Plants 281-315. Springer Press.
22. Kaya, Y. 2016. Sunflower. In: Breeding Oilseed Crops for Sustainable Production. Ed. S. Gupta, 1st Edition. Elseiver Press. 55-88.
23. Kaya, Y., R. Vasilevska-Ivanova. 2021. Wild Sunflowers: The Primary Genetic Resource for Sunflower Breeding. In: Wild Germplasm for Genetic Improvement in Crop Plants. Editors: M. T. Azhar, S. H. Wani. Elsevier Academic Press Publishers, Inc. 153-186.

24. Marek, L.F. 2016. Sunflower genetic resources. In: Y. Kaya and S. Hasancebi, Editors, Proceedings of the 19th International Sunflower Conference, Edirne, Turkey, 29 May–3 June 2016. International Sunflower Association, Paris. p. 31–44.
25. Miladinović D, Hladni N, Radanović A, Jocić S, Cvejić S. 2019. Sunflower and climate change: Possibilities of adaptation through breeding and genomic selection. In: Kole C, ed. Genomic Designing of Climate-Smart Oilseed Crops. Springer Nature Switzerland AG, pp. 173–238.
26. Miller, J.F., Al-Khatib, K. 2002. Registration of imidazolinone herbicide-resistant sunflower maintainer (HA425) and fertility restorer (RHA426 and RHA427) germplasms. Crop Science. 42:988–989
27. Miller, J.F., Al-Khatib, K. 2004. Registration of two oilseed sunflower genetic stocks, SURES-1 and SURES-2, resistat to tribenuron herbicide. Crop Sci 44:1037–1038
28. Molinero-Ruiz, L. 2022. Sustainable and efcient control of sunfower downy mildew by means of genetic resistance: A review. Theoretical and Applied Genetics https://doi.org/10.1007/s00122-022-04038-7
29. Pekcan, V., M. I. Yilmaz, G. Evci, Kaya, Y. 2020. The responses of wild sunflower crosses to drought stress. II. International Agricultural, Biological & Life Science Conference, September 1-3, Edirne, Turkey, 1267-68.
30. Pilorgé E. 2020. Sunflower in the global vegetable oil system: situation, specificities and perspectives. OCL 27: 34.
31. Qi, L. L., Foley, M. E., Cai, X. W., and Gulya, T. J. 2016. Genetics and mapping of a novel downy mildew resistance gene, *Pl18*, introgressed from wild *Helianthus argophyllus* into cultivated sunflower (*Helianthus annuus* L.). Theor. Appl. Genet 129:741-752.
32. Qi LL, Ma GJ, Li XH ve ark. 2019. Diversification of the downy mildew resistance gene pool by introgression of a new gene, Pl35, from wild *Helianthus argophyllus* into oilseed and confection sunflowers (*Helianthus annuus* L.). Theor Appl Genet 132: 2553–2565
33. Qi, Li, Talukder, Z. Ma, G. Li, X. 2021. Discovery and mapping of two new rust resistance genes, R17 and R18, in sunflower using genotyping by sequencing. Theoretical and Applied Genetics. 134: 2291–2301
34. Sayago, A., Perez-Vich, B., Fernandez-Martinez, J.M., Velasco, L. 2018. A new source of posthaustorial resistance to sunflower broomrape derived from Helianthus praecox. In Proceedings of the 4th International Symposium on Broomrape in Sunflower, Bucharest, Romania, 2–4 July 2018; p. 147.

35. Seiler, G., L.F. Marek. 2011. Germplasm resources for increasing the genetic diversity of global cultivated sunflower. Helia 34:1–20.
36. Seiler, G.J. 2012. Utilization of wild *Helianthus* species in sunflower breeding. In: D. Škorić, editor, Sunflower Genetics and Breeding International Monogram. Serbian Academy of Sciences and Arts, Novi Sad, Serbia. p. 355–413.
37. Seiler, G.J., C.C. Jan. 2014. Wild sunflower species as a genetic resource for resistance to sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.). Helia 37:129–139.
38. Seiler GJ, Qi LL, Marek LF. 2017. Utilization of sunflower crop wild relatives for cultivated sunflower improvement. Crop Sci 57: 1–19.
39. Skorić, D. 2012. The Genetics of Sunflower. In Z. Kovacevic, D. Skoric and Z. Sakac. (Ed.) Sunflower Genetics and Breeding. International Monogram. Serbian Acad. Sci. 1-125.
40. Tan, S., Evans. R.R., Dahmer, M.L., Singh, B.K., Shaner, D.L. 2005. Imidazolinone-tolerant crops: history, current status and future. Pest Manag Science. 61(3):246-57.
41. Terzić S, Boniface M-C, Marek L, ve ark. 2020. Gene banks for wildand cultivated sunflower genetic resources. OCL 27: 9.
42. Vassilevska-Ivanova R., Kraptchev B., I. Stancheva, M. Geneva 2013. A compact sunflower line produced after cross *Helinathus annuus x Verbesina encelioides*. Central European Journal of Biology, 8 (5), 492-498.
43. Vassilevska-Ivanova R., Shtereva L., Stancheva I., Geneva M. 2016. Drought stress responses of sunflower germplasms developed after wide hybridization. Turkish Journal of Agriculture: Food Science and Technolgy, 4 (10): 859-866.

AYÇİÇEĞİNDE KURAKLIĞA DAYANIKLILIK ISLAHI

Prof Dr Yalçın Kaya[1]
Dr Veli Pekcan[2]

[1]Trakya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
Genetik ve Biyomühendislik Bölümü, Edirne
ORCID: 0000-0002-9297-8633
[2]Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Edirne
ORCID: 0000-0003-3773-2419

GİRİŞ

Ayçiçeği, dünyanın en önemli yağ bitkilerinden biri olmakla birlikte, Balkan ve Karadeniz Bölgesi'nde en çok yetiştirilen, en çok tüketilen ve üretilen yağlı tohumdur. Bölgede aynı zamanda dünya ayçiçeği üretiminin de %60'dan fazlasını üretilmektedir. Orijini Amerika da olsa, ayçiçeği Rus araştırmacılar tarafından yağ bitkisi olarak geliştirilmiş ve ilk olarak bu bölgedeki yetiştiriciler tarafından üretilmiştir. Ayçiçeği, kumlu, çorak tuzlu ve kayalık topraklara kadar yetişen yabani akrabalarından gelen genetik çeşitliliği daha fazla koruduğu için, çok kuru ve normal mevsimsel yağışla birçok değişik bölgelerde yetişebilir (Skoric, 2012; Kaya ve ark., 2012; 2020).

Ayçiçeği, ülkemizde ve dünyada yazlık ve genelde sulanmadan yetiştirildiğinden kuraklık, aşırı sıcaklık vb çevresel faktörlerden en fazla etkilenen bitkilerden biridir. Ülkemizde ilkbaharda ekilen ayçiçeğinin ilk gelişme döneminde ihtiyacı olan su miktarı, kış yağışlarıyla toprakta biriken sudan karşılanmaktadır. Tane verimi için kuraklık açısından en kritik periyot, Haziran-Temmuz ayları olup, bu dönem tabla oluşumundan başlayıp, tane dolumunu da içerisine almaktadır (Kaya ve ark., 2005, 2012; 2020; Skoric, 2012; Sahin ve ark., 2020). Yapılan araştırmalarda ayçiçeğinde bu kritik dönemde kuraklığın 5 haftadan fazla sürmesi durumunda, kuraklığın önemli verim kayıplarına yol açtığı, tozlanmayı durdurduğu ve yağ verimini de etkilediği bildirilmiştir (Hussain ve ark., 2000; Fernandez ve ark, 2009; Skoric 2012).

AYÇİÇEĞİNDE KURAKLIĞA DAYANIM

Ayçiçeği derin kök sitemi nedeniyle yazlık ekilen bitkilerden pamuk, mısır, şeker pancarından kurağa daha dayanıklıdır. Kurağa dayanıklılık ıslahçıların en önemli amaçlarından olup, ayçiçeğinde saptaki yeşil kalma özelliği, yaprakta olgunlaşmanın geciktirilmesi, transpirasyon katsayısı ve kanopi morfolojisi stres koşullarında kuraklığa toleransı ölçen en önemli özelliklerdir (Kiani ve ark., 2007). Ayçiçeği genelde güçlü bir kök sistemi oluşturması nedeniyle kuraklığa dayanıklı bir bitki olarak bilinmektedir. Ancak yağışlarla gelen topraktaki su miktarı yeterli olmazsa, yüksek verim için mutlaka sulama yapılmalıdır.

Erkencilik, kuraklıktan korunmanın en etkili yollarından biri olup, ancak yeni çeşitlerin daha düşük sıcaklık toleransına sahip olması gerekir ve ardından erken ekim tarihlerine izin vermek için soğuğa ve donma toleransını iyileştirmesi gerekir. Soğuğa dayanıklı ayçiçeği genotipleri geliştirmek için en uygun yabani germplazm, çok yıllık *H. maximiliani* türüdür, çünkü sert soğuk habitatlarda yetişir (Kaya ve Vasilevska-Ivanova, 2021).

Erken ekimin özellikle tane dolum döneminde kuraklıktan kaçmasına olanak veren yağ verimi plastisitesi ayçiçeğinde soğuk stresini azaltmak için önemli bir

rol oynar ve hem kültürü yapılan, hem de yabani çeşitlerde, serin geceleri tolere etmek için bu özellikle ilişkili bazı genomik bölgeler ayçiçeği araştırmacıları tarafından tanımlanmıştır. Yabani türlerde donma toleransı için geniş bir genetik çeşitlilik mevcut olup, kök gelişimi ve boyutunun yanı sıra toprak kaynaklı hastalıklara karşı direnci de göz önünde bulundurması gerekir, çünkü ayçiçeği mildiyösü erken ekimlerde sıklıkla görülür (Mangin ve ark., 2017; Hernandez ve ark., 2020). Ayçiçeğinde erken olgunlaşan genotipler geliştirmek için fotoperiyot ve sıcaklık gibi genetik ve çevresel faktörler ve GxE interaksiyonları da ayçiçeğinde çiçeklenmenin oluşmasında önemli rol oynamaktadır. Genellikle geç genotipler kuraklık altında daha fazla su tüketirler, ancak daha fazla kuru madde üretirler, suyu verimli bir şekilde daha fazla kullanırlar ve kuraklıktan kaçmak için erkencilere göre daha iyi kuraklık toleransı ve daha yüksek verime sahiptirler. Önemli olan ayçiçeğinde verim için kritik periyotlar olan tabla teşekkülü, çiçeklenme ve süt olum evrelerinde yaşanan aşırı sıcaklardır. Nitekim araştırmacılar, ayçiçeğinde su stresinin en fazla tabla teşekkülü, çiçeklenme ve süt olum dönemleri olduğunu, kuraklık stresi ortamlarında, bu üç dönemde yapılan sulamaların tane verimini % 88 oranında arttırdığını vurgulamışlardır (Göksoy ve ark., 2004). Ayçiçeğinin gelişme dönemlerinde yaşanan uzun süreli kuraklıklar tablanın küçülerek tane sayısının azalmasına neden olarak da tane veriminin azalmasına yol açmaktadır (Kadayıfçı ve Yıldırım 2000).

Kurak koşullarda ayçiçeğinde gelişmenin analiz edildiği bir çalışmada, su stresinde net asimilasyon oranının arttığını, yaprak alanının azaldığını, ayrıca yaprak alanı ile tane verimi ve yağ verimi arasında pozitif ve önemli korelasyon belirlenmiştir (Hussain ve ark., 2000). Ayçiçeği genotiplerinin morfo-fizyolojik özellikleri üzerine kuraklığın etkilerinin incelendiği bir diğer araştırmada, genotiplerin kuraklıktan etkilenme oranlarının farklı olduğunu, kuraklıktan en az etkilenen genotiplerin, uzun boylu, yaprak alanı geniş, yüksek yaprak su potansiyeli ve düşük transpirasyon hızı gösterdiklerini olduğu vurgulanmıştır (Kalarani ve ark., 2000).

Kaya ve ark. (2005; 2006; 2007), yaptıkları çalışmalarda, hem tane hem de yağ veriminde, çiçeklenme ve fizyolojik olgunluk sürelerinin negatif etkilerinin çok fazla ön plana çıkması, erkenciliğin kuraklıktan kaçınmada önemli bir seleksiyon kriteri olduğunu ortaya koymuşlar ve Haziran ve Temmuz aylarında meydana gelen aşırı sıcaklar nedeniyle, çeşitlerde fizyolojik olgunluk süresi azaldıkça tane veriminin düştüğünü gözlemlemişlerdir. Bu tane doldurma döneminde oluşan kuraklık stresinin; yağ oranı ve verimi (Andrich ve ark., 1996; Ardakani ve ark., 2005; Ali ve ark. 2009; Alahdadi ve ark. 2011), bin tane ağırlığı (Ardakani ve ark., 2005) tabladaki tane sayısı ve tabla çapı (Ahmad ve ark. 2009; Kadayıfçı ve Yıldırım 2000; Hussain ve ark., 2000), hasat indeksi (Ardakani ve

ark., 2005; Hussain ve ark., 2000) bitki boyu (Ahmad ve ark. 2009; Saensee ve ark., 2012; Tabatabaei ve ark., 2012), yaprak alan indeksi, yaprak alanı, çapı ve stoma sayısı (Hussain ve ark.2000; Hadi ve ark., 2012;), kök uzunluğu (Ahmad ve ark. 2009) ve yeşil yaprak sayısında (Turhan ve Baser, 2004; Kiani ve ark. 2008) önemli azalmalara neden olduğu birçok araştırmalarla ortaya konmuştur.

AYÇİÇEĞİNDE KURAKLIK STRESİNİN ÖLÇÜLMESİ

Bitkilerde kuraklığın tane verimi ve diğer verim öğeleri üzerinde hangi dönemde, ne kadar etkili olduğu, kuraklıktan kaçınmak ve tolerans sağlamak için hangi özelliklerini iyileştirmek gerektiğini belirlemek iyi ve sürekli bir kuraklık dayanımı elde etmek için son derece önemlidir. Ayçiçeğinde gerek vegetatif, gerekse generatif dönemde kuraklık ve aşırı sıcaklıkların özellikle yukarıda vurgulanan tane veriminin belirlendiği kritik periyotlarda ortaya çıkması önemli verim kayıplarına yol açmaktadır (Kaya ve ark., 2020) Ayçiçeğinde kuraklığın etkisini belirlemek, etki miktarlarını ve hangi özelliklerinin gerek kuraklığa toleransta daha fazla belirleyici rol oynadığını belirlemek amacıyla birçok çalışma yapılmıştır (Pekcan ve ark., 2020, 2022; Hladni ve ark., 2022).

Ayçiçeğinde saptaki yeşil kalma özelliği, yaprakta olgunlaşmanın geciktirilmesi, transpirasyon katsayısı ve kanopi morfolojisi stres koşullarında kuraklığa toleransı ölçen en önemli özelliklerden biridir (Kiani ve ark., 2007; Skoric; 2012). Ayçiçeğinde yapılan bir çalışmada; kuraklık stresini ölçmede en hızlı ve en doğru yöntemin kanopi sıcaklığı olduğu, yabanilerle kültürü yapılan türleriyle yapılan karşılaştırmalarda kuraklık stresinde yetişen yabani türlerde genelde yaprak alanının küçüldüğü, bunun da bir seleksiyon kriteri olarak da kullanılabileceğini vurgulanmıştır (Moroni ve ark., 2012). Laboratuvarda yapılan bir çalışmada, kuraklığa dayanıklılıkta genotiplerin incelenen özellikler bakımından fazla miktarda genetik varyasyona sahip olduğu, kuraklıktan etkilenen bitkilerde çimlenme yüzdesi, kök uzunluğu, sürgün uzunluğu ve fide kuru ağırlığında azalma olduğunu saptanmış, ayrıca laboratuvarda yapılan kuraklığa tolerans testlerinden doğru sonuçlar elde etmek için, (denemenin) mutlaka tarla koşullarında da tekrarlanması gerektiği belirtilmiştir (Geetha ve ark., 2012).

Su abiyotik bir faktör olarak, bitki büyüme, gelişme ve verimini etkileyen önemli bir sınırlayıcı etmendir. Bitkilerin su stresine olan tepkileri bitkinin türü, yaşı, büyüme ve gelişme dönemi, yaşanan kuraklık seviyesi ve sürekliliği ile fiziksel faktörlere bağlıdır. Bitkilerde stresin yarattığı olumsuz etkileri engellemek ya da azaltmak için farklı morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal tepkiler geliştirilmiştir. Kuraklığın etkisini azaltmak için çiçeklenme dönemindeki su uygulaması yapmak son derece önemlidir. Su stresi toplam kuru

madde üretimi, yaprak alanı, transpirasyon oranı, oransal su kapsamı, tabla başına düşen tohum sayısı, tane verimi ve su kullanım etkinliğini azaltır (Kadayıfçı ve Yıldırım, 2000; Kalefetoğlu-Macar ve Ekmekçi, 2005; Karaoğlu, 2010).

Bitkilerde su stresi etkisini daha çok vegetatif ve çiçeklenme dönemlerinde göstermektedir. Ayçiçeğinde çiçeklenme döneminde su sıkıntısı oluştuğunda büyük oranda verimde azalmalar görülmüştür. Tabatabaei ve ark. (2012) yaptıkları bir çalışmada, bu dönemlerdeki su stresinin % 62 ye varan tane verimi ve %17,6 yağ oranı azalmalarına neden olduğunu gözlemlemişlerdir. Yine Jabari ve ark., (2007) yaptıkları araştırmada; yoğun su stresi koşullarında tabladaki tane miktarı ve bin tane ağırlığının azalmasıyla tane verimindeki düşüş oranlarının % 83 e kadar ulaştığını belirlemiştir. Kurak koşullarda ayçiçeğinde çiçeklenme başlangıcı dönemindeki destekleme sulama ile verim artışı, susuz şartlara göre TR-3080 hibritinde % 38, TR-6149 çeşidi için %32 gibi önemli değerlere ulaşmıştır (Pekcan ve Erdem, 2005). Bir diğer çalışmada; Khan ve ark. (2000), tarla kapasitesini % 100 den % 25 'e doğru azaltıldığında tabla çapı, tabla başına tohum sayısı, 100 tane ağırlığı ve tane veriminde azalma eğilimi olduğunu, ancak yağ oranının hafif su stresine duyarlı olduğunu, fakat artan su stresi ile birlikte yağ oranının sabit kaldığını vurgulamışlardır.

Tarımsal üretimi sınırlayan en önemli faktörler arasında yer alan topraktaki su noksanlığının; bitki büyümesi (Kalefetoğlu-Macar ve Ekmekçi, 2005), fotosentez (Kalefetoğlu-Macar ve Ekmekçi, 2005;), osmotik düzenleme (Chimenti ve ark., 2002; Rauf ve Sadaqat, 2008) ve antioksidan enzim sistemleri (Baloğlu ve ark., 2012) üzerinde etkileri olduğunu gösteren birçok çalışma yapılmıştır. Bunlara ek olarak bitkilerde kuraklık sırasında; stomalarda değişim, osmotik basıncın ayarlanması, hücre hacminde küçülmeler, yaprak alanında azalmalar, yaprak kalınlığının artması, yapraklarda tüylülük ve kök-sürgün oranında artmanın yanında enzim ve hormon üretimi ve aktivitesinde değişimler gibi çeşitli morfolojik ve fizyolojik değişikliklerin meydana geldiği gösterilmiştir (Karaoğlu, 2010).

Kurak şartlarda diğer bitkilerde olduğu gibi ayçiçeğinde de klorofil miktarında önemli düşüşler meydana gelmekte ve bu durum fotosentetik aktiviteyi olumsuz yönde etkilemektedir (Rauf, 2008; Kiani ve ark. 2008; Kaleem ve ark., 2010; Moroni ve ark., 2012). Klorofil içeriği, buğdayda, çeltikte ve nohutta su stresiyle birlikte azalırken, mısırda ve buğdayda ise, bazı araştırıcılar kuraklık stresi koşullarında klorofil içeriğinin stresin şiddetine bağlı olarak arttığını öne sürmektedirler. Kurak koşullarda yüksek klorofil miktarı, bitkiler üzerinde stresin şiddetine ve azalan yaprak alanını vurgulamaktadır. Aslında stres koşullarında azalan yaprak yüzey alanı ile su kaybını en aza indirmeyle, transpirasyon alanını da azaldığından, yapraklardaki toplam klorofil miktarı ve yaprak alanı başına

klorofil içeriği artmaktadır. Kuraklık stresi sonucu gelişme döneminin sonuna doğru meydana gelen klorofil parçalanması nedeniyle, klorofil içeriği kuraklık stresinden fazlaca etkilenmekte ve normal sulamayla karşılaştırıldığında önemli bir şekilde azalmaktadır (Kiani ve ark. 2008; Balkan Nalcaiyi ve ark., 2016; Pekcan ve ark., 2015, 2016a, 2016b; Çiçek ve ark., 2019).

Kuraklık stresinin fotosentetik aktiviteyi olumsuz yönde etkilediğini bildiren pek çok çalışma bulunmaktadır (Liu ve ark., 2005; Kalefetoğlu-Macar ve Ekmekçi, 2005). Kuraklık stresinde bitki büyüme ve gelişme performansı için önemli role sahip olan fotosenteze bitkinin ilk cevabı stoma kapanmasına bağlı olarak fotosentez aktivitesinin azalmasıdır. CO2 alımının sınırlanması sonucu ışığın yakalanması ile bu enerjinin kullanımı arasındaki dengenin bozulmasına bağlı olarak, fotosistem II (PSII) aşırı uyarılmasıyla, hem fotosentez oranının azalmasına, hem de absorbe edilen enerjinin fluoresans, ısı veya başka bir moleküle aktarımı şeklinde yayılmasına neden olur. Kuraklık koşulları altında PSI'e göre daha hassas olan PSII fotosentezde meydana gelen değişimlerin incelenmesi açısından anahtar role sahiptir. PSII klorofil a fluoresansı bitkilerde stres araştırmaları için bitki performansını belirlemede bir biyoalgılama (biyosensör) aracı olarak düşünülebilir. Polifazik klorofil a fluoresans kinetik ölçümleri temel olarak fotosentetik sistemlerin enerjitik davranışlarında meydana gelen değişimlerin belirlenmesi ile fotosentetik aparatların yapısal ve fonksiyonel durumlarının anlaşılmasını sağlar. Polifazik klorofil a fluoresans (OJIP transientleri) ölçümleri fotosistemlerin boyutu, fonksiyonu ve yapısıyla ilgili detaylı bilgilerin elde edilmesini sağlamaktadır (Kiani ve ark. 2008; Balkan Nalcaiyi ve ark., 2016; Çiçek ve ark., 2019).

Klorofil a fluoresans kinetiklerinden hesaplanan performans indeksi, PIabs, bitki canlılığını ve fizyolojik durumunu karakterize eden önemli bir parametredir. PIabs, ışık enerjisi absorbsiyonu, eksitasyon enerjisinin yakalanması ve elektron taşınımına dönüşüm basamaklarını bir tek çoklu parametrik ifadede birleştirmektedir. PIabs, hem fotosentetik yapının işlevselliğini ifade eder, hem de stres koşulları altında bitkinin fotosentetik performansının o andaki durumu hakkında nicel bilgi verir. Bu özel parametrenin (PIabs) ifade ettiği enerjinin PSI alıcılarına iletimi hakkında bilgi veren ve PIabs parametresinden türetilen diğer bir özel fluoresans parametresi de toplam performans indeksi olarak adlandırılan PItop'dır. Karanlığa adapte edilmiş yapraklardaki PItop, stres koşulları altında büyüme ya da hayatta kalma gibi, stresin ilerlemesiyle ortaya çıkan ve en son belirlenebilen fizyolojik olaylar ile oldukça yakın bağlantılıdır (Kiani ve ark. 2008; Balkan Nalcaiyi ve ark., 2016; Çiçek ve ark., 2019).

KURAKLIĞA DAYANIKLI GEN KAYNAKLARI

Ayçiçeği (*Helianthus spp*) cinsinin tamamı Amerika kıtasına özgü, 37'si çok yıllık, 14'ü tek yıllık olmak üzere toplam 51 türden oluşmaktadır (Christov, 2008). Yabani *Helianthus* türleri, farklı iklim koşullarında hayatta kalmak için biyotik ve abiyotik stres direncinin yanı sıra, yaprak, gövde, tabla vb. şekli, dokusu, rengi ve ayrıca tohum ve diğer özellikler ile ilgili anatomik özellikler için birçok genetik kaynağı koruyan büyük bir varyasyona sahiptir. Amerika kıtasının çok değişik iklim ve topraklar şartlarına uyum sağlayan çok çeşitli yabani ayçiçeği türleri, hatta Kuzey Amerika'nın çok soğuk bölgelerinde görülebilmektedir. Ayrıca, yabani akrabalar ve kültürü yapılan ayçiçeği arasındaki geniş hibridizasyon, son iklim değişikliğinden ciddi şekilde etkilenen modern tarıma daha iyi adapte olmuş yeni hibritlerin ve türevlerinin üretilmesi için eşsiz bir fırsat sunmaktadır (Atlagic, 2004; Kaya, 2014, 2016). Son yıllarda küresek ısınmaya paralel olarak artan kuraklık ve yüksek sıcaklık stresi, orobanş paraziti ve mildiyö hastalığı gibi biyotik stresler gibi ayçiçeği üretimini etkileyen başlıca verimi sınırlayıcı faktörlerin başında gelmektedir. Bu nedenle son yıllarda ayçiçeği ıslah programlarının birincil hedefi, ayçiçeğinda daha yüksek verim potansiyeline ve abiyotik ve biyotik strese dayanıklı yeni hibritlerinin geliştirilmesidir (Pekcan ve ark., 2020, 2022; Hladni ve ark., 2022).

Farklı hibrit ve yabani ayçiçeği genotiplerinin kuraklığa dayanım yanıtlarının farklı olduğu çeşitli araştırıcılar tarafından bildirilmiş ve kuraklık ıslahında, öncelikle çevreye iyi uyum sağlamış yerel açık döllenen çeşitlerin, daha da sonra yoğun tarımı yapılan çeşitleri gen kaynağı olarak kullanılmasını vurgulamıştır (Seiler, 2004; Skoric, 2009, 2012; Saensee ve ark., 2012; Dimitrijevic ve Horn R. 2018; Pekcan ve ark., 2020, 2022; Hladni ve ark., 2022).

Yabani gen kaynakları, son yıllarda ayçiçeğinde kuraklığa dayanıklı çeşit ıslahında giderek daha fazla kullanılmaktadır (Fernandez ve ark, 2009; Pekcan ve ark., 2020). Araştırmacılar, mevcut gen kaynaklarının kuraklık toleransını artırmak için gen transferi için çoğunlukla türler arası melezleme yöntemini kullanmışlardır. Bugüne kadar yapılan araştırmalarda, *H. anomalus* ve *H. deserticola* yabani türlerinin çöl koşullarına iyi uyum sağlamış kuraklığa tolerans genleri elde etmeye en uygun türler olduğu, yine *H. argophyllus, H. hirsutus, H. maximiliani, H. tuberosus* türlerinin de yabanilerden kuraklığa dayanıklı gen transferinde başarıyla kullanılabileceğini vurgulamıştır. Ayrıca yabani ayçiçeği türlerinden *H. mollis* türünün de, ayçiçeğinde özellikle hem kuraklığa dayanıklılıkta, hem de yüksek tane verimi elde etmek amacıyla yeni bir bitki modeli olarak kullanılabileceği oldukça ön plana çıkmaktadır. Yabani ayçiçeği türleri arasında tek yıllık *Helianthus anomalus* ve *Helianthus deserticola* türleri, *H. nuttallii* ve *H. petiolaris* türlerinin ardından ABD'de kumlu topraklara ve çöl

ve bölgelere en çok uyum sağlayan türler olup, bu türlerin ayçiçeği yetiştiricileri tarafından ıslah programlarında kuraklığa tolerans için ıslah programlarında genetik kaynak başarıyla kullanılabilir (Seiler; 2004; Kaya ve ark., 2010; Breton ve ark., 2012; Fernandez ve ark., 2009; Skoric, 2009, 2012; Seiler, 2012; Kantar ve ark. ., 2015; Seiler ve ark., 2017).

Kuraklığa dayanım seleksiyonunda; diğer önemli özelliklere de bağlı olarak kuraklık ve ozmotik stres koşullarında ayçiçeği bitkilerinin, daha yüksek kütiküler mum içeriğine, düşük buharlaşma-terleme kaybı, güçlü kök sistemi gelişimi, küçük yaprak alanı, daha yüksek su kullanım etkinliği, daha iyi kuraklığa duyarlılık ve daha yüksek hasat indeksine, daha yüksek fotosentetik hız kapasitesine sahip olması istenir. Bu şekilde kuraklığa dayanıklı seleksiyon için, mutlaka terlemeyi azaltan veya güçlü kökler tarafından topraktan kullanılabilir su alımını arttıran genotipler geliştirilmesi gerekmektedir. Yabani *Helianthus* türleri bu açıdan çok büyük potansiyeli mevcut olup, nitekim ayçiçeği ıslahçıları ıslah programlarında genellikle bu amaç için donör gen kaynağı olarak esas olarak *Helianthus argophyllus* türünü kullanmışlardır. Ayrıca daha çok çöl koşullarında yaşayan bir bitki olan *Helianthus niveus ssp. tephrodes* türü kuraklığa adaptasyon gibi uygun özellikler taşımakta olup, kuraklık koşullarında yabani *Helianthus anomalus* türü daha büyük tohumlar için ve daha yüksek yağ içeriği ve düşük terleme kapasitesi için de *Helianthus argophyllus* (gümüş yapraklı ayçiçeği) türünden ıslah programlarında yararlanılabilir (Hussain ve ark., 2000; Seiler ve ark., 2006; Vassilevska-Ivanova ve ark., 2014, Kaya ve Vasilevska-Ivanova, 2021; Dedić ve ark., 2022).

KURAKLIĞA DAYANIKLILIK ISLAHI

Çeşitlerin kuraklığa yanıtlarının belirlenmesi bir ıslah programında hayati öneme sahiptir. Kuraklığa karşı önlem almada en başarılı ve en ekonomik strateji, kuraklığa toleranslı genotiplerin geliştirilmesidir. Bu nedenle kuraklık stresi ıslahında, bitkilerin morfolojik ve fizyolojik özellikleri de dikkate alınarak gözlemler yapılması, bitkinin kuraklığa verdiği tepkilerin tüm detaylarıyla incelenmesi son derece önemlidir. Bunun yanında son yıllarda biyokimyasal ve moleküler düzeyde yapılan çalışmalar, kurağa toleranslı ayçiçeği genotiplerinin geliştirilmesinde giderek daha fazla önem kazanmaktadır (Rauf, 2008; Grandón ve ark., 2021; Hladni ve ark., 2022).

Ayçiçeği ıslah çabaları çoğunlukla kuraklık ve tuz için abiyotik toleransın yanı sıra ısı ve sel stresi için tolerans sağlamaya odaklanmıştır, ancak kritik büyüme dönemlerinde özellikle aşırı iklim koşullarında tohum verimini ayarlamak için daha yüksek sıcaklıklar, yakın zamandaki iklime dayalı olarak gelecek için daha önemli olacaktır. Son araştırmalar, yabani *H. annuus*

populasyonlarında verim özellikleri üzerindeki ısı stresinin daha az olduğunu ve ayrıca sele karşı tolerans gösterdiğini göstermiştir (Hernández ve ark., 2018; Gao ve ark., 2019; Dedić ve ark., 2022).

Tahir ve ark., (2002) 25 ayçiçeği hattının kuraklığa dayanıklılığını test ettikleri araştırmalarında, kurak ve tam sulu koşullarda yetiştirilen ayçiçeği hatlarında incelenen parametrelerin tamamının kuru koşullarda azaldığını belirtmişlerdir. Özellikle yaprak alanı, tabla çapı, 100 tane ağırlığı gibi özelliklerin bitkide tane ağırlığını etkilediğini ve bu özelliklerin seleksiyon kriteri olarak kullanılması gerektiğini vurgulamışlardır.

Kök biyokütlesi ve hacmi ile maksimum kök uzunluğu gibi kök sistemi ve kök özellikleri, özellikle su eksikliği koşullarında bitki büyümesi için kilit konulardandır, bu nedenle su alma miktarının belirlenmesi ve kuraklığa dayanıklılık için kullanım etkinliğinin belirlenmesi önemli ölçüde olmalıdır. Ayçiçeği, 3 m'ye kadar soğuk su çeken derin ve geniş bir kök sistemine sahiptir. Bu nedenle, ayçiçeği ıslah programlarında kuraklığa dayanıklı çeşitler geliştirmek için, ayçiçeği ıslahçıları, kuraklığa daha iyi dayanıklı ürünler için kök özelliklerinden, daha yüksek kuraklık duyarlılık indeksinden ve hasat indeksinden etkin yararlanmayı ve ayrıca yeşil kalma özelliklerini dikkate almalıdır (Kaya, 2016; Arslan ve ark., 2016; Dimitrijevic ve Horn R. 2018; Kaya ve Vasilevska-Ivanova, 2021; Grandón ve ark., 2021; Hladni ve ark., 2022).

Darvishzadeh ve ark., (2010) ayçiçeğinde kuraklığa dayanıklılık seleksiyonunda, tolerans göstergeleri olarak, verimlilik ortalaması, geometrik verimlilik ortalaması ve harmonik ortalamanın kullanılmasını önermişlerdir. Ancak çeşitlerin kuraklık toleranslarını belirlemedeki en önemli seleksiyon indeksinin genotiplerin hem kurak şartlarda hem de optimum koşullarda benzer performansları sergilemesi gerektiğini vurgulamışlardır. Benzer şekilde Soorninia ve ark. (2012) kuraklığa tolerans indeksinin bu üç ortalama indekslerinin stresli ve stressiz koşullarda tane verimi ile yüksek korelasyon gösterdiğini ve bu nedenle kuraklığa dayanıklılık ıslah programlarında kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

SONUÇ

Ayrıca, bir yaz bitkisi olarak, hem küresel ısınma, hem de rotasyondaki diğer bitkilere nazaran birim alanda daha düşük gelire sahip olduğundan daha az rekabet ettiğinden, son yıllarda ayçiçeği alanları daha fakir topraklara itildiğinden, kuraklık stresi açısından ayçiçeğinde daha büyük bir baskı mevcuttur. Bu nedenle, ayçiçeği ıslahçıları, ıslah programlarında kuraklık ve diğer abiyotik ve biyotik strese dayanıklı genleri ilave ederek, türler arası melezlerin yanı sıra yabani türlerin de mevcut genetik çeşitliliğinden yararlanarak

yeni geliştirilen melezlerine daha fazla kuraklığa dayanıklı genler eklemelidir. Bu genlerin hem kültürü yapılanlarda, hem de yabani genetik kaynaklarda QTL analizleri ve moleküler markırlardan yararlanılarak taranmasıyla, hastalıklar, abiyotik stres ve herbisit direncinin yanı sıra farklı kalite özellikleri ve erkek kısırlığı vb özellikler için erken generasyon materyalinin ve elit hatların geliştirilmesinde büyük ilerlemeler kaydedilmiştir. Elde edilen bu hatlar, ekili ayçiçeği ile yabani melezlemeler, yabani türlerin diğer yabani türlerle çaprazlanması veya diğer türlerle tür içi melezler yoluyla geliştirilir. Özellikle ayçiçeğinde son zamanlardaki kuraklığa dirençli genlerin çoğu, ayçiçeği yetiştiricileri tarafından yabani türlerden geniş çaprazlamalar yoluyla elde edilmiştir. Sonuç olarak, bu gen transfer çalışmaları özellikle moleküler ıslah araçlarının birleştirilmesi ile geniş ve doğru bir şekilde devam etmektedir.

LİTERATÜR LİSTESİ

1. Ahmad S, Ahmad R, Ashraf MY, Ashraf M, Waraich, EA. 2009. Sunflower (*H. annuus* L.) response to drought stress at germination and seedling growth stages. Pak. J. Bot. 41(2): 647-654.
2. Alahdadi, I., O. Hussein, F. P. Khajani. 2011. Effect of water stress on yield and yield components of sunflower hybrids. African J. Biotechnol., 10: 6504–6509.
3. Arslan, Ö., A. S. Balkan Nalçaiyi, Ş. Çulha Erdal, V. Pekcan, Y. Kaya, N. Çiçek, Y. Ekmekçi. 2020. Analysis of drought response of sunflower inbred lines by chlorophyll a fluorescence induction kinetics. Photosynthetica. 58 (SI): 163-172.
4. Arslan, O., A. S. Balkan Nalcaiyi, S. Çulha Erdal, G. Evci, V. Pekcan, I. M. Yilmaz, N. Cicek, Y. Kaya, Y. Ekmekci. 2016. The Estimating Drought Stress Tolerances of Sunflower Inbred lines under controlled Environmental Conditions. Proc. of 19th International Sunflower Conference, 29 May - 3rd June, 2016, Edirne, Turkey. 176.
5. Balkan Nalcaiyi, A. S., S. Çulha Erdal, O. Gunduz, V. Pekcan, O. Arslan, N. Cicek, Y. Kaya, Y. Ekmekci. 2016. Quantification of Drought Tolerance Levels of Sunflower Inbred Lines by Means of Chlorophyll-A Fluorescence. Proc. of 19th Int. Sunflower Conference, 29 May - 3rd June, 2016, Edirne, Turkey. 744-757.
6. Baloğlu, M. C., M. Kavas, G. Aydın, H. A Öktem, A. M. Yücel. 2012. Antioxidative and physiological responses of two sunflower (*Helianthus annuus*) cultivars under PEG-mediated drought stres. Turk J Bot. 36: 707-714.
7. Breton, C., A. Gil, J. Wargnier, H. Serieys, A. Bervillé. 2012. Transfer of architectural traits from perennial *Helianthus mollis* Lam. to sunflower (*H. annuus* L.) and localisation of introgression. Euphytica, 186 (2): 557-572.
8. Chimenti, C.A., Pearson, J., Hall, A.J. 2002. Osmotic adjustment and yield maintenance under drought in sunflower. Field Crops Research, 75(2-3): 235-246.
9. Çiçek, N., V. Pekcan, Ö. Arslan, Ş. Çulha Erdal, A. S. Balkan Nalçaiyi, A. N. Çil, V Şahin, Y. Kaya, Y. Ekmekçi. 2019. Assessing drought tolerance in field-grown sunflower hybrids by chlorophyll fluorescence kinetics. Brazilian J. Botany. 7(25): 1-12
10. Darvishzadeh R.. A. Pirzad, H. Hatami-Maleki, S. P. Kiani, A. Sarrafi. 2010. Evaluation of the reaction of sunflower inbred lines and their F_1 hybrids to drought conditions using various stress tolerance indices Spanish J Agric Res 8(4), 1037-1046.

11. Dedić, B. S. Gvozdenac, S. Cvejić, M. Jocković, A. Radanović, S. Jocić, D. Miladinović 2022. Designing Sunflower for Biotic Stress Resilience: Everlasting Challenge. In: Kole, C. (eds) Genomic Designing for Biotic Stress Resistant Oilseed Crops. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-91035-8_3
12. Dimitrijevic, A., Horn R. 2018. Sunflower Hybrid Breeding: From Markers to Genomic Selection. Front. Plant Sci. 8:2238. doi.org/10.3389/fpls.2017.02238.
13. Grandón, N. G., E. A. Martin, E. M. Cicconi, C. Del Pilar Diaz, E. M. C. Mamani. M. V. Moreno. 2021. Selection of Contrasting Parents for Drought Tolerance in Sunflower (*H. annuus* L.), Research Square. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1135239/v1.
14. Fernandez, J. M., Perez-Vich B, Velasco L. 2009. Sunflower. In: Vollmann J., Rajcan I. (ed) Oil Crops. Handbook of Plant Breeding, vol 4, pp 155–232.
15. Geetha, A., A. Sivasankar, L. Prayaga, J. Suresh, P. Saidaiah. 2012. Screening of sunflower genotypes for drought tolerance under laboratory conditions using PEG. Sabrao J. Breeding & Genetics 44 (1) 28-41.
16. Göksoy A.T., A.O. Demir, Z.M. Turan and N. Dagustu. 2004. Responses of sunflower to limited irrigation at different growth stages. Field Crops Research, 87: 167-178.
17. Hadi H, Khazaei F, Babaei N, Daneshian J Hamidi A. 2012. Evaluation of water deficit on seed size and seedling growth of sunflower cultivars. Inter. Journal of Agri Science. 2(3): 280-290.
18. Hernandez, F., Poverene, M., Mercer, K.L., Presotto, A. 2020. Genetic variation for tolerance to extreme temperatures in wild and cultivated sunflower (*Helianthus annuus*) during early vegetative phases. Crop Past Sci 71: 578–591.
19. Hladni, N., C. C. Jan, M. Jocković, S. Cvejić, S. Jocić, A. Radanović, D. Miladinović. 2022. Sunflower and Abiotic Stress: Genetics and Breeding for Resistance in the—Omics Era Sunflower Abiotic Stress Breeding. In: Kole, C. (eds) Genomic Designing for Abiotic Stress Resistant Oilseed Crops. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-90044-1_3
20. Hussain, M.K., E. Rasul, S.K. Ali. 2000. Growth analysis of sunflower (*Helianthus annuus* L.) under drought conditions. Int. J. Agric. Biol. 2(1-2):136-140.
21. Kadayıfçı, A., Yıldırım, O. 2000. Ayçiçeği su-verim ilişkileri. Turk. J. Agric. For., 24: 137-145.

22. Kalarani, M.K., A. Senthil, M. Thangaraj. 2000. Effect of water stress on morpho-physiological trait of sunflower (Helianthus annuus L.) genotypes. Madras Agric. J. 91, 239-248.
23. Kalefetoğlu, T., Ekmekçi, Y. 2005. Bitkilerde Kuraklık Stresinin Etkileri ve Dayanıklılık Mekanizmaları. G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi 18(4): 723-740.
24. Kaleem, S., F.U. Hassan, M. Farooq, M. Rasheed, A. Munir. 2010. Physio-morphic traits as influenced by seasonal variation in sunflower: A review. Int. J. Agric. Biol., 12: 468–473.
25. Karaoğlu, M. 2010. Çölleşme, kuraklık ve iklim değişikliği etkileşimlerine zirai meteorolojik yaklaşımlar, Çölleşme ile Mücadele Sempozyumu, 17-18 Haziran, Çorum, s: 49-58.
26. Kaya, Y., G. Evci, S. Durak, V. Pekcan, T. Gücer. 2005. Ayçiçeğinde Tane Doldurma Süresinin Tane Verimi ve Diğer Önemli Verim Öğelerine Etkisi. Türkiye 6. Tarla Bitkileri Kongresi 5-9 Eylül, Antalya. 1-6.
27. Kaya, Y., G. Evci, V. Pekcan T. Gücer, S. Durak. 2006. Farklı Çevre Koşullarında Ayçiçeğinde (Helianthus annuus L.) Tane Verimi ve Diğer Verim Öğeleri Arasında İlişkilerin Belirlenmesi. Trakya Üniv. Fen Bilimleri Dergisi., 7(1): 37-44.
28. Kaya Y., G. Evci, S. Durak, V. Pekcan, T. Gücer. 2007. Determining the Relationships between Yield and Yield Attributes in Sunflower. Turkish Journal of Agric. & Forestry. 31: 237-244.
29. Kaya, Y., Jocic, S. Miladinovic, D. Sunflower. In S. K. Gupta (Ed.). 2012. Technological Innovations in Major World Oil Crops, Vol. 1, 85-130.
30. Kaya, Y. 2014. Sunflower. Ed: Pratap A. and Kumar J., Alien Gene Transfer in Crop Plants 281-315. Springer Press.
31. Kaya, Y. 2016. Sunflower. Surinder Gupta (Ed.). Breeding Oilseed Crops for Sustainable Production, 1st Edition. 570 sayfa. Elseiver Press. 55-88.
32. Kaya, Y., A. S. Balkan Nalcaiyi, Ş. Çulha Erdal, O. Arslan, N. Cicek, V. Pekcan, G. Evci, M. I. Yilmaz, Y. Ekmekci. 2016. Evaluation of Male Inbred Lines of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) for Resistance to Drought via Chlorophyll Fluorescence. Turkish Journal of Field Crops. 21 (2): 162-173.
33. Kaya, Y., Sahin, S., Beser, N. 2020. Yield determination of some broomrape resistant sunflower hybrids in drought conditions in Trakya region, Turkey. II. International Agricultural, Biological & Life Science Conference, September 1-3, Edirne, Turkey, 1249-54.

34. Kaya, Y., R. Vasilevska-Ivanova. 2021. Wild Sunflowers: The Primary Genetic Resource for Sunflower Breeding. In: Wild Germplasm for Genetic Improvement in Crop Plants. Editors: M. T. Azhar, S. H. Wani. Elsevier Academic Press Publishers, Inc. 153-186.
35. Kiani P.S., Grieu, P., Maury, P., Hewezi, T., Gentzbittel, L., Sarrafi, A. 2007. Genetic variability for physiological traits under drought conditions and differential expression of water stress-associated genes in sunflower. Theor Appl Genet. 114 (2): 193-207.
36. Kiani, S.P., P. Maury, A. Sarrafi, P. Grieu. 2008. QTL analysis of chlorophyll fluorescence parameters in sunflower (Helianthus annuus L.) under well-watered and water-stressed conditions. Plant Science, 175: 565–573.
37. Moroni, I. F., M. Fraysse, A. Presotto, M. Cantamutto. 2012. Evaluation of Argentine wild sunflower biotypes for drought stress during reproductive stage. Proc. 18th International Sunflower Conference, Mar del Plata, Argentina. 420-425.
38. Pekcan, V., T. Erdem. 2005. Edirne koşullarında destekleme sulamanın ayçiçeğinin su kullanımı ve verimine etkileri, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 6(2), 59-66.
39. Pekcan, V., G. Evci, M. I. Yilmaz, A. S. Balkan Nalcaiyi, Ş. Çulha Erdal, N. Cicek, Y. Ekmekci, Kaya, Y. 2015. Drought Tolerance of some Sunflower Inbred Lines and Effects on some Yield Traits. Agriculture & Forestry, 61(4): 101-107.
40. Pekcan, V., G. Evci, M. I. Yilmaz, A. S. Balkan Nalcaiyi, Ş. Çulha Erdal, N. Cicek, Y. Ekmekci, Kaya, Y. 2015. Evaluating Foliar Responses of Sunflower Genotypes under Drought Stress. Inter. Journal of Sci. Res. in Science & Technology. 1 (6) : 54-63
41. Pekcan, V., G. Evci, M. I. Yilmaz, A. S. Balkan Nalcaiyi, Ş. Çulha Erdal, N. Cicek, Y. Ekmekci, Kaya, Y. 2016a. Effects of Drought on Morphological Traits of some Sunflower Lines. Ekin Journal. 2 (2): 54-68
42. Pekcan, V., G. Evci, M. I. Yilmaz, A. S. Balkan Nalcaiyi, Ş. Çulha Erdal, N. Cicek, Y. Ekmekci, Kaya, Y. 2016b. Effects of Drought Stress Sunflower Stems and Roots. Proc. of International Conference on Chemical, Agricultural and Life Sciences (CALS-16) Feb. 4-5, Bali, Indonesia.53-59
43. Pekcan, V., M. I. Yilmaz, G. Evci, Kaya, Y. 2020. The responses of wild sunflower crosses to drought stress. II. International Agricultural, Biological & Life Science Conference, September 1-3, Edirne, Turkey, 1267-78.
44. Pekcan, P., Yilmaz M. I., Evci G., Cil A. N., Sahin V., Gunduz O., Koc, H., Kaya, Y. 2022. Oil content determination on sunflower seeds in

drought conditions. Journal of Food Processing and Preservation. 46:e15481, https://doi.org/10.1111/jfpp.15481
45. Rauf S. 2008. Breeding sunflower (*H. annuus* L.) for drought tolerance. Communications in Biometry and Crop Sci 3: 29-44.
46. Sahin, S., Kaya, Y., Beser, N. 2020. The evaluation of some drought indices in sunflower hybrids in dry conditions. II. International Agricultural, Biological & Life Science Conference, September 1-3, Edirne, Turkey, 1255-66.
47. Saensee, K., T. Machikowa, N. Muangsan. 2012. Comparative performance of sunflower synthetic varieties under drought stress. Int.J. Agric. Biol., 14: 929-934.
48. Seiler, G.J. 2004. Wild *H. anomalus* and *H. deserticola* from the desert southwest USA: a potential source of stress genes for cultivated sunflower. International Crop Science Congress. 26 Sep–1 Oct. Brisbane, Australia.
49. Seiler, G. J., Gulya, T. J., Marek, F.L. 2006. Exploration for wild *Helianthus* species from the desert Southwestern USA for Potential drought tolerance. Helia. 29: 1–10
50. Seiler, G.J. 2012. Utilization of wild Helianthus species in sunflower breeding. In: D. Škorić, editor, Sunflower Genetics and Breeding International Monogram. Serbian Academy of Sciences and Arts, Novi Sad, Serbia. p. 355–413.
51. Soorninia, F., M. Toorchi, M. Norouzi, M. R. Shakiba. 2012. Evaluation of Sunflower Inbred Lines under Drought Stress. Universal Journal Environmental Research & Technology. 2:1, 70-76.
52. Skoric, D. 2009. Sunflower breeding for resistance to abiotic stresses. Helia, 32: 50. 1-16.
53. Skoric, D. 2012. The Genetics of Sunflower. In Z. Kovacevic, D. Skoric, Z. Sakac. (Ed.) Sunflower Genetics and Breeding. International Monogram. Serbian Acad. Sci. 1-125.
54. Tabatabaei, S. A., V. Rafiee, E. Shakeri M. Salman. 2012. Responses of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to deficit irigation at different growth stages. International Journal of Agriculture: Research and Review. 2 (5): 624-629.
55. Tahir, M.H.N., M. Imran, M.K. Hussain. 2002. Evaluation of sunflower (*Helianthus annuus* L.) inbred lines for drought tolerance. International Journal of Agriculture & Biology, 4:398-400.
56. Turhan, H., Baser, I. 2004. In vitro and In vivo water stress in sunflower (*Helianthus annuus*). Helia 27, 227–236.

YENİDOĞAN TAYLARIN BAKIMI VE DİKKAT EDİLMESİ GEREKENLER

Dr. Öğretim Üyesi Yavuzkan PAKSOY

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Kemal Akman Meslek Yüksekokulu

1. YENİDOĞAN TAYLARIN BAKIMI VE DİKKAT EDİLMESİ GEREKENLER

Genç tayın uygun bakımı ve yönetimi, gelecekteki sağlığı ve performansı üzerinde büyük bir etkiye sahip olacaktır. Tayın doğru başlangıç olmadan genetik potansiyelini maksimuma çıkarması çok zordur. Kitabın bu bölümünde, yeni doğan tay için acil yönetim uygulamalarının yanı sıra büyüyen genç tay için sağlık ve beslenme protokollerini yer almaktadır.

Yeni doğmuş olan yavrular bu dönemde oldukça hassas ve kırılgandır. Diyare, sancı ve eklem enfeksiyonları veya diğer ortopedik problemler bu dönemde sıklıkla karşılaşılan problemlerdendir. At yetiştiriciliğinde ve yavrulama tesislerinde amaç ne olursa olsun tayın sağlıklı büyüyüp gelişmesi ve performans potansiyelinin artırılması için dikkatli olunmalı ve doğru bakım ve beslenme stratejileri ile ilerlenmesi gerekmektedir. Uygun olmayan bakım ve beslenme de gelecekte geri dönüşümü olmayan problemlere neden olabilir. Hayvan sahibi veteriner hekim desteği almıyor, bu problemlerle ilgili kontrolleri dikkatli bir şekilde yapmıyor veya bu konuda tecrübesi az ise bazı sorunlar gözden kaçabilir ve gecikmiş problemlerden dolayı ilerleyen dönemlerde arzu edilen sonuçlar alınmayabilir.

Yenidoğan tayların rutin bakımının iyi bilinmesi ve sık görülen problemlerin anlaşılması, normal gelişim süreçlerini bilmek tayın gelişimi süresince önemli olacaktır. Bu nedenle doğumdan sonraki ilk 24 saat içerisinde veteriner hekim tarafından kontrol edilerek genel durumunun ve sağlığının değerlendirilmesi, kalp, akciğer, abdomenin kontrol edilmesi, ağız, eklem, göz ve göbek kordonunun değerlendirmelerinin yapılması, ekstremitelerin ortopedik açıdan değerlendirilmesi ve kontrollerinin yapılması gerekmektedir. Ülkeler ve profesyonel yavrulama tesisleri bu konuyla alakalı farklı stratejiler belirlemekle beraber temelde hayvan bakımı ve kontrolleri açısından yapılması gerekenler benzerdir. Bu ilk kontrollere rağmen hala pek çok medikal ve performans probleminin ortaya çıkması söz konusu olabilmektedir.

Normal gebelik süresi 342 gündür. Tipik olarak, 300 günden az süren gebelik, tayın organlarının, özellikle akciğerlerin olgunlaşmamış olması nedeniyle yaşayamayan bir tay ile sonuçlanır. 320 günden az süren gebelik sonrası doğan yavrular erken tay olarak kabul edilmektedir (1).

Prematüre belirtileri; ipeksi ve ince bir deri, zayıf tendonlar ve kubbe şeklinde kafa olarak sıralanabilir. Bazı gebelikler ise 12 aydan daha uzun sürebilir. Bazı kısrakların gebeliği uzun sürmektedir ve bu genellikle normaldir. Bir tay ne kadar erken doğarsa, hastalanma ve özel bakıma ihtiyaç duyma riski o kadar fazladır. Genel olarak ilk değerlendirme yöntemleri benzer olmakla beraber prematür taylarda daha fazla dikkatli olunması gerekmektedir (2).

1.1. Umblikal Kord Bakımı

Perinatal erken dönemdeki bir diğer önemli husus da göbek bağı ve bakımıdır. Göbek kordonu, göbek toplardamarı, iki göbek atardamarı ve urakustan oluşur. Göbek veni, göbek kalıntısından karaciğere kadar uzanır. Zamanla, göbek veni falsiform bağ haline gelir. Göbek arterleri, mesanenin etrafındaki göbek kalıntısından aorta doğru hareket eder. Urakus, iki göbek arteri arasında yer alır ve göbek kalıntısından mesaneye kadar uzanır. Fetal yaşam boyunca göbek kordonu, büyüyen fetüse besin ve oksijen sağlar ve fetüsün atık ürünlerini tahliye etme işlevi görür. Yenidoğanın doğumu sırasında, tay hareket ederek veya ön ayaklarıyla göbek kordonunu belirlenmiş bir seviyeden yırtacaktır. Doğum sırasında tayın normal kan hacminin yaklaşık %25'i hala plasentada dolaşıyor olabileceğinden, kordondaki bu kanın taya geçmesine izin verecek kadar zaman verilmelidir. Bu nedenle kordonu kesmek ve kanayan kordonu dikmek yerine kordonun doğal olarak yırtılmasına izin vermek en iyisidir (3). Bu olmazsa, karın duvarını aşırı çekmemeye son derece dikkat ederek, doku uygun yerden bükülerek ve veya uygun şekilde yırtılarak kordon kırılabilir. Kordon kesilmesi veya bağlanması göbek enfeksiyonlarına neden olabilecek bir uygulamadır.

Göbek kordonunun geri kalan kısmı, bakterilerin kan dolaşımına potansiyel bir giriş kapısıdır. Yenidoğan taylar, zayıf bir bağışıklık sistemiyle doğarlar ve bu da onları birçok bulaşıcı saldırıya karşı savunmasız hale getirmektedir. Yeterli kolostrum alana kadar taylar enfeksiyon riski altındadır. Bakterilerin bölgeyi kolonize etmesini önlemek için göbek kalıntısını antibakteriyel bir solüsyonla tedavi etmek önemlidir (4).

Etkili göbek bakımı için gereken malzemeler arasında numune kabı veya büyük bir şırınga kutusu gibi küçük bir sprey şişesi veya küçük bir kap, steril su, %2 klorheksidin solüsyonu ve muayene eldivenleri bulunur. Bakteriyel kolonizasyondaki en büyük azalma, %0.5'lik bir klorheksidin çözeltisi ile gösterilmiştir. Güçlü iyot çözeltileri veya tentürdiyot, göbek bağının ve sapının hızla kurumasına ve çevresindeki cildin yanmasına ve nekrozuna neden olabilir. Bu da lokal enfeksiyona yatkınlık oluşturabilir. Son kanıtlar, Tentürdiyot gibi tahriş edici solüsyonlar kullanılırsa yarardan çok zarar verebileceğini göstermektedir (5). Yeni doğan taylar için göbek daldırma amaçlı olarak %0,5 klorheksidin solüsyonu kullanılması tavsiye edilir. %0,5'lik bir klorheksidin solüsyonu yapmak için, bir kısım %2'lik klorheksidin solüsyonunu steril su ile seyreltilmelidir.

Şekil 1. Göbek kordonu kalıntısının klorheksidinli solüsyona daldırılması ile yapılan antisepsi işlemi (6)

1.2. Yenidoğan Muayenesi

Yenidoğan bir tay doğduğunda, tayın ve kısrağın fizik muayenesinin yapılması ayrıca kısrağın daha önceki doğum hikayesi ve peripartum olaylarının tam öyküsünün alınması yararlı bilgiler sağlar. Kısrakta ortalama gebelik süresi 335-342 gündür; ancak normal aralık 305–365 gün olarak kabul edilmektedir. Bir kısrağın önceki yavrulama geçmişinin bilinmesi, doğum tarihini tahmin etmeye yardımcı olur, çünkü erken veya geç tayı olan kısraklar sonraki yıllarda bunu tekrar yapabilir. Fetal sağlığı ve tayın gelişimini etkileyebilecek; anne koşulları, distosi, erken plasental ayrılma, uterus atalet, ileri anne yaşı, gebelik sırasında eşzamanlı tıbbi sorunlar, kas-iskelet sistemi sorunları ve zayıf beslenme durumu gibi hadiselerin bilinmesi fizik muayene öncesinde ipucu verebilir.

Tipik doğum, kısrağın suyu geldikten 20-30 dakika sonra gerçekleşir. Eğer bu süre içinde doğum gerçekleşmezse veteriner hekim çağırılmalıdır. Doğumdan hemen sonraki en önemli husus, tayın hemen ve normal bir şekilde nefes almasıdır. Yenidoğan tay doğumdan sonra 30 saniye içinde genellikle solunuma başlar. Bu sırada yapılacak nazal uyarı (örn. burna bir parça saman) ile öksürebilir veya hapşırabilir ve dolaylı yoldan solunum indüksiyonu sağlanabilir. Yavrunun doğumdan sonra 20 dakika içinde emme refleksi olmalı ve meme aramaya başlaması gerekmektedir. Tay 30 dakika içinde ayağa kalkmayı denemelidir. Bu aşamada kısrağın plasentasının tayın burun deliklerinden nefes

almasını engellemesi önlenmesi gerekmektedir. Bazen üst solunum yollarından solunum engelleyen mukusun da çıkarılması gerekebilir. Yarış atı yetiştiren bazı tesisler doğum sırasında taylara rutin olarak oksijen sağlar veya doğum sırasında her tayı için oksijen bulundurmaktadırlar (7).

Tayın genel olarak fiziksel muayenesi, yetişkin atınkinden çok farklı değildir; ancak laboratuvar değerleri, yaşamsal belirtiler ve hastalık süreçleri, atlar ve taylar arasında büyük farklılıklar gösterebilir. Bu farklılıklar akılda tutulursa erişkinde tanı için kullanılan düşünce süreçleri taylara da uygulanabilir. Temel fizik muayene, olası bir tanı koymak, yardımcı testler için bir yön sağlamak ve acil tedavi için bir plan formüle etmek için gereken bilgilerin çoğunu sağlar. Yeni doğan taylarda muayene, kısrak ve plasentanın ayrıntılı bir değerlendirilmesini ve doğuma kadar giden ve doğumu içeren olayların öyküsünü içermelidir. Muayene algoritması kişinin tercihine göre değişir; ancak, değerlendirmenin tamamlanması ve bireysel alanların atlanmaması için bir rutin oluşturulmalıdır. Acil bir durumda, kardiyovasküler ve solunum sistemleri ilk odak noktası olmalıdır.

Veteriner hekimlik geliştikçe ve teşhise yardımcı araçlar geliştikçe, veteriner hekimin hastalıkları teşhis etme ve tedavi etme yeteneği de ilerlemiştir. Ancak bu ilerlemeler veteriner hekim için mevcut olan birincil ve en değerli tanısal yöntem olan fizik muayenenin yerini alamaz (8).

Fizik muayeneye başlarken kısrak ve tay öncelikle inspeksiyon ile değerlendirildikten sonra ilk yapılması gereken solunumunun ve dolaşımının değerlendirilmesidir. Hayati parametreler normal görülmesi halinde daha sonra taylar segmental muayene ile nörolojik, ortopedik, dental muayeneler gibi değerlendirmeleri yapılmalıdır (9). Plasentanın muayenesi ise hem allantoik (iç-fetal taraf) hem de koryonik bölgenin sistemik bir değerlendirmesini içermelidir (dış-anne tarafı). Plasenta ters çevrilmeli ve koryonik yüzey bakteriyel enfeksiyon bulguları açısından dikkatlice incelenmelidir. Ağır, kalınlaşmış, ödemli ve rengi değişmiş bir plasenta genellikle sonucu olan bakteriyel plasentiti düşündürür.

Şekil 2. Yeni doğum yapmış kısrak, plasenta ve tay (9)

Tablo 1. Yenidoğan sağlıklı taylardan beklenen fizyolojik bulgular

1 dakika içinde doğumun farkına varması ve hareket etme çabasına başlaması
10 dakika içinde meme arama ve emme refleksinin başlaması
30.dakikadan itibaren ayağa kalkma çabasının başlaması
1-2 saat içinde ayağa kalkması
2 saat içinde emmeye başlaması
6 saat içinde mekonyum çıkışının olması
6-12 saat içinde idrar çıkışının olması

Yeni doğmuş yavru doğal olarak birkaç saat içinde annesini emer. Taylarda erken dönemde bağışıklık gelişmemiştir, bu nedenle pasif bağışıklığın yeterli düzeyde olabilmesi için yavrunun ilk 12 saat ortalama 2 litre iyi kalitede kolostrum alması gereklidir (Kolostrum içeriğinden ve öneminden "Yenidoğan tayların beslenmesi" kısmında ayrıntılı bahsedilecektir).

Tablo 2. Yenidoğan tayların doğumdan sonraki 1 dakika içinde yapılan neonatal stres değerlendirme skalası (10)

Parametre	0	1	2
Kalp hızı	Yok	<60/dk	≥60/dk
Solunum	Yok	<60/dk	≥60/dk
Kas tonusu	Ekstremite kasları gevşek	Eklem fleksiyonu varlığı	Sternal duruş
Nazal uyarı cevabı	Yok	Yüzeyel cevap	Hapşırma veya öksürme

Toplam puan 7 veya 8 olması normal bir tayı gösterir, 4 ila 6 arası puan solunumsal ve/veya kardiyak depresyonu gösterir ve 0 ila 3 belirgin neonatal solunumsal veya kardiyak depresyonu gösterir.

Bazı durumlarda yenidoğanlar solunumsal ve kardiyak sorunlar yaşayabilir. Bu durumda canlandırma müdahaleleri gerekmektedir. Yenidoğanda resüsitasyon müdahalesi için endikasyonlar şunlardır;

- Doğum sonrası belirgin solunum hareketi yok,
- Doğum sonrası kalp atışı yok veya yüzeysel,
- Doğumdan 30 saniye sonra hala solunumun başlamaması,
- Çekilmeleri olan belirgin solunum sıkıntısı,
- Dakikada 40-50 atışın altında bir kalp atış hızı,

Bunların herhangi birinin tespit edilmesi durumunda yavruya gecikmeden resüsitasyona başlamak gerekmektedir (11).

1.3. Yenidoğan Taylarda Resüsitasyon

a. Havayolu açıklığını sağla: eğer burun delikleri içerisinde amniyon sıvısı varsa çıkarılması gerekmektedir. Ayrıca yine burun delikleri içinde mekonyum veya mukus varlığı mevcutsa aspire edilmesi gerekmektedir.

b. Solunum desteğini sağla: maske ile taya solunum desteği sağlanması, gereken durumlarda 14–18 mm endotrakeal tüpler kullanılarak entübe edilmesi önerilmektedir. Maske veya nazotrakeal tüp kullanılarak dakikada 10-20 kez nefes verilmesi, her 30 saniyede bir spontan solunumun başlayıp başlamadığın kontrol edilmesi gerekmektedir. Zayıf solunumu uyarmak amacıyla doksapram 1 mg/kg dozda 5 dk'da bir IV olarak verilmelidir.

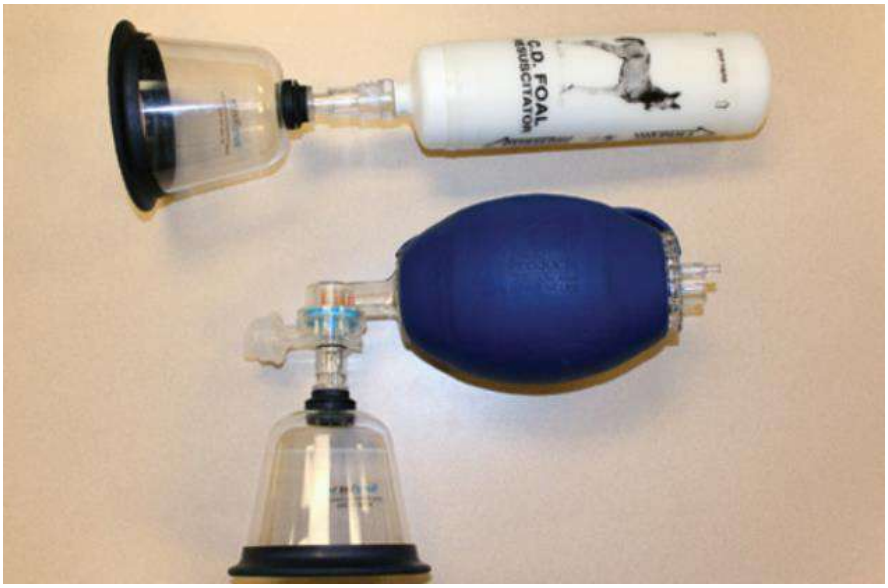
c. Dolaşım desteğinin sağlanması: doğumdan 30 saniye sonra stetoskopla kalp seslerinin dinlenmesi gerekir. Nabız yoksa veya 40' ın altındaysa hastaya torasik kompresyona başlanması gerekmektedir. Dakikada 80-120 bası yapılması gerekmektedir. Cevap yoksa epinefrin 0,01-0,02 mg/kg olarak 3 turda uygulanır. Yanıt hala yoksa 50 kg tay için 10 mg epinefrin verilebilir.

d. Sıvı desteği sağla: 8 gauge 9 cm (3.5 inch) intravenöz jugular kateter kullanılarak 10-20 ml/kg miktarında ringer laktat solüsyonun hızlı olarak gönderilmesi önerilmektedir. Eğer kan glikoz seviyesi ölçülebiliyorsa resüsitasyon sırasında ölçülmesi ve gerektiği durumda İV glukoz desteği verilmesi önerilmektedir.

e. Termal desteğin sağlanması: yavru mümkünse havluyla iyice kurulandıktan sonra, müdahaleyi engellemeyecek şekilde battaniye veya herhangi bir örtüyle örtülmeli ve vücut sıcaklığının korunması sağlanmalıdır.

Şekil 3. Oksijen ve solunum desteği için ambu maskesinin takılması (11)

Not: Acil doğum resüsitasyon prosedürlerinden sonra hayatta kalan taylar, yaşamın erken dönemlerinde tıbbi problem riski altındadır. Genellikle güçlü bir emzirme içgüdüsü veya tepkisi yoktur ve sonuç olarak pasif transferin başarısızlığına eğilimlidirler. Bu taylara ek kolostrum ve/veya plazma sağlamak yaygındır. Risk altındaki taylar, tıbbi komplikasyonlar nadir olmadığı için özellikle yaşamın ilk 3-5 günü yakından izlenmelidir. Hipoksik iskemik ensefalopatinin önlenmesi için anti-inflamatuar ilaçların ve antioksidanların profilaktik olarak uygulanması düşünülebilir.



Şekil 4. Taylar için üretilen resüsisatör maskeler

1.4. Yenidoğanlarda Taylarda Sık Görülen Problemler

1.4.1. Septisemi

Septisemi yenidoğan hastalığının ve mortalitenin yaygın bir nedenidir. Agresif tedavi, tayın hayatta kalması için hayati önem taşır. Fark edilmezse ve tedavi edilmezse, tay hızla zayıflayabilir ve ölebilir. Septiseminin başlıca belirtileri arasında uyuşukluk, ishal, emzirmenin kesilmesi yer alır. Azalmış emme refleksi refleksi ve süt yüzü görülmesi, hipotermi veya ateş ve halsizlik gözlemlenmesi durumunda dikkatli olunmalıdır. En yaygın nedensel ajanlar arasında E. coli, Actinobacillus, Klebsiella ve Streptococcus bulunmaktadır. Septisemi riski, erken doğanlarda, pasif transferin başarısız olduğu taylarda ve öksüz taylarda daha fazladır (12).

Veteriner hekim septisemiyi fizik muayene, kan çalışması (çok yüksek veya düşük beyaz kan hücresi sayımı) ile teşhis etmelidir. Yüksek fibrinojen seviyeleri, IgG düzeyleri < 400 mg/dl ve pozitif kan kültürü tanıyı destekler ancak negatif kan kültürü teşhisi ekarte ettirmez. Tedavi genellikle geniş spektrumlu antibiyotikleri ve sıvı desteğini içerme. Geniş spektrumlu antibiyotikler, birlikte kullanılan farklı antibiyotik türlerinin bir kombinasyonudur. çok çeşitli bakteriyel hastalıkları tedavi eder. Gram negatif bir bakteri türü yaygın olarak neden olur Tay hastalıkları, antibiyotikler bu tip için daha spesifik olmalıdır.

1.4.2. Diyare (İshal)

Sık olarak rastlanılan ve hayati risk oluşturma riski yüksek problemlerden biridir. Genellikle bakteriyal enfeksiyonlardan kaynaklanmaktadır ancak aşırı süt alımı, gastrointestinal flora değişiklikleri veya annedeki doğumu takiben birkaç hafta içerisinde görülen tay kızgınlığı (foalheat) gibi sebeplere bağlı olarakta gelişebilir. Salmonella, clostridium gibi bakteriyel etkenlerin yanı sıra rotavirüs oldukça bulaşıcı, kontrolü zor ve herhangi bir yaşta taya bulaşabilen bir virüs de etken olabilir. Rotavirüsün tedavisi öncelikle destek tedavisidir. Tayın diğer hayvanlardan izole edilmesi ve bulunduğu yerlerin dezenfeksiyonu gerekmektedir. Ayrıca ananın doğum öncesinde aşılanmış olması tayın hastalığı daha hafif atlatmasına yardımcı olabilir. Bakteriyel enfeksiyonlarda aşırı sulu bir ishalle beraber tayda halsizlik, hareketsizlik ve septisemi tablosu görülebilir. Tedavisi öncellikle hidrasyon sağlanması, destek tedavisi ve uygun antibiyotiklerle yapılan tedavilerdir.

1.4.3. Konstipasyon (Kabızlık)

Bazı durumlarda yavrular ana rahminde iken bağırsaklarında bulunan mekonyum denilen dışkıyı dışarı atamazlar. Özellikle pelvik kanalın dar olması nedeniyle genellikle erkek taylarda görülen bu problem tayın düzenli takibi ile rahatlıkla tespit edilebilir. Gerekli durumlarda bağırsaklara lavman yapılması, ağızdan veya nazogastrik tüp vasıtasıyla sıvı yağ veya parafin içirilmesi genellikle sorunu çözmektedir. Yavru daha ana rahminde iken mekonyumun atılımı söz konusu olur ise bu durumda amniyon sıvısına karışan bu artık mekonyumun tayın üst solunum yollarına ve akciğerlerine kaçması söz konusu olabilir. Bu da mekonyum pnömonisine sebep olabilir. Mekonyum pnömonisinin öngörülmesi için doğum sonrası tayın solunum yolları temizlenirken gelen amniyon sıvısının renginin ve içeriğinin kontrol edilmesi gerekmektedir. Bulanık renk ve kötü kokulu amniyon sıvısı varlığında taylara profilaktik antibiyoterapi verilmesi gerekmektedir ve bu durumda ilk gün koyu renkli mekonyum çıkışı beklenmeyebilir.

1.4.4. İmmun Transfer Yetersizliği (FPT)

Taylarda yine sıklıkla karşılaştığımız ve hayati risk oluşturan diğer bir problemde ananın kolostrumunun immun globülin yetersizliği veya yavrunun zamanında veya yeteri miktarda kolostrum alamaması sonucu ortaya çıkan bir durumdur (Beslenme kısmında ayrıntılı bahsedilecektir).

1.4.5. Neonatal İsoeritrolizis (NIE)

Yeni doğan tay anasında farklı bir kan antijenine sahip ise kısrak bu antijenlere karşı antikor oluşturacak ve doğal olarak kolostrum bu antikorlardan zengin bir şekilde üretilecektir. Doğumu takiben tay kolostrumu aldığında antikorların yoğunluğuna bağlı olarak 1-4 gün içerisinde antikorların eritrositleri parçalaması sonucu tayda hemolitik anemi gelişmektedir. NIE, aygırdan miras alınan bağışıklık aracılı hemolitik bir durumdur. Kısrak, kısrağın ilk sütü olan kolostrumda yoğunlaşan tayın kırmızı kan hücrelerine karşı antikorlar üretir. Tay doğumda normaldir ancak kolostrumdaki antikorları aldıktan sonra, bu antikorlar eritrositlere yapışır ve yok eder. Tay tipik olarak 12-24 saat içinde zayıflık, sarılık ve anemi belirtileri gösterir. Tedavi, yeterince erken teşhis edilirse tam kan transfüzyonunu içerir. Bu durumun tedavisinden ziyade önlenmesi daha kolay ve mantıklı olandır. Kısrakta NIE tay geçmişi varsa, kısrak, yumurtlama tarihinden 2-3 hafta önce test edilebilir. Fetüsün risk altında olduğu düşünülürse, önleme hayati önem taşır. Yeni doğan tayın ilk 24 saat ağızlığı kapatılmalı ve alternatif bir kolostrum kaynağı ile beslenmelidir. Kısrağın sütü ilk gün sağılarak dışarı atılmalıdır (13).

1.4.6. Açısal bacak deformiteleri:

Sık olarak karşılaşılan ortopedik problemlerden biridir. Birçok yenidoğan tayda değişen derecelerde görülebilir ancak birçoğu bir iki ay içinde hayvanın gelişimi ve güçlenmesi ile ortadan kalkmaktadır. Lüzum halinde bandaj uygulamaları, tırnakların probleme göre kesilerek uygun açı verilmesi ya da sorunun ortadan kalkmasına yardımcı olacak nal uygulamaları yapılabilir (14).

1.4.7. Mesane Rüptürü

Genellikle zorlu doğum sırasında gerçekleşen bir komplikasyon. Tay doğum kanalından geçerken mesane yırtılabilir. Hayvan doğumlarında en fazla taylarda görülmektedir. Tay tipik olarak doğumda normal görünür. Yırtığın boyutuna bağlı olarak, tay 1. ve 7. günler arasında üroperitoneum (karında idrar) belirtileri gösterecektir. Tay idrarını yapabilir veya yapamayabilir. Teşhis fizik muayene, abdominosentez (karından sıvı örneği almak), kan çalışması ve ultrason veya radyografilere dayanır. Tedavi sıvılar ve antibiyotiklerle birlikte cerrahidir (15).

1.4.8. İç Parazit Kontrolü

Önleme ve kontrol önlemlerine ek olarak rutin olarak solucanların giderilmesi, bir tayın sağlık programının önemli bir parçasıdır. Antiparaziter ilaç uygulama sıklığı çiftlik ortamındaki parazit yaygınlığına, yayılma seviyesine ve çiftliğin idare sistemine bağlı olarak değişebilir. İyi idare edilen düzenli ahır

yapılan işletmelerin pek çoğunda özellikle büyük solucanların eradike edilmesi mümkündür. Diğerlerinin de yoğunlukları azaltılabilir. Atlara özellikle ilkbahar ve sonbaharda 6 ay aralıklarla ivermektin verilmesi bunu sağlar. Çünkü ivermektin larvasidal bir ilaç olduğu için düzenli olarak yapılır ise parazitlerin büyük çoğunluğu ortadan kalkabilir.

Ergin atlar yuvarlak kurtlara karşı bağışıklık geliştirmektedirler. Bu nedenle bu kurtlarla alakalı problemler daha çok bir yaşına kadar olan taylarda görülür ve ciddi hasarlar oluşturur. Bunun için genç taylara bunlara etkili anti paraziter ilaçların verilmesi gereklidir Taylara 60 günden sonra antiparaziter ilaç uygulamaları yapılabilir. Bu parazitlerin yumurtaları bulaştığı alanlarda 10 yıla kadar varlığını devam ettirebilmektedir. Bu sebeplerle çevrenin kontamine edilmemesi için gerekli tedbirlerin alınması çok önemlidir (16).

1.5. Tayların Aşılamaları

İnfeksiyöz hastalıklardan korunmada yeni doğam taylar içi aşılama oldukça önemlidir. Aşılamada, tayın yaşı, kısrakların aşılanma durumu, coğrafi bölge, hastalık etkeni ile karşılaşma riski ve hastalığın oluşturabileceği şiddet göz önüne alınmalıdır (17). Bir tayın bulaşıcı hastalıklara karşı korunması doğumdan önce başlar. Viral abortus insidansını azaltmak için hamile kısraklar, 5, 7 ve 9 aylıkken equine herpesvirus-1 veya EHV-1'e karşı aşılanmalıdır. Kısrakların yavrulayacakları çiftliğe, doğumdan yaklaşık 4 ila 6 hafta önce taşınmaları tavsiye edilir. Bu, kısrağın, yavrulamadan önce söz konusu çiftlikte bulunan patojenlere karşı bir bağışıklık tepkisi geliştirmesi için yeterli zaman tanınması için gereklidir (18). Geleneksel olarak, damızlık kısraklar, doğurma tarihlerinden 4 ila 6 hafta önce inaktive edilmiş veya ölü aşıların bir kombinasyonu ile aşılanır. Doğum öncesi aşılamanın amacı, kolostrumda geçecek ve konsantre olacak ve daha sonra pasif olarak yenidoğana aktarılacak olan antikorları üretmek için kısrağın bağışıklık tepkisini uyarmaktır (19). Amerikan At Yetiştiricileri Birliği tarafından önerilen taylar ve sütten kesimler için aşılama kılavuzu, tayın aşılanmış veya aşılanmamış bir kısraktan doğmasına bağlıdır (Tablo 3). Aşılanmış kısraklardan doğan tayların, daha yüksek derecede pasif antikor transferi kazanacakları ve potansiyel olarak, aşılanmamış kısraklardan doğan taylara göre maternal antikorlar tarafından daha uzun süreli etkileşime sahip olabileceğinden dolayı aşılama stratejisi farklıdır. Genel bir kural olarak, aşılanmamış kısraklardan doğan taylar ilk aşı dozlarını en geç 3-4 aylıkken almalı ve aşılı kısraklardan doğan taylara ilk aşıları yaklaşık 6 aylıkken yapılmalıdır. Aşı takvimi Tablo 3' de özetlenmiştir.

Tablo 3. Amerikan At Yetiştiricileri Derneğinin önerdiği taylarda aşı programı (20, 21)

Hastalık	Prepartum dönemden önce aşılanmış kısraklardan doğan taylar (<12 aylık yaş)	Aşılanmamış veya aşıları eksik kısraklardan doğan taylar (<12 aylık yaş)
Equine İnfluenza	İnaktif aşı: 3 doz 1.doz 6 aylık yaşta 2. doz ilk dozdan 3-4 hafta sonra 3.doz 10-12 aylık yaşta Modifiye canlı aşı: 2 doz intranazal 1.doz 6-7 aylık yaşta 2. doz 11-12 aylık yaşta Canary pox vektör aşısı: 2 doz 1.doz 6 aylık yaşta 2.doz ilk dozdan 5 hafta sonra 6 ay aralıklarla tekrar aşılama	İnaktif aşı: 3 doz 1.doz 6 aylık yaşta 2. doz ilk dozdan 3-4 hafta sonra 3.doz 10-12 aylık yaşta Modifiye canlı aşı: 2 doz intranazal 1.doz 6-7 aylık yaşta 2. doz 11-12 aylık yaşta Canary pox vektör aşısı: 2 doz 1.doz 6 aylık yaşta 2.doz ilk dozdan 5 hafta sonra 6 ay aralıklarla tekrar aşılama
Tetanoz	3 doz: 1.doz 4-6 aylık yaşta 2.doz ilk dozdan 4-6 hafta sonra 3.doz 10-12 aylık yaşta	3 doz: 1.doz 3-4 aylık yaşta 2.doz ilk dozdan 4-6 hafta sonra 3.doz 10-12 aylık yaşta
Equine Herpes Virüs	İnaktif veya modifiye canlı aşı 3 doz: 1.doz 4-6 aylık yaşta 2.doz ilk dozdan 4-6 hafta sonra 3.doz 10-12 aylık yaşta 6 ay aralıklarla tekrar aşılama	İnaktif veya modifiye canlı aşı 3 doz: 1.doz 4-6 aylık yaşta 2.doz ilk dozdan 4-6 hafta sonra 3.doz 10-12 aylık yaşta 6 ay aralıklarla tekrar aşılama

1.6. Yenidoğan Tay Beslenmesi

1.6.1. Kolostrum

Kolostrum, gebeliğin son birkaç haftasında kısrak tarafından üretilen yapışkan, sarımsı ilk süttür. Tay emzirinceye kadar memede birikmektedir. Kolostrum damlaması, yavrulamadan 24 ila 48 saat önce meydana gelebilir. Doğumdan önce memeden aşırı kolostrum kaybı, yeni doğan tayın yetersiz beslenmesine neden olabilir. Bu nedenle çok fazla kolostrum damlaması olan kısraklarda beslenme açısından dikkatli olunması gerekmektedir.

Kolostrum, hücresel bileşenlerden ve hücresel olmayan bileşenlerden oluşur. (22). Hücresel bileşenler; beyaz kan hücrelerini (lenfositler, makrofajlar, nötrofiller) ve meme bezinin süt üreten kanallarını kaplayan epitel hücrelerini içerir. Kolostrumun hücresel olmayan veya çözünür bileşenleri arasında; immünglobulinler (Ig), hormonlar, büyüme faktörleri, enzimler, karbonhidratlar, yağlar bulunmaktadır. Kolostrum, doğumdan sonraki iki ila dört saat içinde tay tarafından emilmelidir. Kısraklardaki epiteliyokoriyal plasenta yapısı gebelik

süresince immungloblunlerin plasentadan geçişini engellediğinden dolayı taylar agammaglobulinemik olarak doğarlar (23). Bu nedenle yeterli kolostrum alımı olmayan ve dolayısıyla yeterli immünoglobulin seviyeleri olmayan taylar, enfekte eklem hastalıkları, göbek bağı enfeksiyonları, pnömoni ve ishal gibi sıklıkla ölümcül hastalıklara karşı çok hassastır.

Doğumda sonraki ilk gün içinde doğum yapan kısraktan kaliteli ve yeteri miktarda kolostrum alamayacağı düşünülen taylara, mümkünse başka kısraklara ait kaliteli kolostrum verilmelidir. Bağırsaktan immünoglobulin emilimi doğumdan hemen sonra %100 etkinliktedir, ancak üç saatlik yaşta hızla yaklaşık %20'ye ve 5 yaşında 20 saatte %1 verimliliğe düşer. Doğumdan yirmi dört saat sonrasında tayın bağırsaklarından belli antikorların emilimi durabileceğinden dolayı mümkün olan en kısa sürede kolostrum desteği sağlanmalıdır (24).

Taylar doğar doğmaz ve ilk emme olayı gerçekleştikten sonra serumda IgG düzeyinin ölçülmesi tayda FPF'nin belirlenmesi açısından önemlidir. Laboratuvarlar ve veterinerler, IgG seviyelerini "400'den az", "400 ila 800" ve "800'den büyük" olarak sınıflandırmaktadır. 400'ün altındaki seviyeler düşüktür ve tayın kesinlikle destek alması gerekir. 800'ün üzerindeki seviyeler tipik olarak enfeksiyonlara karşı koruyucudur . 400-800 arası olan gri bölgede ise yönetim tartışmalıdır. Bir diğer basit ama bazen değerlendirilmesi gereken yöntem kolostruma dış bakıdır. Dış bakı kolostrum kalitesi açısından bazı fikirler verebilmektedir. Örneğin bal benzeri kolostrumun genellikle beyaz ve akıcı kıvamdaki kolostrumdan daha iyi olduğu bildirilmiştir (25). Fakat dış bakıya bağlı değerlendirme her zaman gerçekleri yansıtmayabilir.

Şekil 5. Yeni doğum yapmış kısraklardan alınan kolostrumların değişik görüntüleri

Tablo 4. Kolostrumun biyolojik olarak aktif bileşenleri

Antimikrobiyel faktörler	Büyüme faktörleri ve Hormonlar	Besinler
İmmunoglobulinler	Transforming Büyüme Faktörü	Proteinler
Laktoferrin	İnsülin benzeri büyüme faktörü I-II	Laktoz
Lizozim	Epidermal büyüme faktörü	Yağ
Laktoperoksidaz	İnsülin	Vitaminler
Sitokinler	Büyüme Hormonu	Mineraller

1.6.2. Taylarda Büyüme ve Gelişme ve Beslenme

Yenidoğan tay, yetişkin ata kıyasla minimum enerji deposu ile doğar. Taylar doğduktan sonra istenilen ve uygun ağırlığa ulaşıncaya kadar, esansiyel aminoasit, yağ, vitamin ve mineral maddeler bakımından yeterli ve dengeli beslenmeleri gerekmektedir. Yeni doğan tayların beslenmesinin değerlendirilmesinde en önemli kriter yaşa uygun canlı ağırlık artışının sağlanmasıdır.

Yeni doğan tayın vücut kompozisyonu yetişkin atınkinden önemli ölçüde farklıdır ve bu farklılıklardan dolayı beslenmenin uygun ayarlanması gerekmektedir. Yeni doğan tam dönem tayların vücut suyu, vücut ağırlığının yaklaşık %79'udur yetişkin atlarda ise bu oran %60'tır. Prematüre taylar vücut ağırlığının daha da büyük bir yüzdesi sudur (%83). Yetişkin atların kas ve yağ dokusunun taylardan fazla olması, bu farklılıkları yaratmaktadır. Yeni doğan tayın kan hacmi 93 ila 150 mL/kg olduğu bildirilmiştir (26). Zamanla yaşamın ilk 30 gününde, vücut ağırlığındaki artış kandaki artışı aşar hacmi, öyle ki 100 gün içinde vücut ağırlığının kana oranı hacmi yetişkinlerinkine yaklaşır.

Ahırda ve otlakta beslenen taylar üzerinde yapılan gözlemler, yenidoğanların saatte yaklaşık beş kez başarılı bir şekilde emdiğini göstermektedir. Taylar 2 haftalık olduklarında emme sıklığını saatte yaklaşık dört defaya düşürürler. Normal taylar her memeyi eşit sayıda başarılı bir şekilde emme eğilimindedir. Tayın yaşamının ilk haftasında kısrak, meme ucunu daha erişilebilir hale getiren pozisyonlara geçerek yavrusuna yardımcı olur. Emzirmenin ortalama 6 ay devam ettiği taylarda emzirme dönemi boyunca genellikle önemli bir problemle karşılaşılmaz. Uygun ve yeterli düzeyde beslenmeyen bir tayın büyümesi yavaş seyretmektedir. Ancak eğer ciddi oranda bir büyüme gelişme geriliği yoksa erken aylarda verilecek uygun destekle bu gerilik telafi edilebilir.

Tayların minimal da olsa enerji depoları vardır. Ağırlıklı olarak karaciğer ve kasta depolanan glikojen, yenidoğan için bir enerji kaynağıdır. Ancak diğer türlerle karşılaştırıldığında, taylarda koyun, sıçan ve domuz yenidoğanlarıyla karşılaştırıldığında hepatik glikojen depoları minimaldir. Bu depolar, doğum sonrası 1 saatten daha kısa bir süre boyunca yenidoğan vücut ısısını korumak için yeterlidir. Bu süreden sonra enerji ve ısı endojen yağdan elde edilir. Bu kaynak

da yeni doğan taylarda sınırlıdır ve vücut ısısını en fazla 24 saat korumaya yeterlidir. Taylar, yaşamlarının ilk 30 gününde vücut ağırlığını günde yaklaşık 1,3 ila 1,5 kg artırır. İlk 6 ay içinde, safkan taylar yetişkin boylarının %83'üne ve yetişkin ağırlıklarının %46'sına ulaşırlar (27, 28). Tayların torasik ve abdominal iç organlarının ultrasonografik değerlendirmesi, bu organlardaki en hızlı büyümenin yaşamın ilk 30 gününde gerçekleştiğini göstermektedir. Taylar ayrıca 12 ila 18 aylıkken yetişkin kemik çapına ulaşır (29).

Kısrak sütü, litre süt başına yaklaşık 500 ila 600 kcal enerji sağlar. Günde 15 L süt tüketen 50 kg'lık sağlıklı bir tay 7.500 ila 9.000 kcal/gün tüketecektir. Bu, bazal enerji ihtiyacından 5000 ila 6500 kcal kadar fazladır. Alınan bu fazla kalori, aktivite ve büyüme için kullanılır. Aktivite ve büyüme gereksinimi 24 saatte yaklaşık 175 kcal/kg'dır. Ekstra kaloriler, yaşamın ilk ayında günlük ortalama 1 ila 2 kg/gün ağırlık artışı ile sonuçlanır. Sağlıklı taylar, ilk 30 gün içinde ağırlıklarını neredeyse iki katına çıkaracaktır. Boy uzaması yaşamın ilk ayında 0,4 ile 0,33 cm/gün arasındadır ve taylar 18 aylık olduklarında yetişkin boylarının %95'ine ulaşırlar (29, 30).

Yapılan çalışmalar, tayların vücut ağırlıklarının %20 ila %27'sini süt olarak tükettiklerini göstermiştir (31). Bu bilgiye dayanarak, 50 kg'lık bir tay günde 12,5 L kadar süt tüketebileceği söylenebilir. On bir günlük taylar, günlük ortalama 159 kcal/kg/gün brüt enerji ve günlük ortalama 7,2 g/kg/gün ham protein sağlamaya yetecek miktarda süt tüketir. Bu da taya günlük olarak ortalama 9830 kcal brüt enerji ve 422 g ham protein sağlar [13]. Bu değerler, tay yaşamının ilk ayının sonuna yaklaştıkça günlük ortalama 98 kcal/kg brüt enerjiye ve günlük ortalama 3,7 g/kg ham proteine düşse de vücut ağırlığı bazında yetişkin bir atın gereksinimlerinden daha fazladır (32). Kısrak sütünün bileşimi uzun yıllardır yapılan çalışmalarla kapsamlı bir şekilde araştırılmıştır. Bu araştırmaların bir derlemesi daha önce yayınlanmış ve Tablo 5'de özetlenmiştir (33, 34).

Tablo 5. Kısrak sütünün zaman içindeki bileşimi

					Sütteki konsantrasyon (mg/kg veya ppm)						
Zaman	Sindirilebilir enerji (kcal/kg)	Protein (%)	Yağ (%)	Laktoz	Ca	P	Mg	K	Na	Cu	Selenyum
Kolostrum	100	19	0,7	5	400	400	100	700	200	0,8	0,04
1-4 hafta	480	2,7	1,8	6,2	1000	500	90	700	225	0,3	0,01
5-8 hafta	460	2,2	1,7	6,4	1000	600	60	500	290	0,25	0,005
9-21 hafta	420	1,8	1,4	6,5	800	500	45	400	250	0,2	0

Emziren taylarda büyüme, tayın yeterli beslenip beslenmediğini belirlemenin bir yoludur. Yeterli beslenen kısraklara takviye yapılmasının tayın büyümesini önemli ölçüde arttırdığına dair çok az doğrudan kanıt olmasına rağmen, laktasyon

sırasında bir kısrağın yemini kısıtlamak tayı tehlikeye atar. Bir tayın yeterli beslenip beslenmediğini belirlemek için, boy ve vücut ağırlığı her 2 haftada bir ölçülmeli ve ırka özgü büyüme çizelgeleri ile karşılaştırılması, yeterli bir beslenmenin olup olmadığının belirlenmesinde yardımcı olabilir. Bu çizelgeler başka bir yerde yayınlanmıştır.

1.6.3. İlk 6 Ayda Beslenme

Yenidoğan taylar doğumdan sonraki ilk haftalarda kısrağı sık aralıklarla saatte 50-70 defa emmekte, öğünlerinde ortalama 250 ml süt almaktadırlar. Tayların 1 aylık olana kadar gündüzleri en az 6 defa, geceleri ise sınırsız emmeleri gerekmektedir. Taylarda özellikle ilk aylarda kaprofaji görülebilmesi doğaldır. Bunun başlıca nedeni; B grubu vitamin gereksinimlerini sağlamak ve bağırsak florasına bakteri ve protozoaları yerleştirmek olduğu düşünülmektedir.

Her emzirme sonrası kısrağın memesinin boşalması hem mastit gelişimi önler hem de süt sekresyonunun artmasını sağlar. Bu nedenle düzenli olarak kısrağın memenin boşalıp boşalmadığı ve mastit açısından meme ısısının artıp artmadığı kontrol edilmelidir.

Kısrağın yanındaki tay bir aydan sonra katı gıdaları tüketmeye başlamalıdır. Bu yaştan itibaren taylar için özel hazırlanmış konsantre yem, kuru ot ve suya geçmelidir. Bir aydan sonra taylar, anne sütüne ilave olarak 500-700g/gün tay yemi tüketebilir. Kısrağın sütünü destekleyen karma yemler olan "Creep yemler" anne sütünün yeterli olmadığı zamanlarda özellikle doğumdan birkaç hafta sonra verilmektedir. Bu yemlerin, taylara temiz, taze, çamursuz ve bozulmamış olarak verilmesi gerekmektedir. Bu yemler sayesinde taylar özellikle yaşamlarının erken dönemlerinde, vitamin, mineral, protein ve diğer besin maddelerini yeterli ölçüde sağlayabilirler. Tay 5-6 haftalık yaşa geldiğinde, her 100 kg canlı ağırlık için 0.5-0,75 kg/gün creep yem verilebilir. Süt ikame yemleri; annenin ölümü veya hastalanması durumunda, anne sütü çok az olduğunda, annenin memelerinin yaralanmasında veya tekrar tohumlanmasına yardımcı olmak amacıyla erken sütten kesmede taya verilebilir.

1.6.4. Sütten kesme (Weaning)

Sütten kesme zamanı veya yaşı tayın bireysel kabiliyetine ve etrafı ile olan ilgisine bağlıdır. Taylar genellikle 5 ila 6 aylıkken sütten kesilir. Üçüncü aydan itibaren kısrağın sütü giderek azalır ve doğal bir sütten kesme süreci başlar. Tayı tam sütten kesmeye hazırlamak için, azalan süt arzından dolayı kaybolan besin maddelerini telafi etmek için ek beslenmenin 2-3 haftada bir düzenlenmesi gerekmektedir. Süt ikame yemi vermek ise sütten kesme işlemini beklenenden önce gerçekleşmesine neden olabilir. Weaningin zamanının, kilo (sıcak

kanlılarda minimum 200 kg) veya günlük konsantre yem tüketimine bakarak (4 kg'a ulaştığında) belirlemek, yaşa göre belirlemekten daha doğrudur. Weaning günü yavrular ve kısraklar birbirlerinin seslerini duyamayacak şekilde uzaklaştırılırlar (35).

1.6.5. 6-18 Aylık Tayların Beslenmesi

Yeni doğan tayların ilk kış döneminde ve hayatlarının 2. yarıyılında gelişmeleri oldukça hızlı olmaktadır. Bu dönemde protein, lizin, mineral madde ve vitamin gereksinimi çok fazladır. Verilecek iyi bir fabrika yemi bu gereksinimleri yeterince karşılayabilir.

Yavruların enerji gereksinimleri bulunduğu ortama ve hareketliliğine, mevcut hastalık durumuna ve boy kilo ölçümlerine bağlı olarak hesaplanmalıdır. Tek başlarına kapalı alanda tutulan taylar genellikle daha fazla yağlanmaktadırlar. Taylar 12. ayda ergin ağırlığın ortalama yarısına ulaşmalıdırlar. Kış döneminde verilecek yemlerde kuru ot, çok az miktarda şeker pancarı, havuç ve karma yem bulunması önerilmektedir. Taylara yaşlara göre verilmesi gereken konsantre yem miktarları Tablo 6'da belirtilmiştir (36).

Tablo 6. Taylara verilmesi gereken konsantre yemin miktarı ve bileşimi

Yaşı, ay	Verilen konsantre yem miktarı Kg/100 kg CA	HP %	Lizin %	CA %	P%	Vit A İU/kg	Vit D İU/kg
0-6	0.5-1.0	16	0.7-0.8	0.7	0.5	10.000	1.500
6-12	1.0-1.5	14	0.6-0.7	0.8	0.5	10.000	1.500
12-24	1.0	12	0.5	0.8	0.5	10.000	1.500
24-36	0.5	10	0.4	0.8	0.5	10.000	1.500

1.6.6. Öksüz Tayların Beslenmesi

Bir tayın öksüz kalabilmesinin birçok nedeni vardır. En bariz olanı, kısrağın ölmüş olmasıdır. Tayın kısrak tarafından reddedilmesi, tayın annesiz kalmasına da yol açabilir. Kısrakta agalaksi olması da tayı esasen "öksüz" yapar. Süt kaynağı eksikliğinin nedeni ne olursa olsun yetim tay alternatif bir beslenme desteğine ihtiyaç duyacaktır. Benzer günlerde doğum yapmış, doğumda veya doğum sonrasında yavrusu ölmüş kısrak varlığı söz konusu ise bu kısrakların kolostrumları sağılarak yetim taya verilebilir veya bu kısrakların yanlarına yetim taylar getirilerek sütanne olarak bunları beslemeleri, ihtiyacı olan kolostrumu almaları sağlanabilir. Yavrusunu kaybetmiş kısrak öksüz olan tayı birkaç saat alışma süresi sonunda kabul edebilir veya reddedebilir. Reddetmesini önlemek için gerçek yavrusunun derisi öksüz taya ilk saatlerde temas ettirilebilir. Bu

durumda çoğunlukla başarı sağlanmaktadır. Taylar için özel üretilmiş kolostrum preparatları mevcuttur ve bunlar da verilebilir. Kısrak sütü mevcut değilse, keçi sütü veya inek sütü taze süt ürünleri için alternatif bir kaynak olarak kullanılabilir. İnek sütü ve keçi sütü kısrak sütünden daha az neredeyse iki kat daha fazla yağ içerir. İnek sütü ve keçi sütü ayrıca daha az laktoz veya karbonhidrat içerir ancak protein ve mineral içeriği bakımından kısrak sütüne benzerdir. İnek sütü ve keçi sütünde karbonhidrat içeriği daha az olmasına rağmen, yağlar yüksek oranda sindirilebilir olduğundan her ikisi de tay için kabul edilebilir besin kaynaklarıdır. (37, 38). Eğer inek sütünden ikame yem sağlanacaksa önerilen formül Tablo 7'de belirtilmiştir.

Tablo 7. Süt tozundan veya inek sütünden hazırlanmış süt ikame yeminin bileşimi (39)

%10 KM içerecek şekilde sulandırılmış olan süt tozu veya İnek sütü	700-800 ml
Kalsiyum karbonat	5-7 g
Glikoz veya laktoz	30-35 g
İçme suyu	250 ml
Maya	5-7 g

KAYNAKÇA

1. Henneke D, Potter G, Kreider J. Body condition during pregnancy and lactation and reproductive efficiency of mares. Theriogenology. 1984;21(6):897-909.
2. Rossdale P, Ousey JC, Silver M, Fowden A. Studies on equine prematurity 6: guidelines for assessment of foal maturity. Equine veterinary journal. 1984;16(4):300-2.
3. Rossdale P. Clinical Studies on the Newborn Thoroughbred Foal: I. Perinatal Behaviour. British Veterinary Journal. 1967;123(11):470-81.
4. Adams S, Fessler J. Umbilical cord remnant infections in foals: 16 cases (1975-1985). Journal of the American Veterinary Medical Association. 1987;190(3):316-8.
5. Smith M. Management of umbilical disorders in the foal. In Practice. 2006;28(5):280-7.
6. Reeder D, Miller S, Wilfong D, Leitch M, Zimmel D. AAEVT's equine manual for veterinary technicians: John Wiley & Sons; 2009.
7. Bernard WV, Barr BS. Equine Pediatric Medicine: CRC Press; 2018.
8. Brinsko SP, Blanchard TL, Varner DD, Schumacher J, Love CC. Manual of equine reproduction: Elsevier Health Sciences; 2010.
9. Thomas HS. Storey's Guide to Raising Horses: Breeding, Care, Facilities: Storey Publishing; 2021.
10. Martens R. Neonatal respiratory distress: A review with emphasis on the horse. Compend Contin Educ. 1982;4(1):S23-S34.
11. Dascanio JJ, McCue PM. Equine reproductive procedures: Wiley Online Library; 2014.
12. Loly S, Hopkinson H. Large Animal Medicine for Veterinary Technicians: John Wiley & Sons; 2021.
13. Boyle AG, Magdesian KG, Ruby RE. Neonatal isoerythrolysis in horse foals and a mule foal: 18 cases (1988–2003). Journal of the American Veterinary Medical Association. 2005;227(8):1276-83.
14. Witte S, Hunt R. A review of angular limb deformities. Equine veterinary education. 2009;21(7):378-87.
15. Butters A. Medical and surgical management of uroperitoneum in a foal. The Canadian Veterinary Journal. 2008;49(4):401.
16. Morris L, Colgan S, Leathwick D, Nielsen M. Anthelmintic efficacy of single active and combination products against commonly occurring parasites in foals. Veterinary parasitology. 2019;268:46-52.
17. Flaminio MJB, Rush BR, Shuman W. Peripheral blood lymphocyte subpopulations and immunoglobulin concentrations in healthy foals and

foals with Rhodococcus equi pneumonia. Journal of Veterinary Internal Medicine. 1999;13(3):206-12.
18. Cauchard J, Sevin C, Ballet J-J, Taouji S. Foal IgG and opsonizing anti-Rhodococcus equi antibodies after immunization of pregnant mares with a protective VapA candidate vaccine. Veterinary microbiology. 2004;104(1-2):73-81.
19. Van Maanen C, Bruin G, de Boer-Luijtze E, Smolders G, De Boer G. Interference of maternal antibodies with the immune response of foals after vaccination against equine influenza. Veterinary Quarterly. 1992;14(1):13-7.
20. Yenilmez Y. Taylarda Kombine Aşılamanın (Equine İnfluenza, Tetanoz ve Equine Herpes Virüs) Serum Amiloid A ve Plazma Fibrinojen Konsantrasyonları ile Total Lökosit Sayısına (WBC) Etkileri 2020.
21. Virus WN, Horse P, Viral E, Rotavirus A. AAEP Guidelines for Vaccination of Horses. 2005.
22. Sellon DC. Secondary immunodeficiencies of horses. Veterinary Clinics of North America: Equine Practice. 2000;16(1):117-30.
23. Jeffcott L. Some practical aspects of the transfer of passive immunity to newborn foals. Equine veterinary journal. 1974;6(3):109-15.
24. Giguère S, Polkes AC. Immunologic disorders in neonatal foals. Veterinary Clinics: Equine Practice. 2005;21(2):241-72.
25. Clément F, Arnaud G, Duvaux-Ponter C, Chavatte-Palmer P, editors. Colotest and equine colostrum. 51st FEZ Meeting La Haye, The Netherlands; 2000.
26. Persson S, Ullberg LE. Blood volume and rate of growth in Standardbred foals. Equine veterinary journal. 1981;13(4):254-8.
27. Buechner-Maxwell VA. Nutritional support for neonatal foals. Veterinary Clinics: Equine Practice. 2005;21(2):487-510.
28. Martin R, McMeniman N, Dowsett K. Milk and water intakes of foals sucking grazing mares. Equine veterinary journal. 1992;24(4):295-9.
29. Hintz H, Hintz R, Van Vleck LD. Growth rate of thouroughbreds. Effects of age of dam, year and month of birth, and sex of foal. Journal of animal science. 1979;48(3):480-7.
30. Green D. A study of growth rate in thoroughbred foals. British Veterinary Journal. 1969;125(10):539-46.
31. Oftedal OT, Hintz H, Schryver H. Lactation in the horse: milk composition and intake by foals. The Journal of nutrition. 1983;113(10):2096-106.
32. Lawrence L. The nutrient requirements of horses: historical perspectives. Translational Animal Science. 2022;6(1):txac021.

33. Koterba A-M. Nutritional support: enteral feeding. Equine Clinical Neonatalogy. 1990:728-46.
34. Lewis L. Growing horse feeding and care. Equine Clinical Nutrition: Feeding and Care. 1995:334-52.
35. Özbeyaz C, Akçapınar H. At yetiştiriciliği ders notları. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Zootekni Anabilim Dalı, Ankara. 2005.
36. Frape D. Equine nutrition and feeding: John Wiley & Sons; 2008.
37. Paradis MR. Feeding the orphan foal. Proc of the American Association of Equine Practitioners. 2012;58:2014.
38. Stoneham S, Morresey P, Ousey J. Nutritional management and practical feeding of the orphan foal. Equine Veterinary Education. 2017;29(3):165-73.
39. Wolter R. Le rationnement pratique des juments et des poulains. Prat Vet Equine. 1992;24(1):39-52.

AKVARYUMLAR İÇİN KULLANILAN SUCUL BİTKİLER

Dr. Hatice TEKOĞUL

Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi
ORCID: 0000-0002-9755-8339

Akuatik bitkiler; su bitkileri; makrofitler; sucul bitkiler; su içerisinde veya suyun etkisi altında kalmış sulak alanların derinliklerinin değişen bölgelerinde, derelerde göllerde ve akarsu kenarlarında tamamen su içinde (submerged), su yüzeyinde (floating) ve kökler su altında gövde su üstünde (emerging) büyüyen sucul bitkilerdir.

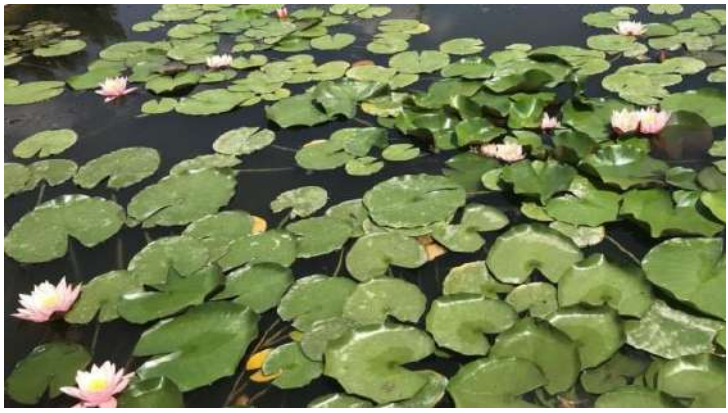


Foto 1: Bitkili süs havuzu (Orijinal (Hatice Tekoğul))

Büyük bir kısmı tatlı sularda yaşarlar. Deniz de, tuzlu suyun hakim olduğu bataklıklar da ve acı sularda yaşarlar. türlere bağlı olarak mik-roalglerden makrofitlere kadar , boyutları birkaç mikrometreden birkaç metreye kadar değişebilir. Birincil üreticiler olarak besin zincirinin ilk halkasını oluşturan bu canlılar, sudaki karbondioksit ve ışık enerjisini kullanarak fotosentez yaparlar. Yaşam döngüsünde sulak alanların su kalitesini iyileştiren, ekolojik dengesini koruyan, canlılar için barınak ve beslenme ortamı sağlayan su bitkileri sucul alanlar için büyük önem taşımaktadır. Son yıllarda, yenilenebilir bir biyokütle kaynağı olarak, enerji tüketimine önemli bir katkı sağlamıştır. Enerji kaynağı olarak, tarım sektöründe organik gübre kaynağı olarak, akvaryum ve küçük süs havuzlarının peyzajında da kullanılmaktadır (Foto 1) (Matache, 2022; Surrency, 2020; Kop ve diğ., 2016). Doğrudan veya dolaylı olarak ortalama otçul balıklar için 50 adet akuatik makrofit türü besin olarak kaydedilmiştir (Mandal ve diğ., 2010). Bazı ülkelerde özellikle asyada eskiden su bitkilerinin tıpta ve farmakolojide kullanımı yaygındı. Farmakoterapötik etkisine ilişkin çalışmalarda oldukça fazla sayıda su bitkisi türünün analjezik, ateş düşürücü, iltihap önleyici, mide ve ishal önleyici, yara iyileştirici özelliklere sahip oldukları belirtmişlerdir (Bolotova, 2015).

. Sudaki besin maddelerini hızla tüketerek vucut aktivitelerinde kullanırken, ağır metalleri sudan uzaklaştırır, kirli suları arıtır, ve biyokimyasal özellikleriyle yüksek proteinli biyokütle üretiler(Fitomediasyon). Suya oksijen verir ve

ortamda bol bol ürerler. Su bitkileri indikatör organizmalardır. Kirliliğin artmasıyla baş edemeyen sucul bitkiler oksijen seviyesindeki düşüş ve ortam şartlarının kötüye gitmesi ile ortamdan yok olurlar. Su bitkileri indikatör organizmalardır. Yerine mantar ve bakteriler gelir (Ansari ve diğ., 2017; Aulio, 1986).

Fitoremediasyon yeteneği yüksek olan su bitkilerinin kullanımı gitgide yaygınlaşmaktadır. Suların arıtımında ve akvaryumlarda kullanılan bir çok tür vardır. Örneğin *nymphaea, ceratophyllum, nuphar, sparganium, zizania, potamogeton, sagittaria, carex, chara, eichornia, typha, cyperus, pragmites, eichornia, pistia, ipomoea, salvinia, lemna, myriophyllum, scirpus, cabomba, utricularia, elodea, compsopogon, lagarosiphon, enteromorpha, vallisneria, alfalfa.* vs su bitkisi türleridir (Vymazal and Kröpfelova, 2008; Haslam, 1998; Saygıdeğer, 1996; Little, 1979). Özellikle *L. minor* son 20-30 yıldan beri atık suların arıtımında olarak kullanılmaktadır (Ekperusi ve diğ., 2019).Su ekosistemindeki bitki türleri ile su ortamı arasında doğrudan bir ilişki vardır. Örneğin Nilüfer, su altında veya suda yaşamak için özel uyarlamalar gerektirir. En yaygın adaptasyon, hafif dolgu oluşumlarının, aerenkimanın varlığıdır, ayrıca su mercimeği gibi (*Lemna* spp.) yüzen ve ince yapraklar da yaygındır.

Sucul bitkilerin bazıları kökleri ile çamur substrata yapışır, yaprakları yüzer. Sadece su içinde veya su kütlesi içindeki toprakta büyüyebilen, sulak alan yapılarının ortak bir bileşenidirler. Sucul alanların ekolojik dengesini korurlar. Vucut şekilleri çok değişik olabilir (Smardon, 2014). Dünyanın en büyük su bitkilerinden biri Amazon Nilüferi'dir; en küçüklerinden biri de su mercimeğidir. Küçük sucul hayvanlarının çoğu bitkili alanları ev olarak ve/veya avcılardan korunmak için su sümbülü ve su mercimeği gibi bitkileri kullanır. Tallus, kök, gövde veya yaprak şekilleri çok değişkendir. Bazen kalın bir rizomdan çıkan küçük ya da büyük yapraklar bazen de ince bir gövdeden çıkan ipliksi yapılar olabilir. Köksüz veya köklü olabilir. Çiçekleri de değişken olmakla beraber genellikle küçük ve çok sade sadece bir üreme organı içerir (Smardon, 2014; Hutchinson, 1975; Cook ve diğ., 1974; Sculthorpe, 1967).

Su bitkilerinin dekoratif güzellikleri ile kullanımı çok yaygındır. Özellikle peyzaj çalışmalarında ve akvaryumlarda değişik su alanlarının görselliğini arttırılması için kullanılmaktadırlar. Su ekosistemindeki bitki türleri ile su ortamı arasında doğrudan bir ilişki vardır. Örneğin; Nilüfer, su altında veya suda yaşamak için özel uyarlamalar gerektirir. Su bitkilerinde en yaygın adaptasyon, hafif dolgu oluşumlarının, aerenkimanın varlığıdır. Ayrıca su mercimeği (*Lemna spp*.) gibi yüzen ve ince yapraklar da mevcuttur. Sucul bitkilerin bazıları kökleri ile çamur substrata yapışır, yaprakları yüzer. Bazıları sadece su içinde veya su kütlesi içindeki toprakta büyüyebilirler. Bu nedenle, sulak alan yapılarının ortak

bir bileşenidirler. Sucul alanların ekolojik dengesini korurlar. Vücut şekilleri çok değişiktir. Dünyanın en büyük su bitkilerinden biri 2 metre çapında yaprakları olan Amazon Nilüferidir. En küçüklerinden biri de yaprakları 2-3 mm çapında su mercimeğidir. Küçük sucul hayvanlarının çoğu bitkili alanları ev olarak ve/veya avcılardan korunmak için su sümbülü ve su mercimeği gibi bitkileri kullanır. Tallus, kök, gövde veya yaprak şekilleri çok değişkendir. Bazen kalın bir rizomdan çıkan küçük yada büyük yapraklar bazen de incecik bir gövdeden çıkan ipliksi yapılar olabilir. Köksüz veya köklü olabilir. Çiçekleri de değişken olmakla beraber genellikle küçük ve çok sade sadece bir üreme organı içerir. (Sculthorpe, 1967; Hutchinson, 1975; Cook ve diğ., 1974; Smardon, 2014; Smith ve diğ., 2022).

Su bitkilerinin dekoratif güzellikleri ile de kullanımı çok yaygındır. Özellikle çeşitli peyzaj çalışmalarında ve akvaryumlar da değişik su alanlarının görselliğini arttırılması için kullanılmaktadırlar.

AKVARYUMDA DA KULLANILAN BAZI SU BİTKİLERİ HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Bryophytaların Bryopsida sınıfından olan kara yosunları içerisinde suda yaşayan birkaç tür içerirler. Balık yavrularının saklanması ve yumurta bırakan balıklar için akvaryumlarda çok kullanılan türlerden biri *Fontinalaceae* familyasının en küçük türü olan *Fontinalis antipyretica* (foto 2) dir.

F. antipyretica geleneksel olarak soğuk su akvaryumlarında kullanılmaktadır. Sucul ortamda dikey olarak yetiştiğinde yoğun dallanmalar ile küçük balıklar ve diğer küçük canlıların saklanabileceği, canlılar için korunaklı bir ortam oluştururlar (Alaoui ve diğ., 2021).

Foto 2: *Fontinalis. antipyretica*

F.antipyretica yaprakları oldukça serttir ve üst üste binen üç sıra halinde düzenlenmiştir (Foto 2). Gövde yassıdır ve yaprak şeklindedir. Her bir yaprak, yaklaşık 4 ila 9 mm uzunluğunda, keskin bir uç şeklinde ve çiçek içermez, 3-10 cm arasında olabilen yüksekliktedir, bazen 2 ila 2,6 mm uzunluğundaki düz kapsüller içinde çok küçük sporlar üretir, genişlik 0.5-1 cm arasındadır. Akan sularda batık kayalara bağlı olarak ya da durgun suda yüzen kütleler halinde bulunur. Bulunduğu bölgede toprak yüzeyine yatık büyürler. Kozmopolit bir tür olarak Avrupa, Asya ve Afrika'nın bir çok bölgesinde bulunur. Sıcaklık 15-26 ℃ ler arasında ve pH değeri 6.0–7.0 arasındadır. Büyüme oranı , ışık ve CO2 ihtiyacı düşüktür. Gölgeli konumlarda daha iyi gelişirler. Bitkiler ya erkek ya da dişidir. Üreme çoğunlukla kopmuş dalların köklenmesi ile genelde vejetatif olur. Bu türde sporla üreme nadiren gözlenir (Glime and Boelema, 2017; Glime, 2020). Mikroskobik algler yapraklarda epifitik olarak büyür, balıklar ve çok sayıda omurgasız yaprakları arasına sığınır, beslenir ve burada koruma altındadır.

Genel de tropikal akvaryumlarda benzer yapıya sahip *F. Antipyretica'* nın yerini " Java yosunu " (*Vesicularia spp.*) almıştır (Foto 3).

Foto 3: *Vesicularia dubyana*

Vesicularia. dubyana, Hypnales ordosunun Hypnaceae familyasından ve brazilya orjinlidir. Boyutları 1-3 cm yükseklik ve 3-5 cm genişliktedir. Sıcaklık ihtiyacı 18-28 ℃ ve ph ihtiyacı 5.5-8 arasında optimum değerdedir. Orta seviyede ışık ihtiyacı vardır. Kültüre alınması çok zor değildir. Fakat yavaş büyür. Yaygın olarak da dal yapısının şeklinden dolayı da "christmas tree moss" olarak isimlendirilir (Foto 3). En iyi şekilde büyük boyuta ulaştığı da görünür. Üretimi kolay bir yosun türüdür. Çok yaygın olmasada sporla üreyebilirler. Çoğunlukla kırılan dallardan yeni bireyler oluşturması daha mümkündür. Düşük sıcaklıktaki akvaryumlarda da yaşayabilir. Çoğunlukla akıntılı ve sert suları tercih eder. Türkiye'deki sulak alanlarda da bulunabilen bir türdür.. *V. dubyana* aynı *f. antipyretica* türü gibi gölgeli yerleri sever ve diğer canlılar için barınak olur.

Pteridopsida (eğreltiler); Vasküler bitkilerden olan Tracheophytes ilk iletim demetinin görüldüğü eğrelti otları, kibritotları ve atkuyrukları bu gruptadır. Su üstü bitkilerinden olan Salviniaceae (Su eğrelti otu) familyası da bu gruptadır. Su eğreltileri olarak bilinirler. Familya üyeleri tek yıllık tropik ve yarı tropikte yetişir. Polypodiopsida sınıfından Salviniaceae familyasından *azolla* ve *salvinia* türleri bu sınıftaki sucul makrofitlere örnektir. Basit yada dallı, yatay yada dik küçük su bitkileridir yaygın olarak dış akvaryumlarda kullanılırlar. Ülkemizde Trakya ve Anadolu'da rastlanan türler kök ve gövdesi su içinde yüzer. Vejetatif üreme ve dişi ve erkek spor hücreleri ile çoğalırlar.

S***alvinia natans*** eğreltilerden sulak alanda yaşayan bir türdür (foto 4).

Foto 4: *Salvinia natans*

Yapraklar ile saklı olan gövde yuvarlak ve uzundur. Yapraklar gövdeye çok kısa saplar ile 3'lü demet oluşturarak bağlıdır, ortada bulunan gövdeye bağlı olan yapraklar karşılıklıdır. Yaprakların ikisi su üzerinde birisi su altındadır. Yapraklar yuvarlak, 1 cm, üzeri beyaz dik çatallı tüycüklerle kaplıdır. Bu tüylü örtü oldukça kalındır. Su üzerinde yüzen gövdeden su içine saç benzeri kökler uzanır. Yeterli besin ve yüksek ışık varsa hızla büyüyen yapraklar su üstünde yüzer. Salvinia su bitkisinin yapraklarında küçük tüyler ile suya karşı daha dayanıklı olur. 1-3 cm yükseklikte 5-10 cm genişlikteki bitki, 12-30 °C de, 5.5-8 pH arasındaki sular da yaşarlar güzel görüntüleri ile akvaryumlar da kullanılabilirler. Dallanmamış, gelişigüzel suya sarkan kökleri ile sudaki besinleri kullanarak yosun oluşumunu önlemeye yardımcı olurlar. Doğada optimum koşullar altında çok hızlı büyürler ve çok dekoratif bir bitkidir. Sığ suda toprağa dokunarak besinleri ondan da alabilirler (Lumpkin and Plucknett, 1980).

Spermatophyta (tohumlu su bitkileri) Angiospermae (kapalı tohumlular) ve monocotyledonae (tek çenekliler) diye ikiye ayrılır. Bitkiler aleminin çiçekli bitkiler (fenorogam) grubunu oluşturan tohumlu bitkiler su bitkilerinden çok sayıda türü bünyesine almıştır.

Foto 5: *Cyperus helferi*

Cyperaceae familyasının akvaryumlarda da kullanılan bir türüdür. Thailand orjinli olan su bitkisi tropik bölgelerde dağılım göstermektedir. Familyanın su altında yaşayabilen birkaç türünden biridir. Kökleri toprakta vucut suda ve su

dışında çiçekleri ile yüksek ışık ve CO_2 ihtiyacı karşılandığında büyüme tüm tropik bölgelerde ve açık akvaryumlarda yaygındır. Tayland (Asya) orjinli *Cyperus helferi*, 20-35 cm boyunda ve 15-25 cm genişliğinde akvaryumlarda kullanılan ilk Cyperus türüdür (Foto 5). Nispeten fazla miktarda ışık gerektirir ve büyümeyi desteklemek için CO2 ilavesi önerilir. İyi su akışına sahip akvaryumlarda, bitki salınım yaparken güzel görüntüler oluşturur. 20-35 cm yükseklikte ve 15-25 cm genişliktedir. Sıcaklık ihtiyacı 20-30℃ arasındadır. 5-7.5 pH arasında iyi gelişim gösterir. Kolay kültüre alınabilir tür, güzel uzun yaprakları ile diğer bitkilerin yanında mükemmel kontras sunar (Anonim, 2022a).

Foto 6: *Pistia stratiotes*

Angiospermlerden, **Monocotiledon**, ***Pistia stratiotes*** Araceae familyasından bir rozete benzeyen bu bitki su yüzeyinde yüzen bir marula benzer. Bitkinin saçak şeklinde kökleri vardır. Tüylü, badem yeşili yapraklar sapsız oval şekillidir. Ergin bir bireyde 10-15 cm uzunluğundaki yaprakların ortasında çiçek gözlenebilir. Beyaz renkli olan çiçekler 2-4 cm uzunluğundaki spatul ile çevrilmiştir. Su üstünde yüzen yaprakları güzel bir görüntü oluşturur (Foto 6). Kozmopolit bir türdür. Kökleri birkaç cm'den bir metreye kadar uzayabilir. 12-30 °C de orta ve yüksek ışıkta iyi gelişir. 5-8 ph arasında optimum ph 7.5. Ortam şartları optimum olduğunda çok hızlı yayılırlar. Akvaryumda ışık oyunlarıyla çok dekoratif bir ortam oluştururlar. Doğal bir gölgeleme yaparlar ve suyu temizlerler. Ayrıca uzun ve saçak görünümlü kökleri ile labirentli balıkların yuva yapmaları ve yavruların saklanması için ideal bir ortam oluşturur. Özellikle açık akvaryumlarda tercih edilirler (Živković ve diğ., 2019; Gupta and Tyagi, 2022) (Foto 6).

Foto 7: Lemna minor

Aynı familyadan diğer bir tür yine su üstü yüzen bitkilerden *Lemna minor* açık akvaryumlarda üreme ve büyüme potansiyelleri oldukça yüksek, bulunduğu ortamı temizleyen, balıklara besin oluşturan ve gölge sağlayan tek yaprak ve tek kökten oluşan bir bitkidir (Foto 7). Su üstü yüzen bitkilerden *Lemna minor* Magnoliopsida klasisinin alismatales ordosundan Lemnaceae familya üyeleri yaygın olarak "duckweed", ülkemizde ise "su mercimeği" olarak isimlendirilmiştir. Su mercimekleri; Lemna, Landoltia, Spirodela, Wolffia, ve Wolffiella olmak üzere beş cinsten ve 37 türden oluşmaktadır. Ülkemiz genelinde bulunmakla beraber şu türler tayin edilmiştir: *Lemna minor*, *Lemna gibba*, *Lemna trisulca*, *Lemna turionifera*, *Spirodela polyrhiza* (Bog ve diğ., 2019; Appenrot ve diğ., 2017; Uysal and Taner 2007; Artan, 2007).

Tüm dünyaya yayılmış kozmopolit bir türdür. Sakin ve durgun sularda yaşayan vejetatif yapı talloid bir gövde oluşturmuştur. 5-30°C arasındaki sıcaklıklarda da büyümeye devam eder. Optimum büyüme sıcaklığı 20-30°C de yüksek ışık ihtiyacı ve ph 4,5-7,5; optimum 6.0 ph ile hızlı gelişim gösteren çok yıllık küçük otsu su bitkilerindendir. Vejetatif tomurcuklanma çok sık olur. Çiçekleri çok küçüktür. 2-4 mm çapında olan bitki vejetatif bölünme ile çoğalır. Zengin besin içeriği ile yaş ve kuru olarak insan gıdası ve akvaryum balıkları gibi bir çok hayvan tarafından tüketilmektedir. Çiftlik hayvanlarının rasyonlarına katılabilir (Tekoğul, 2021; Saygıdeğer 1996; Landolt and Kandeler, 1987). Hızlıca su yüzeyini kapladığından bitki açık akvaryumlarda daha çok tercih edilmektedir.

Foto 8: Ceratophyllum demersum

Sulak alanlarda da dağılım gösteren Angiospermlerin *Ceratophyllaceae* (Boynuzotugiller) familyasından *Ceratophyllum demersum* nazik kırılgan yapılı dalcıklardan oluşan su içi bitkilerindendir (Foto 8). Tilki kuyruğu da denilen *C. demersum* sulak alanlarda aşırı büyüyebilen bu tür istilacı da olabilir. Bir çok su bitkisi gibi sudaki nitrat ve fosfatları kullanarak bu ortamda yosunların büyümesini önler ve ortamın ekolojik dengesini sağlar. Kolay kültüre alınabilen balıklar için mükemmel yumurtlama alanı oluşturular. *C. demersum* ,fitoplankton ve siyano bakterilerin (mavi-yeşil algler) büyümesini engelleyen maddeleri salgıladığı için allelopatik niteliklere sahiptir. Akvaryumlarda da yosunların çoğalmasını önler (Taş and Topaldemir, 2021). *Ceratophyllum*'un kökleri yoktur, ancak yine de onu bir akvaryumun dibine dikmek mümkündür. Sapları 80 cm yüksekliğe ve 5 cm genişliğe kadar çıkabilir. Yaprakları birbirine daha yakındır ve ona çekici, kompakt bir görünüm veren yanal sürgünlere sahiptir. Bitki aynı zamanda daha sert olması ve saplarının diğer *Ceratophyllum* çeşitleri kadar kolay kırılmaması nedeniyle de diğerlerinden ayrılır. *C. demersum* 15-30 °C su sıcaklıkları ve zengin bir besin durumu ile göllerde, göletlerde, sakin akarsularda ve akvaryumlarda yetişir .

Foto 9: *Myriophyllum mattogrossense*

Myriophyllum mattogrossense (su civanperçemi) kozmopolitan bir bitkidir (Foto 9). Uygun ortam koşullarında hızlı büyüme gösterir. 5-30 cm yükseklikte olabilir. Işık talebi düşüktür. CO_2 ihtiyacı düşüktür. Su içi bitkilerinden olan bu su bitkisinin küçük sesil çiçekleri vardır. Dibe tutunmaz yaprakları parçalıdır. Küçük yaprakların koltuğunda küçük sesil çiçekleri vardır. Sakin temiz daimi sularda yaşar. Angiosperm cinsi *myriophyllum* (Haloragaceae), kozmopolit bir türdür. *Myriophyllum* türünün oldukça yaygın istilacı türleri (*M. aquatum*, *M. heterophyllum* ve *M. spicatum*) vardır. 0,5-7 m uzunluğunda, yaygın olarak 1 ile 3 m derinliğinde suda yaşayan yapraklı sürgünlere sahip sualtı bitkisidir (Aiken ve diğ., 1979). Diğer türler gibi myriophyllum da arıtımda çok kullanışlı bir bitkidir.

Foto 10: *Anubias barteri*

Anubias barteri var.nana, her koşulda gelişen küçük kalp şeklinde yapraklar 5 cm yaprak sapı üzerinde ve 6 cm uzunluğunda 3 cm genişliğinde yaprakları ile çekici bir bitkidir (Foto 10). Kamerun menşelidir ve 5-10 cm yüksekliğe ulaşır. Köksap 10-15 cm veya daha fazla olacaktır. Yavaş büyür ve yapraklar birkaç yıl hayatta kalarak üzerinde yavaş büyüyen algler yerleşir. Güçlü ışıkta yapraklar daha hızlı büyür. Bitki tutunana kadar tutturmak için kullanılabilir. Dibe ekim yapılırsa, köksap çürüyecektir. Substrata gömülmeden bir taş yada ağaç kök üzerine bağlanarak sabitlenmelidir. Su altı bitkilerinden olsa da su temaslı bölgede su üstünde de kalabilir. Genellikle her zaman su altında çiçek açar ve gölgeli bölgelerde gelişir. Otçul balıklar tarafından yenmez. 22–28 °C sıcaklık 5,5 - 9,0 ph aralığında tür kökten veya sürgünden vejetatif çoğaltılabilir (Crusio, 1987).

Foto 11: *Echinodorus macrophyllus*

Echinodorus macrophyllus kökten çıkan yaprak sapları üzerinde sapın yarısı kadar büyüklükte yuvarlak-oval ucu sivri geniş ince yaprakları vardır, gövdeden çıkan çiçek sapı üzerinde nadiren salkım şeklinde olan 5-6 çiçek açar (Foto 11). Gövde 20–30 cm uzunluğunda ve 20–30 cm genişliğinde, 11-13 damarlı (Killeen, and Schulenberg.1998) çiçek çok sayıda erkek ve dişi organ içerir. ışık ihtiyacı yüksektir. Tropikal sıcaklıklar ve zengin bir substrat sever. Akvaryumlarda kullanımının yanında tıbbi kullanım için uygundur. Yaprakları müshil sağlar. Bir anket, hipertansiyon vakalarında ki etkinliğini doğrulamıştır. Deri ve boğaz iltihabı, romatizma, kireçlenme ve frengiye karşı kan temizleyici ve ürik asit giderici olarak idrar söktürücü ve antiromatizmal olarak da yaygın olarak kullanılmaktadır. Brezilya farmakopesinde listelenir. idrar söktürücü olarak kullanılır (Cruz, 2008) koyu yeşil renkli, 20-40 cm uzunluğunda ve proksimal bölgesinde 15-35 cm genişliğinde, kabaca 11-13 ana sinirli; çok sayıda ve uzun kümeler halinde düzenlenmiş beyaz hermafrodit çiçekler taşır (Leite ve diğ, 2007; ve diğ., 2017) Bitki, bir kütlenin ekstrakte edildiği bir köksap içerir.

Foto 12: *Egeria dense*

Egeria densa, hem akarsu hem de durgun su ortamlarında bulunan, batık, çok yıllık bir tatlı su bitkidir (Foto 12). Genellikle köklü, suyun 1-2 m altında yada suda serbest olarak gelişmesine devam eder. Yaprak nodyumlarından kök verebilir. Büyümeye devam eder. Geniş alanları kaplayabilirler (Ramirez ve diğ., 2006). E. densa 3 m den uzun gövdeleri 1-3 mm çapındadır . gövdede tomurcuklar ve boğumlar arasında gelişen dallarla düzensiz yapıdadır (Cook and Urmi-König 1984). Bu dallar 2,5 ila 24 mm uzunluğundadır. Yaprakları, tomurcukları, çiçekleri ve dalları taşıyan nodyumlar veya steril (yalnızca taşıyan yaprakları) olabilir. *E. densa*'nın yaprakları 1–3 cm uzunluğunda, 5 mm'ye kadar genişliktedir ve steril düğümlerde dördüzler halinde ve verimli boğumlarda 10'a kadar spiraller halinde bulunur Saplar, yapraklı dalların yoğun örtüler oluşturabileceği su yüzeyine ulaşana kadar büyür. *E. densa*'nın çiçekleri su yüzeyinden 3 cm yüksekliğe kadar büyür. Çiçekler dalgalar tarafından batırıldığında, taç yapraklar kapanır ve bir hava kabarcığını hapseder, böylece erkek organlar ve tepecikler kuru kalır (Cook & Urmi-König 1984). 18-25 mm beyaz çiçekler üç yapraklı ve dioiktir. Concepción yakınlarında ve Şili'nin merkezinde yalnızca dişiler bulunurken, Valdivia'daki E. densa yalnızca erkek bitkilerden oluşur (Hauenstein 2004) suda kireci alırken suyu yumuşatır.

Cryptocoryne (Araceae) cinsi akvaryum bitki ticaretinde kullanılan ticari olarak en önemli su türlerinden bazılarını içerir. **Cryptocoryne wendtii** türleri tropikal akvaryumlar için popüler dekoratif bitkilerdir (Foto 13) (Rataj ve Horeman, 1977).

Foto 13: *Cryptocoryne wendtii*

Güneydoğu Asya ve Endonezya'ya özgü ve submersed ya da emersed büyür. Tohum üretimi ve vejetatif büyüme oldukça yavaş olmaktadır. birçok kriptokorin türünün üretimini kısıtlar (Windelov and Stodola, 1987). Bu nedenle, Amerika Birleşik Devletleri'nde satılan çoğu Cryptocoryne türü doğal popülasyonlardan toplanan ithal edilen bitkiler ve kültür tanklarında satılabilir bir boyuta kadar büyütülür. İhracatçı ülkelerden gelen bitkiler tedarik, yetersiz karakterize edilen hastalıklar nedeniyle sık sık bitki kaybıyla birleştiğinde, kaliteli su bitkilerinin mevcudiyetini azaltabilir (Ridings and Zettler, 1973). Bazı Cryptocoryne türlerinin nesli tükenmekte olan durumu, arz sorunlarını daha da karmaşık hale getirmektedir (Mansor and Masnadi, 1994).

Hygrophila corymbosa, Asya kökenli Malezya, Tayland, Singapur, Endonezya ve Hindistan gibi Güneydoğu Asya ülkelerine özgüdür. Ayrıca ABD ve Meksika'da da yetişir, Bitki doğal olarak yetiştiği bölgede su dışında da bulunur, ancak tamamen su altında olduğu zaman uzun süre yaşayabilir (Foto 14).

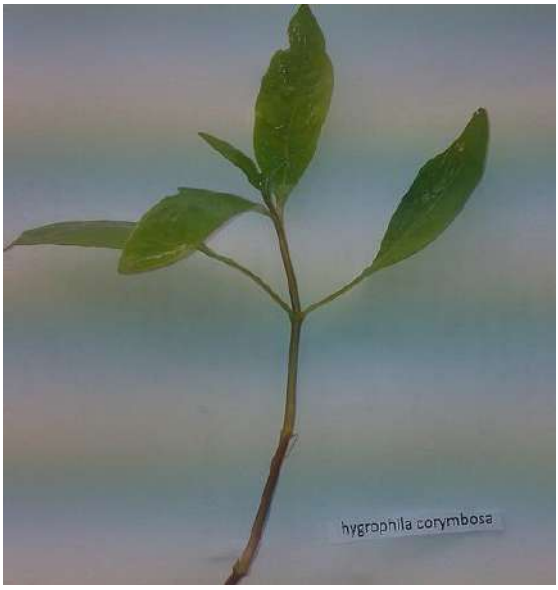


Foto 14: *Hygrophila corymbosa*

Kozmopolit bir türdür. Bu bölgeler dışında tropikal akvaryumlarda yetiştirilir. Büyütmesi çok zor olmayan hızlı gelişen parlak yeşil yapraklı gövdeden çıkan sürgünlerle büyüyen, tropikal bir bitkidir. Enine büyüyen dallardan budama yapılarak yeni bitkiler üretilir. 20-30 °C arasında ki sıcaklık ta ve 5-8 ph da yaşar. 15 cm den 55 cm e kadar uzayan, 10-30 cm genişliğinde orta ışıkta ama iyi aydınlatılmış bir ortamda, düşük CO_2 de yaşar. Besin maddelerince zengin bir ortamı severler. Su üstüne çıkarsa mor kokulu çiçekler gözlenir (Zoral, 2022; Anonim 2022b ; Anonim 2022c)

Foto 15a: *Vallisneria americana* Foto 15b:*Vallisneria spiralis*

Vallisneria spiralis (Foto 15a) ve ***V. americana*** (Foto 15a) akvaryumlarda vazgeçilmez sucul bitkilerden birisidir ve arka plan bitkisi olarak kullanılırlar. Hydrocharitaceae familyası üyesi olan bu tür Türkiye sulak alanlarında da mevcutur. *V. spiralis* akvaryum bitkisi olarak hatta ülkemizde en çok kullanılan akvaryum bitkisidir (Hekimoğlu ve diğ., 2005). Bu nedenle akvaryumlar için üretimi oldukça fazladır. *V. spiralis* , sulak alanlarda, göllerde ve nehirlerde dağılım gösteren, su içerisinde yetişen kapalı tohumlu bir tatlı su bitkisidir. Daha çok ılıman ve sıcak iklimleri sevmekle beraber soğuk bölgelerde de bulunmaktadır. 15-30 °C ve pH 6-9 arasında sever, en iyi gelişim 26 °C ve 7.5 pH 'dır. Bir çok sulak alanda *V. spiralis* kaydedilmiş ve genel olarak göl kenarlarında 1m'ye kadar derinlikteki oksijence fakir sularda yaşadıkları bildirilmiştir (Seçmen and Leblebici, 1997). Bu sığ bölgelerde büyükbaş hayvanlar tarafından tüketilir. Her iki türün de üremeleri hem sporla hem de vejetatif yolla olmaktadır. Genellikle ana bitkiden rizomların yan sürgün vermesiyle yavru bitkinin oluşması ile gerçekleşmesi olarak bilinen vejetatif yolla ürerler (Rataj ve Horeman, 1977; Altınayar, G.1988; Tekoğul ve ark., 2017). Tür taşlı çakıllı ortamları çok sevmez, kumlu ve killi substratta sürgün verirler. Bir vejatatif periyot sırasında 2 bitki 30 tane genç bitki oluştururken aynı zaman içerisinde 10.000 adet tohum oluşturabilir.

Foto16: *Ludwigia repens*

Ludwigia repens, çiçekli bitkilerden Onagraceae familyasına aittir. Göl, ırmak ve kanal kıyılarında yetişen *L. repens* gerçek bir bataklık bitkisidir ve akvaryumlarda dekoratif amaçlı kullanılır (Foto16). Kuzey Amerika kökenli olan bitki Amerika, Avustralya, Afrika, Avrupa ve Asya da dağılım göstermektedir. Hafif asidik sularda 19-28 °C de hızlı gelişim gösterir. 15-30 °C arasındaki sıcaklıklarda ve 5 ile 8 pH arasında uygun büyüme paremetreleridir. 22-26 °C arasında 6.4–7.6 pH ta optimum büyüme aralıklarıdır. (Tekoğul ve diğ., 2017; TropikaAquarium plants). (Anonim 2022d; Rataj ve Horeman 1977). Anavatanı olan Florida ve birçok bölgede suların filtrasyonunda kullanılır. Ülkemiz sulak alanlarında da rastlanmaktadır (Altınayar, G.1988, Kasselmann, G.2003). 82 tür içeren Ludwigia cinsi (Wogu ve Ugborogho, 2000) gıda olarak sebze gibi, Çin ve Malezya gibi uzak doğu ülkelerinde tüketilir. Tıpta ve eczacılıkta çeşitli hastalıkların tedavisinde, Antitumor etkiye sahip olduğu bilinmektedir (Mooi et al. 1999, Öztürk 2002). Bel soğukluğu, kızamık, cilt hastalıkları, öksürük ve kan çıbanı gibi hastalıkların tedavisinde kullanıldığı bildirilmiştir (Huang ve ark. (2007).

Foto 17: *Cabomba furcata*

Cabomba furcata çok yıllık su bitkisidir (Foto 17). Akvaryumda kullanılır. Ilıman bölgelerden tropik bölgelere göllerde göletlerde ve yavaş akan sularda yaşarlar. Çoğunlukla su içinde yaşayan cabomba dipte köklenir . Akvaryumlarda çok kullanılır. Balıklar ve insanlar besin olarak kullanır ve suya oksijen sağlarlar. 3 m derinliğe kadar dağılım gösterirler. Bitki 4-6 ph ve 24-30 ℃ de iyi gelişir. Güney Amerika orjinli tür avustralyadan bütün amerikaya kadar dağılım göstermektedir. Kopan paçalardan vejetatif büyüme ile yeni bitkiler oluşur. Genelde akvaryumlardan kaçan parçalardan doğada dağılmıştır. Bu kontrolsüz büyüme ile yayılımcı olan cabomba bazen kanalları tıkar. Suda yüzerek de yaşarlar ve tohumla çoğalabilirler. 2 m'ye kadar uzayabilen dallar ince ve çok dallıdır. Batık yapraklar 3-6 cm çapında 3cm uzunluğunda ki yaprak sapında yelpaze şeklinde karşılıklıdır. Çiçekler uç kısmında pembemsi beyaz veya krem renktedir (Parson, W.T. et al; 2001).

Foto 18*: Bacopa caroliniana*

Bacopa caroliniana Amerika kökenli olup, yıllardır akvaryum bitkisi olarak kullanılmaktadır (Foto 18). 100 cm'ye kadar uzayan bacopa genelde 20-30 cm uzunluğundadır. Gövde dipten dallanma olduğunda geniş bir görüntü verir. Tek dal 3-6 cm genişliğinde olur. Kolay büyütülür fakat büyüme hızı düşüktür.. Birkaç tane yan yana dikildiğinde çok dekoratiftir. Yan dallardan kesimle vejetatif olarak büyürler. Kuzey Amerika orjinlidir. Işık ihtiyacı düşük, büyüme hızı yavaştır. Ortalama 5-7 ph ve 4-29 °C *B. caroliniana* çok yıllık bir bitkidir. Etli yaprakları ezildiğinde limon kokar. Yapraklar gövde üzerinde karşılıklı yerleşmiştir. Beş yapraklı mavi çiçekleri vardır. Kalın etli yapraklar su üzerinde büyürse çiçek açar. Su altında yaşayan bitkinin açan çiçekleri suda kısa ömürlü olur. Yapraklar yüksek ışıkta kırmızıya dönen bir renk alır. Büyümenin iyi olması için yüksek ışık altında olması gerekir ve tabiî ki besin maddeleri içeren bir su ortamı gereklidir.

Foto 20: *Nymphaea lotus*

Nymphaea lotus, Spermatophytanın çok değerli su bitkilerindendir (Foto 20). Afrika ve Asya'nın tropikal bölgelerinde dağılım göstermektedir. Güzel çiçekleri ile ortamı güzelleştirirler. Bazı bölgelerde kesme çiçek, peyzaj ve restorasyon projelerinde, süs bahçeleri için, açık akvaryumlarda kozmetik ve ilaç yapımında kullanılmaktadır (Perry, 1987). Dini törenler için M.Ö.4000 yıllarından beri kullanılmaktadır. Bütün su bitkileri gibi nilüferlerde su kalitesinde önemli rol oynarlar. Rizomlarından filizlenen yeni bitkilerden ve yumrulardan vejetatif olur. Tohumlar ile de üretilebilir. 45 cm boya kadar uzayabilen çok yıllık bitkinin çiçekleri beyaz bazen pembeye çalan bir renk alır (Perry, 1987). Besin maddelerince zengin bir ortamda CO_2 ilavesi ile kolay büyütülebilen bitki hızlı büyüme gösterir. 5 ile 8 ph ve 22 ile 28 °C arasındaki sıcaklıklar optimaldir. Açık büyük akvaryumlarda çok kulanışlıdır. Akvaryum tabanında küçük bir saksı kullanmak bitkinin büyüklüklüğün kontrol altına alınmasını sağlar (Alden ve diğ., 2012)

Kaynakça

1. Aiken, S.G., Newroth, P.R., Wile, I. (1979). The biology of Canadian Weeds.: 34. Myriophyllum spicatum L. *Canadian Journal of Plant Science*, *59*(1), 201-215.
2. Alaoui, K.S., Tychon, B., Joachim, S., Geffard, A., Nott, K., Ronkart, S., Saive, M. (2021). Toxic effects of a mixture of five pharmaceutical drugs assessed using Fontinalis antipyretica Hedw. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, *225*, 112727.
3. Aldén, B., S. Ryman, & M. Hjertson. 2012. Svensk Kulturväxtdatabas, SKUD (Swedish Cultivated and Utility Plants Database; online resource)
4. Anonim2022a (https://tropica.com/en/plants/plantdetails/Cyperushelferi(133A)/4574)
5. Anonim2022b (https://tropica.com/en/plants/plantdetails/Hygrophilacorymbosa(053BDT)/4490)
6. Anonim2022c., https://plants.usda.gov/home/plantProfile?-symbol=HYCO8)
7. Anonim2022d, (https://www.plants.usda.gov)
8. Ansari, A. A., Shalini Saggu, S. S., Al-Ghanim, S. M., Abbas, Z. K., Gill, S. S., Khan, F. A., & Khan, A. A. (2017). Aquatic plant biodiversity: a biological indicator for the monitoring and assessment of water quality. In *Plant biodiversity: monitoring, assessment and conservation* (pp. 218-227). Wallingford UK: CABI.
9. Appenroth, K.J., Sree, K.S., Böhm, V., Hammann, S., Vetter, W., Leiterer, M., Jahreis, G., (2017). Nutritional value of duckweeds (Lemnaceae) as human food. *Food chemistry*, *217*, 266-273.
10. Artan R.O., (2007). Ağır Metal İçeren Atık Suların İleri Arıtımında Su Mercimeği (*Lemna sp*.) Bitkisinin Kullanılması. Yüksek Lisans Tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Çukurova Üniversitesi. Adana.
11. Aulio, K. (1986). Aquatic macrophytes as indicators of heavy metal pollution. *Publications of the Water Research Institute*, *68*, 171-174.
12. Bog, M, Appenroth K.J., Sree K.S. (2019). Duckweed (*Lemnaceae*): Its Molecular Taxonomy. Front. Sustain. Food Syst. 3:117. doi: 10.3389/fsufs.2019.00117
13. Bolotova, Y.V. (2015). Aquatic plants of the Far East of Russia: a review on their use in medicine, pharmacological activity. *Bangladesh Journal of Medical Science*, *14*(1), 9-13.
14. Cook, C. D., Gut, B. J., Rix, E. M., Schneller, J. (1974). *Water plants of the world: a manual for the identification of the genera of freshwater macrophytes*. Springer Science & Business Media.
15. Cook,C., K, Urmi-König, (1984) A revision of the genus Egeria (Hydrocharitaceae). Aquatic Botany 19: 73-96

16. *Crusio WE (1987). "Die Gattung Anubias SCHOTT (Araceae)". Aqua Planta*e *(in German). Sonderheft (1): 1–44.*
17. De la Cruz, M. G. (2008). Plantas utilizadas por raizeiros na medicina popular em Cuiabá, Mato Grosso. *Plantas medicinais de Mato Grosso-A Farmacopeia Popular dos Raizeiros. Cuiabá, MG, Brazil, Carlini & Caniato, eds*, 63-128.
18. de Medeiros, P. M., Ladio, A. H., & Albuquerque, U. P. (2013). Patterns of medicinal plant use by inhabitants of Brazilian urban and rural areas: a macroscale investigation based on available literature. *Journal of ethnopharmacology*, *150*(2), 729-746.
19. Ekperusi, A.O., Sikoki, F.D., Nwachukwu, E.O. (2019). Application of common duckweed (Lemna minor) in phytoremediation of chemicals in the environment: State and future perspective. *Chemosphere*, *223*, 285-309.
20. Glime, J. M., (2020). Volume 4, Chapter 2-5: Streams: Life and Growth Forms and Life Strategies.
21. Glime, J. M., Boelema, W.J. (2017). HYNOBIIDAE, AMBYSTOMATIDAE, AND PLETHODONTIDAE.
22. Gupta, A., Tyagi, T. (2022). Phytoremediation and Therapeutic Potential of Neglected Plants: An Invasive Aquatic Weeds and Ornamental Plant. In *Biotechnological Innovations for Environmental Bioremediation* (pp. 259-290). Springer, Singapore.
23. Haslam, S.M., Klötzli, F., Sukopp, H., Szczepański, A. (1998). The management of wetlands. *The production ecology of wetlands. Cambridge University Press, Cambridge*, 405-464.
24. Hauenstein, S., Zhang, C.M., Hou, Y.M., Perona, J. J. (2004). Shape-selective RNA recognition by cysteinyl-t RNA synthetase. *Nature structural & molecular biology*, *11*(11), 1134-1141.
25. Hekimoğlu, M.A., Şanslı, Ş., Saygı, H., 2005., İzmir Merkez İlçelerindeki Akvaryum İşletmelerinin Genel Profilinin Çıkarılması Üzerine Bir Araştırma. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi. Cilt. 22, Sayı (1-2): sf, 119–123, Ege University Press, ISSN 1300–1590
26. Hutchinson, G. E. (1975). *A treatise on limnology. Volume III. Limnological botany*. Wiley.
27. Killeen, TJ., Schulenberg, TS. (1998). Parque Nacional Noel Kempff Mercado., Bolivya'nın Biyolojik Bir Değerlendirmesi.YYEP, Çalışma Kağıtları 10: 1–372.
28. Kop, A., Cirik, S., Gökpınar,G., Korkut,A.Y., Durmaz, Y., Hekimoğlu, M.A., Koru, E., SAYGI, H., Tekoğul, H., Turan, G., Saltan, A.N., Karataş, B., İnkaya,Ç., 2016, Alternatif Yem Hammaddeleri ve Formülasyonları ile Balık Yemi Maliyetlerinin Balık Yemi Maliyetlerinin düşürülmesi üzerine bir araştırma. 12-SÜF-017, NOLU BAP Projesi. (2012-2015).

29. Landolt, E., Kandeler, R. (1987). Biosystematic investigations in the family of duckweeds (Lemnaceae), Vol. 4: the family of Lemnaceae-a monographic study, Vol. 2 (phytochemistry, physiology, application, bibliography). *Veroeffentlichungen des Geobotanischen Instituts der ETH, Stiftung Ruebel (Switzerland)*.
30. Leite, J.P.V., Pimenta, D.S., Gomes, R.S., Dantas-Barros, A.M., (2007). Contribuição ao estudo farmacobotânico da *Echinodorus macrophyllus* (Kunth) Micheli (chapéu-de-couro)-Alismataceae. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, *17*, 242-248.
31. Little, E.C.S., (1979). *Handbook of utilization of aquatic plants. A review of world literature* (No. 187).
32. Lumpkin, T.A, Plucknett, D.L., (1980). Azolla: Botany, physiology and use as a green manure. Eco. Bot.V. 34:111-153.
33. Mandal, R.N., Datta, A.K., Sarangi, N., Mukhopadhyay, P.K. (2010). Diversity of aquatic macrophytes as food and feed components to herbivorous fish- a review. *Indian Journal of Fisheries*, *57*(3), 65-73.
34. Mansor, M., Masnadi, M., (1994). Cryptocoryne elliptica, an endangered amphibious plant in Pondok Tanjung forest reserve, Peninsular Malaysia. *Aquatic botany*, *47*(1), 91-96.
35. Matache, A., Vanghele, N.A., Petre, A.A., Stanciu, M.M., Mihalache, D.B., (2022). RESEARCH ON THE APPLICABILITY OF WATER HYACINTH BIOMASS IN SUSTAINABLE AGRICULTURE. *Annals of the Faculty of Engineering Hunedoara*, *20*(1), 137-144.
36. Parsons, W.T., Parsons, W.T., Cuthbertson, E. G. (2001). *Noxious weeds of Australia*. CSIRO Publishing.
37. Ramírez, C., Carrasco, E., Mariani, S., Palacios, N. (2006). La desaparición del luchecillo (*Egeria densa*) del Santuario del Río Cruces (Valdivia, Chile): Una Hipótesis Plausible.
38. Rataj, K., Horeman, T.J., (1977). Aquarium Plants. Their İdentification, Cultivation and Ecology. TFH Publications Inc. Ltd. USA
39. Ridings, W.H., Zettler, F.W., (1973). Aphanomyces blight of amazon sword plants. *Phytopathology*, *63*(2), 289-295.
40. Santos, R.R., da Fonseca, F.S.A., Fonseca, R.S., Martins, E.R., (2017). Fenologia e quimiodiversidade do 'Chapéu-de-couro' (*Echinodorus grandiflorus e Echinodorus macrophyllus*) /Phenology and chemiodiversity of the'Chapéu-de-couro' (*Echinodorus grandiflorus e Echinodorus macrophyllus*). *Caderno de Ciências Agrárias*, *9*(3), 115-118.
41. Saygıdeğer, S., (1996). *Lemna gibba* L. ve *Lemna minör* L. (Lemnaceae)' nin morfolojik, anatomik, ekolojik ve fizyolojik özellikleri. Ekoloji Çevre Dergisi, 18: 8-11.

42. Seçmen ,Ö., Leblebici, E.,(1997). Türkiye Sulak Alan Bitkileri Ve Bitki Örtüsü. Ege Üniversitesi Yayınları Fen Fakültesi. Yayın no: 158. sf.170.
43. Sculthorpe, C. D. (1967). Biology of aquatic vascular plants. Agris.fao.org
44. Smardon, R. (2014). Wetland ecology principles and conservation
45. Smith, L.T., Magdalena, C., Przelomska, N.A., Pérez-Escobar, O.A., Melgar-Gómez, D.G., Beck, S., Monro, A. K. (2022). Revised species delimitation in the giant water lily genus Victoria (Nymphaeaceae) confirms a new species and has implications for its conservation. *Frontiers in Plant Science*, 2241.
46. Surrency, D., (2020). Evaluation of aquatic plants for constructed wetlands. In *Constructed wetlands for water quality improvement* (pp. 349-357). CRC Press.
47. Taş, B., Topaldemir, H., (2021). Assessment of Aquatic Plants in the Miliç Coastal Wetland (Terme, Samsun, Turkey). *Review of Hydrobiology*, *14*(1).
48. Tekoğul, H., Turan, G., Saygı, H., Cirik, S., Koru, E., Karacalar, U., Seyhaneyıldız, Ş. (2017). Vallisneria spiralis (Linneaus 1753) Rearing in Different Nutrient Environments Studies. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, *5*(3), 256-260.
49. Tekoğul H., Cirik S., Turan G., Saygı H., 2017. Su Bitkilerinden *Ludwigia Repens* İn Vitro Koşullarda Çoğaltımı Çalışmaları. Bap projesi, Bap Proje No: 12 SUF 027, Bornova-İZMİR
50. Tekoğul, H., (2021) Lemna Minor (Su Mercimeği) Ve Kullanım Alanları. *Tarım Bilimleri ve Su Ürünlerinde Vizyonel Çalışmalar II.* Sf 71-88 Akademisyen Kitabevi.
51. Uysal, Y., Taner, F., (2007). The effect of cadmium ions on the growth rate of the freshwater macrophyte duckweed *Lemna minor*. 16(62), 9-15.Ekoloji.
52. Vymazal, J., Kröpfelová, L. (2008). *Wastewater treatment in constructed wetlands with horizontal sub-surface flow* (Vol. 14). Springer science & business media.
53. Windelov, H., & Stodola, J. (1987). *Aquarium plants*. Tfh Publications Incorporated.
54. Živković, M. M., Anđelković, A.A., Cvijanović, D.L., Novković, M.Z., Vukov, D.M., Šipoš, Š.Š., Radulović, S.B. (2019). The beginnings of *Pistia stratiotes* L. invasion in the lower Danube delta: the first record for the Province of Vojvodina (Serbia). *BioInvasions Record*, *8*(2).
55. Zoral, M. A. (2022). Medicinal plants: are they safe enough for fish health?. *Aquaculture International*, 1-20.

BAZI ATDİŞİ MISIR (*Zea mays* L.*indentata*) GENOTİPLERİNİN GAP BÖLGESİ'NE ADAPTASYONU

Doç. Dr. A. Gülgün ÖKTEM

Prof. Dr. Abdullah ÖKTEM

[1]Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü
ORCID:0000-0002-7669-5801
[2]Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü
ORCID:0000-0001-5247-7044

Giriş

Mısır, ülkemizde geniş alanlarda rahatlıkla yetiştirilebilen bir bitki olmasının yanı sıra çok farklı kullanım alanları ile de ön plana çıkmaktadır. Sanayide, gıda alanında, hayvan beslemede yemlik olarak kullanılmasının yanında silaj olarak da değerli bir bitkidir. Ülkemizde hem birinci, hem de ikinci ürün olarak yetiştirilebilmektedir.

Türkiye'de yetiştirilen tahıllar sıralamasında mısır, yetiştirme sahası ve üretim miktarı bakımından arpa ve buğdaydan sonra 3. sırada yer almaktadır. Elde edilen üretim miktarı ise, lokasyona ve yetiştirilen genotiplere göre değişiklik göstermektedir. Tane veriminin yaklaşık 50-60 kg da^{-1} olduğu belirlenen bölgelerin yanı sıra, 1000 kg da^{-1} üzerinde verimlerin alınabildiği yerler de bulunmaktadır.

Ülkemizde 7 582 370 dekar alanda mısır ekimi yapılmakta olup, 6 750 000 ton üretim yapılmakta olup, ortalama tane verimi ise 890 kg da^{-1} civarındadır. Araştırmanın yürütüldüğü Şanlıurfa ilinde ise 113 0383 dekar alanda ekim yapılmakta, 819 764 ton üretim ve 725 kg da^{-1} verim elde edilmektedir (TÜİK, 2021). Şanlıurfa koşullarında yetiştirilen mısır çeşitlerinden elde edilen verim Türkiye ortalamasının altındadır. Ancak, farklı lokasyonlarda oldukça yüksek tane verimi elde edilebilmektedir. Bu yüzden, belirli aralıklarla mısır çeşitlerinin denenerek verim potansiyellerinin ortaya koyulması gerekmektedir.

Mısır bitkisinin öneminin artması nedeniyle her geçen gün yeni çeşitler üreticilere sunulmaktadır. Her bölgenin farklı iklim ve toprak yapısı nedeniyle herhangi bir çeşidin tüm lokasyonlarda aynı performansı göstermesi beklenemez. Ekolojik koşullara uygun olmayan genotipler yetiştirildiğinde tane verimi düşük olmakta veya yetişme süresi uzamakta sonuçta hasatta sorunlar yaşanabilmektedir. Üreticiler uygun olmayan çeşitlerin seçilmesiyle zaman ve maddi kayıplar yaşayabilmektedir. Yapılan araştırmalarda farklı mısır genotiplerinin bin tane ağırlığı, hasat nemi, koçan ağırlığı, nem oranı, koçanda tane sayısı ve özellikle tane verimi değerlerinin her bir lokasyonda farklılık gösterdiği saptanmıştır.

Farklı iklim koşulları ve toprak yapısından dolayı mısırın gelişme ve büyüme evrelerinin uzunluğu da yetiştirilen genotiplere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Mısırda FAO olum grupları çeşitlerin erkencilik veya geçcilik durumunu ifade etmektedir. Olum grubunu ifade eden değer düştükçe çeşidin erkenciliği söz konusu olmaktadır. Günümüzde yetiştiriciliği yapılan mısır genotipleri, olgunlaşma gün sayılarına ya da erkencilik-geççilik durumlarına göre, FAO sisteminde 8 farklı gruba ayrılmışlardır. Bu gruplar; FAO-100 ile FAO-800 arasında değişim göstermektedir. FAO-100 grubundaki genotipler çok erkenci olup, genellikle 70-75 günde olgunlaşma süresini tamamlarlar. Bunun

yanında FAO-800 grubunda yer alanlar ise çok geççi olup, yaklaşık 140 günde gelişimini tamamlar. Yine aynı şekilde, FAO-400 grubunda bulunanlar orta erkenci, 100-105 günde olgunlaşan çeşitleri, FAO-600 grubu ise orta geççi, 115-125 günde olgunlaşan çeşitleri ifade etmektedir (Babaoğlu, 2005). Özellikle ikinci ürün mısır yetiştiriciliğinin yapıldığı Şanlıurfa ve benzeri ekolojilerde yetişme süresi de göz önüne alınarak orta erkenci veya erkenci çeşitlerin seçilmesi önem taşımaktadır. Geççi çeşitler kullanıldığında, sonbahar yağışlarının başlamasıyla birlikte hasat zamanı gecikmekte ve nem değerleri ise yüksek çıkmaktadır.

Mısır bitkisiyle ilgili değişik ekolojilerde yapılmış çalışmalar mevcuttur. Kılınç ve ark. (2018), Diyarbakır ekolojik koşullarında 6 mısır çeşidi kullanarak yaptıkları çalışmada bitki boyunun 251.8 ile 282.3 cm, koçan uzunluğunun 19.5 ile 22.0 cm, koçan çapının 44.5 ile 49.0 mm, tane veriminin ise 1518.10 -1232.61 kg/da arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Karaşahin ve Sade (2012), Konya yöresinde yaptıkları çalışmalarında 2 yıllık ortalamalara göre; bitki boyunun 251.2 cm - 276.4 cm, koçan uzunluklarının 20.43 cm - 22.62 cm, koçanda tane sayısının 643.6 adet - 717.9 adet, ilk koçan yüksekliklerinin 100.6 cm – 120.0 cm, 1000 tane ağırlığını 359.2 g - 411.0 g ve tane verimini ise 1698 kg da^{-1} - 1961 kg da^{-1} arasında bulduklarını açıklamışlardır.

Öktem ve Öktem (2009) Harran Ovası koşullarında 26 atdişi mısır genotipi ile yaptıkları çalışmada tane verimini 811 kg da-1 ile 1636 kg da^{-1} arasında bulmuşlardır. İdikut ve Kara (2013), Kahramanmaraş yöresinde 15 hibrit mısır genotipi ile yürüttükleri araştırmada; bitki boyu değerinin 172 ile 220 cm, bitkide sap kalınlığı değerinin 21 ile 24 mm, koçan boyunun 17 ile 26 cm, tek koçanda tane sayısının 493 ile 721 adet, tane veriminin ise 696 ile 1290 kg/da arasında değiştiğini açıklamışlardır.

Tiftikci (2011), Bursa Karacabey ekolojik koşullarında 123 melez mısır genotipi ile yaptığı araştırmada; bitki boyunun 203.7-279.8 cm, ilk koçan yüksekliğinin 55.7-142.3 cm, sap kalınlığının 18.4-27.2 mm, koçan uzunluğunun 17.3-27.6 cm, koçan çapınını 40.2- 58.2 mm ve birim alanda tane veriminin ise 787.3 ile 1626.7 kg da^{-1} arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Bu çalışma ile GAP Bölgesi'ne uygun mısır genotiplerinin verim ve verim unsurlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Araştırma 2020 yılında Şanlıurfa'da ikinci ürün yetiştirme koşullarında yürütülmüştür. Deneme alanına ait iklim verileri Çizelge1'de verilmiştir. Çizelge 1'de görüldüğü gibi özellikle Temmuz ve Ağustos aylarında hava sıcaklığı

yüksek, nispi nem düşüktür. Temmuz ve Ekim ayları arasında yağış kaydedilmemiştir.

Çizelge 1. Araştırma yerine ait iklim özellikleri

Aylar	Ortalama Sıcaklık (^{0}C)	En Yüksek Sıcaklık (^{o}C)	En Düşük Sıcaklık (^{o}C)	Ortalama Nispi Nem(%)	Yağış (mm)
Haziran	28.9	41.6	15.3	29.9	0.4
Temmuz	34.2	45.3	23.8	24.9	0.0
Ağustos	32.4	43.9	21.9	25.3	0.0
Eylül	30.9	43.9	19.9	29.2	0.0
Ekim	24.0	34.2	16.1	27.5	0.0
Kasım	13.5	26.1	5.6	60.9	84.3

(Şanlıurfa Meteoroloji Müdürlüğü 2020, Anonim. 2020)

Deneme yerine dair toprak özellikleri Çizelge 2'de verilmiş olup, toprak ana materyali derin, kırmızımsı, orta ağır bünyeli ve killidir. Topraktaki pH değeri ise 7.2 olup, organik madde içeriği düşük seviyededir.

Çizelge 2.Deneme Yerine Ait Toprak Özellikleri

Derinlik (cm)	Organik Madde (%)	Kum (%)	Silt (%)	Kireç (%)	pH	N (kg ha^{-1})	P_2O_5 (kg ha^{-1})	K_2O (kg ha^{-1})
0-30	1.25	7	36	60	7.2	18	26	1275
30-60	0.9	18	26	57	7.2	14	22	918

Araştırma, Şanlıurfa 2. Ürün yetiştirme sezonunda farklı olum dönemlerine sahip15 melez mısır genotipinin verim ve verim ögelerini belirlemek üzere 2020 yılında yürütülmüştür. Araştırmada materyal olarak farklı olum gruplarına ait 15 atdişi mısır çeşidi (CAPUZI, 72MAY80, 94MAY66, DKC-5364, DKC-6664, DKC-5741, DKC-6050, PIONEER32T83, PIONEER0900, PIONEER1373, PIONEER0729, SINCERO, EXUPRY, DONANA, PORTBOU) kullanılmıştır.

Deneme tesadüf blokları deneme planına göre 3 tekerrürlü olarak düzenlenmiştir. Her bir parsel 70 cm sıra aralığında, 5m uzunluğunda ve 4 sıradan oluşacak şekilde planlanmıştır.

Ekim işlemi Haziran ayının son haftası içinde elle yapılmış her bir ocağa 2 tohum bırakılmıştır. Düzenli bitki çıkışını sağlamak amacıyla ekim sonrası yağmurlama kurulmuş, bitkiler çıkış sağladıktan sonra tekleme yapılmıştır.

Ekimle birlikte 9 kg/da saf azot ve fosfor taban gübresi olarak verilmiş, bitkiler 35-40 cm boyuna gelince 18 k/da saf azot üst gübre olarak uygulanmıştır.

Çapalama işlemi bitkiler 35-40 cm boyuna geldiğinde traktörle yapılmış, bu sırada boğaz doldurma işlemi de gerçekleştirilmiştir.

Yetiştirme süresi boyunda yabancı ot durumu ve zararlılar kontrol edilmiş, yabancı otlara karşı mekanik mücadele yapılmıştır. Bitkiler tamamen sararıp, fizyolojik olgunluğa geldiğinde hasat işlemi gerçekleştirilmiştir.

Hasat işlemi elle ve her parselin orta sıralarındaki koçanların toplanmasıyla yapılmıştır. Bitki boyu ve sap kalınlığı ölçümleri her bir parselin orta iki sırasındaki rastgele seçilen 10 bitki üzerinden yapılmıştır. Koçan özelliklerinin belirlenmesinde, hasattan sonra her bir parselden tesadüfen seçilen 10 koçan alınarak gerekli sayım ve tartımlar yapılmış, daha sonra ortalamaları alınmıştır.

Parsel verimi ise tüm parsellerden elde edilen koçanlar tanelerek ve tanedeki nem oranı Dickey John nem ölçer ile belirlenmiş, ayrıca tane verimi %15 tane nemine göre düzeltilerek hesaplanmıştır.

Araştırmadan elde edilen verilerle varyans analize analizi yapılmış, ortalamalar da ise Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

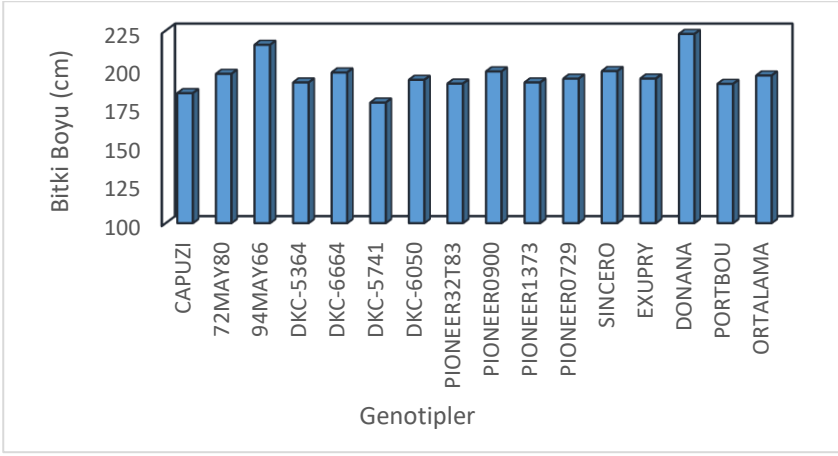
Bitki Boyu (cm)

Genotipler arasında bitki boyu değerleri bakımından yapılan varyans analizinde, 0.05 önem düzeyinde istatistiki olarak farklılık belirlenmiştir (Çizelge 3). Bitki boyu değerleri 222.83 cm ile 178.26 arasında değişim göstermiştir. En yüksek bitki boyuna sahip olan çeşit DONANA olurken, en düşük bitki boyu ise DKC-5741 çeşidi olarak belirlenmiştir. Deneme ortalaması ise 195.84 cm olarak gerçekleşmiştir.

Bitki boyu çeşidin genotipik özelliklerinin yanı sıra, yetiştirme koşullarından, iklim ve toprak faktörlerinden önemli ölçüde etkilenmektedir. Ayrıca 72MAY80 (196.93 cm), 94MAY66 (215. 77 cm), PIONEER0900 (198.50 cm), SINCERO (198.70 cm) ve DONANA (222.83 cm) genotipleri deneme ortalamasının üzerinde değerler vermişlerdir (Şekil 1).

Öktem ve Öktem (2009), bitki boyu ile yeşil ot verimi arasında önemli ve olumlu bir ilişki bulunduğunu belirtmişlerdir. Bu bağlamda uzun boylu çeşitler silajlık özellikleri ile öne çıkmaktadır. Yıldız (2017) İzmir ekolojik koşullarında bitki boyunun 392 cm ile 323 cm arasında değişim gösterdiğini bildirmiş, verilerimizden daha yüksek sonuçlar elde etmiştir.

Özata (2017) Samsun koşullarında 321.7 ile 234.7 cm arasında, Korkmaz ve ark. (2019) ise Çukurova koşullarında 280 cm ile 230 cm Üzen ve Öktem (2022) ise Şanlıurfa koşullarında 211.87 cm ile 164.66 cm, Tiftikçi (2011,) Bursa koşullarında 203.7-279.8 cm arasında değiştiğini bildirerek bulgularımıza benzer sonuçlar elde etmişlerdir.



Şekil 1. Genotiplere ait bitki boyu (cm) değerleri

Sap Kalınlığı (mm)

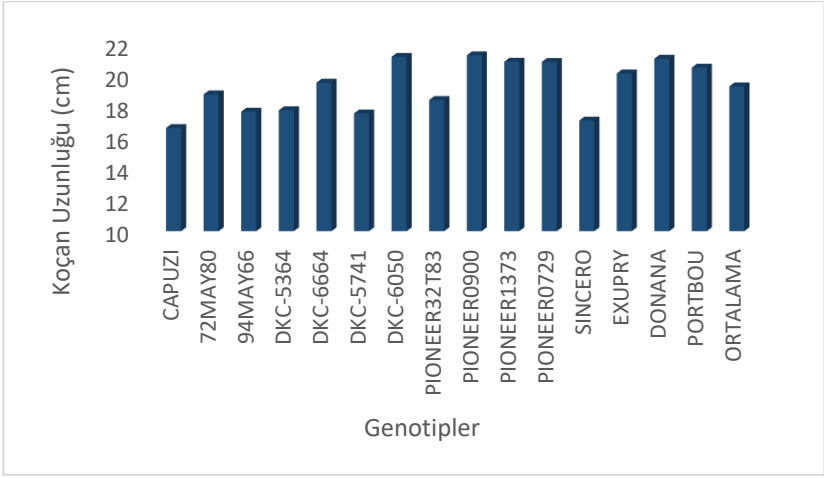
Sap kalınlığı değerleri ile itibariyle yapılan varyans analizinde genotipler arasında istatistiki olarak farklılık tespit edilememiştir. Çizelge 3'de de görüldüğü gibi, en yüksek sap kalınlığı değeri PIONEER 32T83 (21.82 mm), en düşük değer ise CAPUZI (19.46 mm) genotiplerinden elde edilmiştir.

Sap kalınlığı değeri bitkinin yatmaya karşı direncini ifade etmektedir. Sap kalınlığı değeri yükseldikçe bitkinin yatmaya karşı direnci de artmaktadır. Ayrıca sap kalınlığı değeri, yetiştirme koşullarına, iklime ve çeşidin genotipik yapısına göre değişim göstermektedir.

Yılmaz ve ark. (2020), bitkinin sap kalınlığını Samsun koşullarında 23.7 ile 27.2 mm arasında, Saruhan ve Öktem (2021) ise Diyarbakır koşullarında 19.67 ile 28.83 mm arasında bularak bulgularımıza yakın sonuçlar elde etmişlerdir.

Koçan Uzunluğu (cm)

Yapılan varyans analiz sonucuna göre genotipler arasında koçan uzunluğu değeri bakımından 0.05 önem seviyesinde istatistiki olarak farklılık saptanmıştır (Çizelge 3). Koçan uzunluğu değerleri 21.30 (PIONEER0900) cm ile 16.63cm (CAPUZI) arasında değişim göstermiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Genotiplere ait koçan uzunluğu (cm) değerleri

Tekkanat ve Soylu (2005), genellikle yüksek verime sahip olan çeşitlerin koçan uzunluk ve koçan çapı değerlerinin de yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Tiftikçi (2011) Bursa koşullarında 17.3 - 27.6 cm, Demiray (2013) Bingöl koşullarında 17.33- 21.15 cem arasında değiştiğini bildirerek, bulgularımıza benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Koçan uzunluğuna bitkinin genotipik etkisinin yanı sıra çevre koşullarının da etkisi bulunmaktadır. Ayrıca koçan uzunluğu değeri tane verimine de doğrudan etki eden faktörlerden birisidir. Koçan uzunluğunun artışı ile koçan üzerindeki tane sayısında da artış beklenmektedir.

Çizelge 3. Şanlıurfa şartlarında yetiştirilen bazı mısır genotiplerine ait bitki boyu, sap kalınlığı ve koçan uzunluğu değerleri, oluşan gruplar

GENOTİPLER	Bitki Boyu (cm)*	Sap Kalınlığı (mm)	Koçan Uzunluğu (cm)*
CAPUZI	184.39 cd	19.46	16.63 e
72MAY80	196.93 bcd	21.13	18.79 a-e
94MAY66	215.77 ab	21.05†	17.68 cde
DKC-5364	191.33 cd	20.14	17.77 cde
DKC-6664	197.83 bcd	20.22	19.54 a-d
DKC-5741	178.26 d	18.70	17.56 de
DKC-6050	193.03 cd	20.73	21.20 a
PIONEER32T83	190.60 cd	21.82	18.43 b-e
PIONEER0900	198.50 bc	20.82	21.30 a
PIONEER1373	191.33 cd	19.64	20.89 ab
PIONEER0729	193.80 cd	20.57	20.87 ab
SINCERO	198.70 bc	21.86	17.11 de
EXUPRY	193.87 cd	20.68	20.14 abc

DONANA	222.83 a	25.25	21.08 a
PORTBOU	190.43 cd	21.31	20.51 ab
LSD	19.67	ö.d.	2.55
ORTALAMA	195.84	20.81	19.30
CV	6.01	10.57	7.9

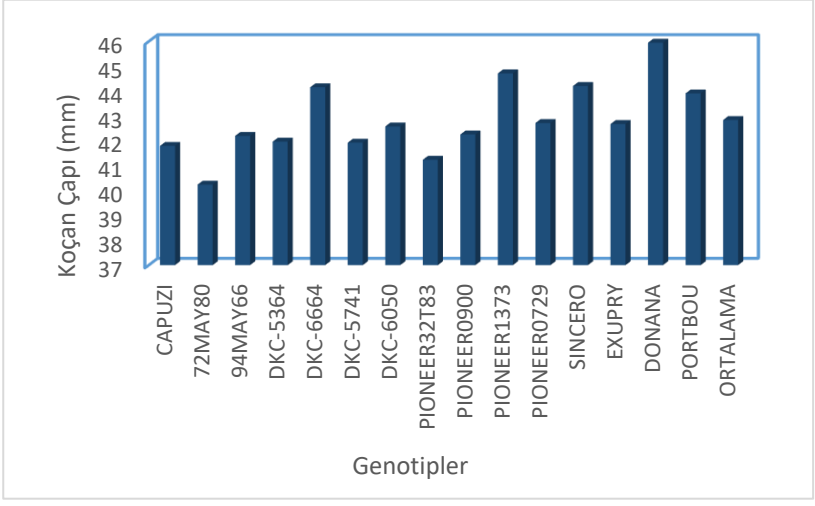
†Aynı harf grubuna giren ortalamalar Duncan testine göre 0.05 seviyesinde istatistiki olarak önemli değildir.

**:0.01 seviyesinde önemli; *:0.05 seviyesinde önemli; ö.d: önemli değil

Koçan Çapı (mm)

Koçan çapı bakımından yapılan varyans analizinde genotipler arasında 0.05 önem derecesinde istatistiki olarak farklılık saptanmıştır. Koçan çapı değeri en yüksek DONONA (45.95 mm) , en düşük ise 72 MAY80 (40.24 mm) genotiplerinden elde edilmiştir (Çizelge 4). Deneme ortalamasına göre koçan çapı değeri 42.84 mm olarak bulunmuştur (Şekil 3).

Öktem ve Toprak (2013), koçan çapı değerinin genotip ve çevresel faktörlerden büyük oranda etkilendiğini bildirmiştir. Daha önce farklı lokasyonlarda yürütülmüş çalışmalarda bulgularımızı destekler nitelikte sonuçlar alınmıştır. Öktem ve ark. (2013) Şanlıurfa'da, 41.26 ile 47.26 mm, Gözübenli ve ark. (2007), Hatay'da 44.2 ile 49.7 mm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Ancak Sarı (2009), Manisa ekolojik koşullarında gerçekleştirdiği çalışma sonucunda koçan çapını 50.2-55.8 mm arasında bularak, sonuçlarımızdan daha yüksek değerler saptamıştır.

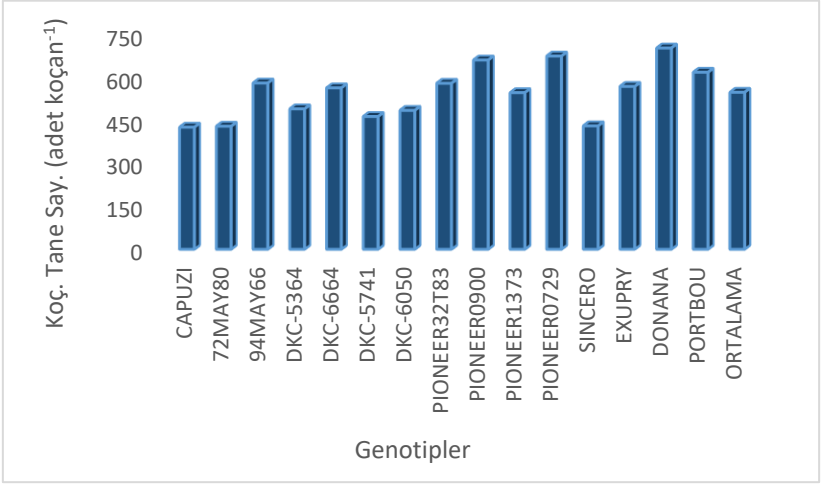


Şekil 3. Genotiplerin koçan çapı (mm) değerleri

Koçanda Tane Sayısı (adet koçan^{-1})

Denemede kullanılan genotipler arasında yapılan varyans analizine göre koçanda tane sayısı bakımından istatistiki olarak farklılık tespit edilmiştir. En yüksek koçan da tane sayısı değerini DONONA (702.52 adet koçan^{-1}) çeşidi verirken, en düşük değer ise CAPUZI (426.18 adet koçan $^{-1}$) çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 4). Deneme ortalamasına göre koçanda tane sayısı 547.82 adet koçan^{-1} olarak bulunmuştur (Şekil 4).

Koçan çapı ve koçan uzunluğu yüksek genotiplerin koçanda tane sayısının da yüksek olduğu görülmektedir. Koca ve ark. (2009) Aydın koşullarında 529.9-682.4 adet koçan $^{-1}$ arasında, Öktem ve Toprak (2013), Çukurova koşullarında 668.8 - 549.5 adet koçan^{-1} arasında, değiştiğini belirtmişlerdir. Sonuçlarımız araştırıcıların bulgularına benzerlik göstermektedir.

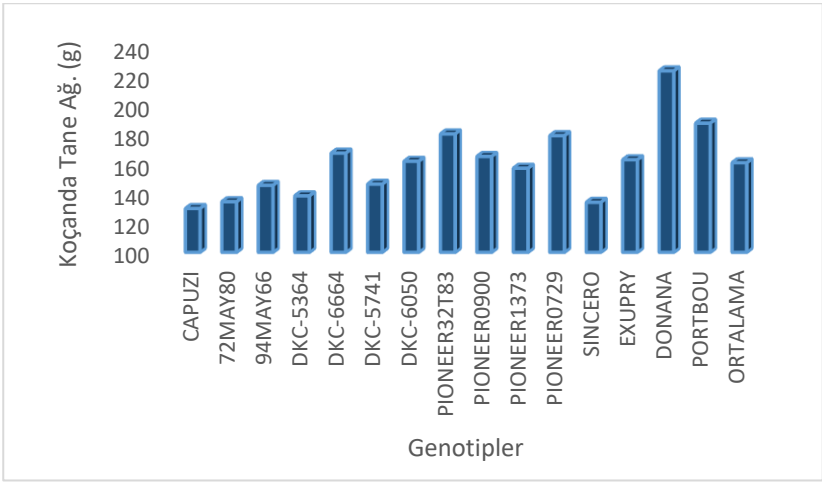


Şekil 4. Genotiplerin koçanda tane sayısı (adet koçan $^{-1}$) değerleri

Koçanda Tane Ağırlığı (g)

Koçanda tane ağırlığı itibariyle yapılan varyans analiz sonucunda araştırmada kullanılan genotipler arasında 0.01 önem seviyesinde istatistiki farklılık saptanmıştır (Çizelge 4). Koçanda tane ağırlığı değerleri 223.93 ile 129.93 g arasında değişim göstermiş olup, deneme ortalaması 161.16 g olarak hesaplanmıştır (Şekil 5).

En yüksek koçanda tane ağırlığını DONONA genotipi verirken, en düşük değeri ise CAPUZI genotipi vermiştir. Koçanda tane ağırlığı değerini Kahraman ve ark. (2015), Diyarbakır koşullarında 186 g ile 102 g arasında, Özsisli (2010) Kahramanmaraş koşullarında179.13-200.13 g arasında değiştiğini bildirerek bulgularımıza yakın sonuçlar elde etmişlerdir.



Şekil 5. Genotiplerin koçanda tane ağırlığı (g) değerleri

Çizelge 4. Şanlıurfa koşullarında yetiştirilen bazı mısır genotiplerine ait koçan çapı, koçanda tane sayısı, koçanda tane ağırlığı değerleri ve oluşan gruplar

GENOTİPLER	Koçan Çapı (mm)*	Koçanda Tane Sayısı (adet/koçan)**	Koçanda Tane Ağırlığı (g)**
CAPUZI	41.80 fg	426.18 f	129.93 g
72MAY80	40.24 g	429.35 f	134.57 fg
94MAY66	42.20 def	580.27 bc	145.70 def
DKC-5364	41.97 efg	490.01 def	138.57 efg
DKC-6664	44.16 a-d	563.21 cd	167.76 c
DKC-5741	41.93 fg	463.40 ef	146.54 de
DKC-6050	42.58 c-f	484.83 def	162.16 c
PIONEER32T83	41.24 fg	579.25 bc	180.85 b
PIONEER0900	42.26 c-f	660.52 ab	165.46 c
PIONEER1373	44.72 ab	546.52 cde	157.41 cd
PIONEER0729	42.72 c-f	674.36 a	179.68 b
SINCERO	44.21 abc	430.75 f	134.16 fg
EXUPRY	42.68 c-f	568.35 cd	163.21 c
DONANA	45.95 a	702.52 a	223.93 a
PORTBOU	43.91 b-e	617.77 abc	188.18 b
LSD	1.96	88.63 †	11.77
ORTALAMA	42.84	547.82	161.16
CV	2.73	9.67	4.37

†Aynı harf grubuna giren ortalamalar Duncan testine göre 0.05 seviyesinde istatistiki olarak önemli değildir.

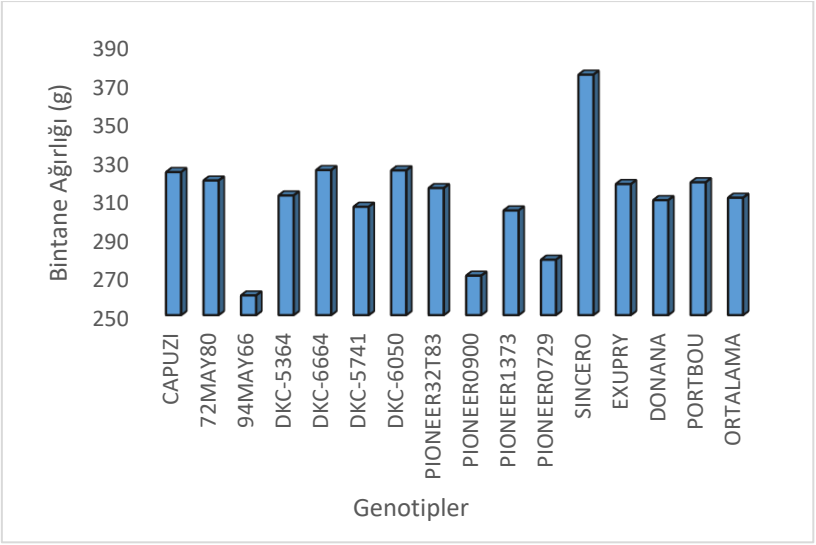
**:0.01 seviyesinde önemli; *:0.05 seviyesinde önemli

Bin Tane Ağırlığı (g)

Araştırmada kullanılan çeşitler arasında yapılan varyans analiz sonucuna göre bin tane ağırlığı bakımından istatistiki olarak farklılıklar gözlenmiştir ($p \leq 0.05$).

En yüksek bin tane ağırlığı SINCERO (374.45 g) , en düşük ise 94MAY66 (260.17 g) genotipinden elde edilmiştir(Çizelge 5). Deneme ortalamasına göre bin tane ağırlığı değeri 310.76 g olarak bulunmuştur (Şekil 6).

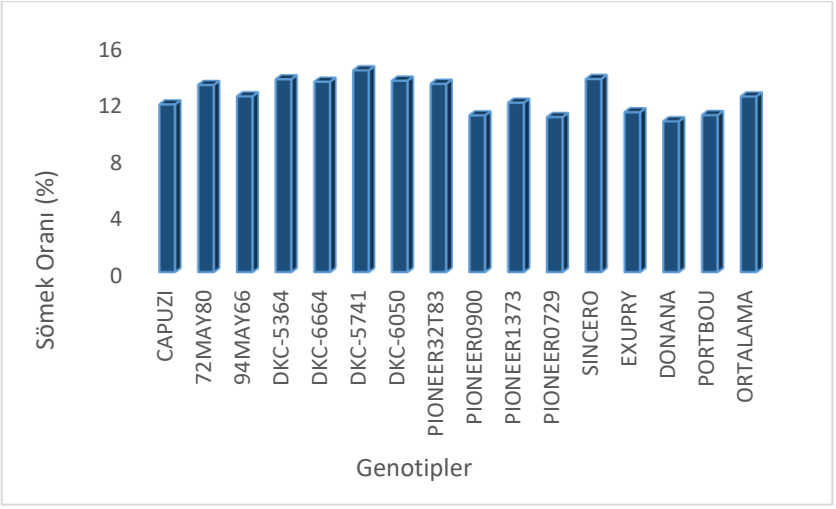
Bin tane ağırlığı tane verimine direk etki eden unsurlardan birisidir. Bu konuda yapılan çalışmalarda, Sönmez (2000), bin tane ağırlığı değerini 337.8 ile 349.2 g arasında, Öner ve ark. (2011) 305.9- 366.8 g arasında, Kahraman ve ark. (2015), 307 g ile 385 g arasında bularak, sonuçlarımıza kısmen benzer bulgular elde etmişlerdir.



Şekil 6. Genotiplerin bin tane ağırlığı (g) değerleri

Sömek Oranı (%)

Varyans analiz sonucuna göre, sömek oranı açısından genotipler arasında istatistiki farklılık gözlenmiştir ($p \leq 0.01$). Sömek oranı değerlerinin 13.59% ile 10.61% arasında değiştiği saptanmıştır. En yüksek sömek oranına sahip olan çeşit SINCERO olurken, en düşük sömek oranını DONONA çeşidi vermiştir. Sömek oranına ait denem ortalaması %12.36 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 5).

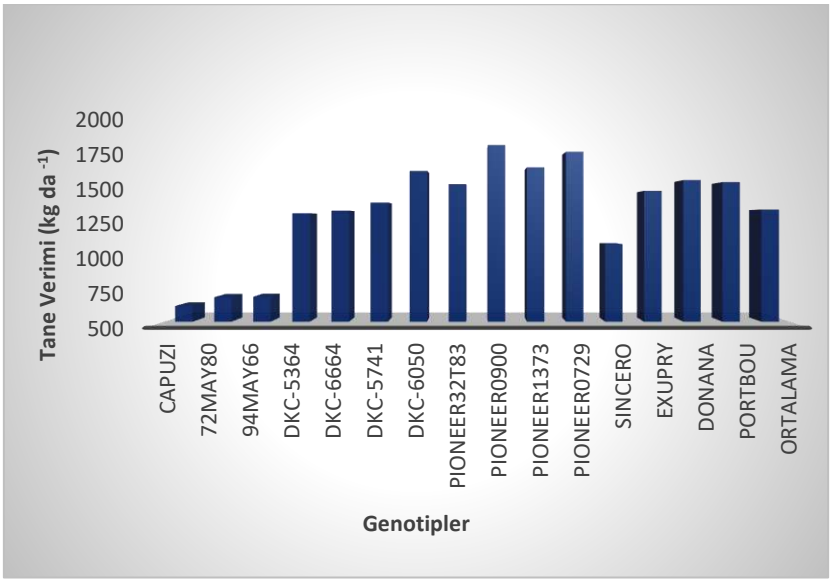


Şekil 7. Genotiplere ait sömek oranı (%) değerleri

Öktem ve Toprak (2013) sömek oranını %13.5-20.3bularak sonuçlarımıza benzer bulgular elde etmişlerdir. Ancak Cihangir (2013), ise sonuçlarımızdan daha yüksek olarak %17.25 ile %19.98 arasında değerler bulmuştur.

Tane Verimi (kg da^{-1})

Tane verimine açısından yapılan varyans analiz sonucunda genotipler arasında 0.01 önem seviyesinde istatistiki olarak farklılık tespit edilmiştir (Çizelge 5). Şanlıurfa 2. Ürün koşullarında yetiştirilen 15 hibrit mısır genotipi ile yürütülen bu çalışmada, e n yüksek tane verimi değeri PIONEER0900 çeşidinden (1841.68 kg da^{-1}) elde edilirken, en düşük tane verimi ise CAPUZI (613.53 kg da^{-1}) çeşidinden elde edilmiştir. Deneme ortalaması ise 1352.10 kg da^{-1} olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 5). Şekil 8'de görüldüğü gibi DKC-5741 (1404.81 kg da -1), DKC-6050 (1645.54 kg da^{-1}), PIONEER 1373 (1672.48 kg da^{-1}), PIONEER 0729 (1790.79 kg da^{-1}), EXUPRY (1494.22 kg da^{-1}), DONANA (1575.90 kg da^{-1}) ve PORTBOU (1560.08 kg da^{-1}) çeşitleri deneme ortalamasının üzerinde tane verimi vermişlerdir.



Şekil 8. Genotiplere ait tane verimi değerleri

Mısır üretiminde tane verimi büyük ölçüde çeşidin verim potansiyeline bağlıdır. Ancak gübreleme, sulama, bakım gibi faktörlerin yanı sıra iklim ve toprak özellikleri de verim potansiyeline etki etmektedir. Bundan dolayı her bir bölgenin ekolojik şartlarına uyum gösteren mısır genotiplerinin belirlenmesi oldukça önemlidir. Değişik ekolojilerde ve değişik dönemlerde yapılmış çalışmalarda oldukça farklı sonuçlar bulunmuştur. Üzen ve Öktem (2022), Harran Ovası koşullarında 1506 ile 897 kg da $^{-1}$ değerleri arasında bulurken, Kılınç ve ark. (2018), Diyarbakır ekolojisinde 1232 ile 1518 kg da-^{1}, Öz, Özata ve Kapar (2013), Samsun koşullarında 656 ile 1112 kg da -1 arasında bulmuşlardır. İdikut ve Kara (2013), Kahramanmaraş bölgesinde 696 ile 1290 kg/da arasında değiştiğini saptamışlardır. Anılan araştırmacıların bulguları sonuçlarımızla benzerlik gösterirken, Budak ve ark. (2014) İzmir şartlarında 833-895 kg da $^{-1}$olarak belirleyerek, sonuçlarımızdan daha düşük değerler elde etmişlerdir.

Çizelge 5. Şanlıurfa koşullarında yetiştirilen bazı mısır genotiplerine ait bin tane ağırlığı, sömek oranı tane verimi değerleri ve oluşan gruplar

GENOTİPLER	Bin Tane Ağırlığı (g)*	Sömek Oranı (%)**	Tane Verimi (kg/da)**
CAPUZI	324.03 b	11.8 cd	619.53 ı
72MAY80	319.67 b	13.17 ab	686.32 ı
94MAY66	260.17 e	12.37 bc	688.80 ı
DKC-5364	311.92 bc	13.57 a	1323.59 g
DKC-6664	325.08 b	13.40 ab	1343.74 fg
DKC-5741	306.08 bcd	14.20 a	1404.81 efg
DKC-6050	324.92 b	13.47 ab	1645.54 bcd
PIONEER32T83	315.75 bc	13.25 ab	1544.77 cde
PIONEER0900	270.42 de	11.03 de	1841.68 a
PIONEER1373	304.17 bcd	11.92 cd	1672.48 bc
PIONEER0729	278.67 cde	10.91 de	1790.79 ab
SINCERO	374.45 a	13.59 a	1089.20 h
EXUPRY	317.83 b	11.25 cde	1494.22 def
DONANA	309.50 bc	10.61 e	1575.90 cd
PORTBOU	318.75 b	11.05 de	1560.08 cde
LSD	38.16	1.15†	160.84
ORTALAMA	310.76	12.36	1352.10
CV	7.3	5.55	7.26

†Aynı harf grubuna giren ortalamalar Duncan testine göre 0.05 seviyesinde istatistiki olarak önemli değildir.

**:0.01 seviyesinde önemli; *:0.05 seviyesinde önemli

Sonuç

Denemeden elde edilen sonuçlara göre en yüksek bitki boyu, koçan çapı, koçanda tane sayısı, koçanda tane ağırlığı değerlerine sahip olan genotip DONANA olarak belirlenirken, bin tane ağırlığı ve sömek oranı en yüksek çeşit SINCERO olarak saptanmıştır. Tane verimi bakımından ise PIONEER0900 çeşidinden (1841.68 kg da^{-1}) en yüksek değer elde edilmiştir. Ancak DKC-5741 (1404.81 kg da -1), DKC-6050 (1645.54 kg da^{-1}), PIONEER 1373 (1672.48 kg da^{-1}), PIONEER 0729 (1790.79 kg da^{-1}), EXUPRY (1494.22 kg da^{-1}), DONANA (1575.90 kg da^{-1}) ve PORTBOU (1560.08 kg da^{-1}) çeşitleri deneme ortalamasının üzerinde (1352.10 kg da^{-1}) tane verimi vermişlerdir. Şanlıurfa koşullarında tane verimi açısından bu genotipler kullanılabilir. Ayrıca 72MAY80, 94MAY66, PIONEER0900, SINCERO ve DONANA genotipleri bitki boyu bakımından deneme ortalamasının üzerinde değerler vermiş olup, bu genotipler ayrıca silajlık olarak da değerlendirilebilir.

Kaynaklar

1. Anonim. (2020). Şanlıurfa 2020 yılı Meteoroloji Bülteni. Şanlıurfa Meteoroloji Müdürlüğü, Şanlıurfa.
2. Babaoğlu, M. (2005). Mısır ve Tarımı 2005. http://hayrabolutb.org.tr/media/ziraat/Misir-Tarimi (Erişim tarihi: 10.01.2022)
3. Budak, B., Soya., H. ve Avcıoğlu, R. (2014). İzmir ili farklı lokasyon koşullarında kimi mısır (*Zea mays* L.) çeşitlerinin ıı. ürün olarak tane verimi ve bazı verim özellikleri üzerinde bir araştırma. *Anadolu Ege Tar. Araş. Enst.Dergisi*, *24*(1), 21-28.
4. Cihangir, H. (2013). Organik yetiştirilen cin mısırı (Zea mays L. everta) ve tatlı mısırda (Zea mays L. saccharata) farklı besin kaynaklarının verim ve kalite üzerine etkisi.Harran Üniv.Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi. Tez No: 373872, Şanlıurfa.
5. Demiray, Y.G. (2013). Bingöl ili ekolojik şartlarına uygun tane mısır çeşitlerinin belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Bingöl Üniv. Fen Bil. Enst. Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Bingöl.
6. Gözübenli, H., Ülger, A.C., Kılınç, M., Şener, O. ve Karadavut, U.(2007). Hatay koşullarında ikinci ürün tarımına uygun mısır çeşitlerinin belirlenmesi. *Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi*, 22 - 25 Eylül 1997, Samsun. S, 153 - 157.
7. İdikut, L. ve Kara, S.N. (2013). Tane ürünü için yetiştirilen ikinci ürün mısır çeşitlerinin bazı verim öğeleri ile tane nişasta oranlarının belirlenmesi. *KSÜ Doğa Bil. Dergisi*, 16(1): 8-15
8. Kahraman, Ş., Atakul, Ş. & Kılınç, S. (2015). Tek melez mısır genotiplerinin Diyarbakır şartlarındaki performanslarının belirlenmesi. *Dicle Üniv. Fen Bil. Enst.Dergisi*, 4(2):77-82.
9. Karaşahin, M. ve Sade, B. (2012). Hibrit mısır çeşitlerinde (Zea mays L.indendata S.) tane verimi ve diğer verim unsurları üzerine olum gruplarının etkileri. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi.* 26 (2):12-17.
10. Kılınç, S., Karademir, Ç. ve Ekin, Z. (2018). Bazı mısır (*Zea mays* L.) çeşitlerinde verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Tarım ve Doğa Dergisi, 21*(6):809-816. Doi:10.18016/ksutarimdoga.vi.463813
11. Koca, Y.O., Erekul, O., Ünay, A. ve Turgut, İ.(2009). Bazı melez mısır (Zea mays L.) çeşitlerinin Aydın ilinde birinci ve ikinci ürün performanslarının değerlendirilmesi. *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi,* 6(1):41-52.
12. Korkmaz, Y., Ayaşan, T., Aykanat, S. ve Avcı, M. (2019). Çukurova ikinci ürün koşullarında yetiştirilen silajlık mısır (Zea mays L.) çeşitlerinin verim

ve silaj kalite performanslarının değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7(1):13-19. Doi:10.24925/turjaf.v7isp1.13-19.2673.

13. Öktem, A. ve Öktem, A.G. (2009). Bazı atdişi hibrit mısır (Zea mays l. indentata) genotiplerinin Harran Ovası koşullarında performanslarının belirlenmesi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi,* 13(2):49-58
14. Öktem, A. ve Toprak, A. (2013). Çukurova koşullarında bazı atdişi mısır (Zea mays L.) genotiplerinin verim ve morfolojik özelliklerinin belirlenmesi. *HR.Ü.Z.F. Dergisi*, 17(4):15-24.
15. Öktem, A., Öktem, A.G., Çelikli, E. ve Katılmış, İ. (2013). Şanlıurfa koşullarında bazı atdişi mısır (Zea mays L. indentata) genotiplerinin adaptasyon kabiliyetlerinin belirlenmesi. 10. Tarla Bitkileri Kongresi, 10-13 Eylül, Konya, s. 777-784.
16. Öner, F., Aydın, İ., Sezer, İ., Gülümser, A., Özata, E. ve Algan, D. (2011). Bazı silajlık mısır (Zea mays L.) çeşitlerinde verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. IX. Tarla Bitkileri Kongresi, 12- 15 Eylül 2011, Bursa, s. 465-468,
17. Öz, A., Özata, E. ve Kapar, H. (2013). Hibrit mısır (zea mays indentata sturt) çeşidi ıslahı üzerine bir araştırma. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 6(2):10-14.
18. Özata, E. (2017). Nitelikli saf hatlardan elde edilen silajlık hibrit mısır çeşit adaylarının verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26 (Özel Sayı): 161−168. Doi:10.21566/tarbitderg.359446
19. Özsisli, B. (2010). Kahramanmaraş koşullarında birinci ve ikinci ürün olarak yetiştirilen farklı mısır çeşitlerinde verim ve kalite özelliklerinin incelenmesi. *Doktora tezi*. Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
20. Sarı, O. (2009). Bazı melez mısır çeşitlerinin Manisa koşullarında ikinci ürün ekimindeki verim ve verim öğelerinin saptanması. *Yüksek Lisans Tezi*, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Aydın.
21. Saruhan, M.A. ve Öktem, A.G. (2021). Diyarbakır koşullarında farklı ekim zamanlarının bazı tane mısır (zea mays l.) çeşitlerinde morfolojik ve teknolojik özellikler ile tane verimine etkisi. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi* 10 (2):145-154.
22. Sönmez, F. (2000). Farklı ekim zamanlarının bazı mısır çeşitlerinde tane verimi ve verim komponentlerine etkisi. *Gaziosmanpaşa Üniv. Zir. Fak. Dergisi*,17(1):95-101.

23. Tekkanat, A. ve Soylu, S. (2005). Cin mısırı çeşitlerinin tane verimi ve önemli kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (37):51-60.
24. Tiftikçi, H. (2011). Türkiye'de yetiştirilen melez mısır çeşitlerinin bazı tarımsal özellikler bakımından incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Çanakkale.
25. Tuik. (2021). Türkiye İstatistik Kurumu 2021. (www.tuik.gov.tr, Erişim Tarihi: 25.10.2022).
26. Üzen, S. ve Öktem, A.G. (2022). Yarı kurak iklim koşullarında bazı atdişi mısır (Zea mays L. indentata) genotiplerinin verim ve verim unsurlarının belirlenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi* 11(1): 99-108. Doi: 10.29278/azd.942944.
27. Yıldız, H. (2017). Bazı silajlık mısır (Zea mays) çeşit ve çeşit adaylarının verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12 (2):81-89.
28. Yılmaz, N., Akman, O. ve Öner, F. (2020). Bazı silajlık mısır çeşitlerinde (Zea mays L.) bitkisel özelliklerinin belirlenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi* 9(1):103-110. Doi: 10.29278/azd.663601.

KUM ZAMBAĞI (Pancratium maritimum L.) ANATOMİK, MORFOLOJİK, EKOLOJİK VE FİTOSOSYOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Cenk DURMUŞKAHYA

Prof.Dr., İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Orman Fakültesi,
Orman Mühendisliği Bölümü, Orman Botaniği ABD
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8092-9770
Email: cenk.durmuskahya@ikcu.edu.tr

1. GİRİŞ

Bilimsel adı *Pancratium maritimum* olan Kum zambağı bitkisi Amaryllidaceae ailesinden olan çok yıllık, anavatanı Akdeniz Havzası olan bir bitki türüdür. Büyük beyaz renkli çiçekleri ve hoş kokusu nedeniyle ilgi çekici bir türdür. Adından da anlaşılacağı gibi kumlu topraklarda veya kumullarda yaşayan bu bitki yakın zamana kadar geniş yayılım göstermekte idi. Ancak son yüzyılda kıyılarda görülen antropojen etkiler nedeniyle hızla azalmaya başlamıştır. Bu nedenle günümüzde birçok bilim insanı kum zambağı hakkında çalışmalar yapmaya yönelmiştir.

Ülkemizde de kum zambağı son yıllarda büyük bir tehlike ile karşı karşıyadır. 3 tarafı denizlerle çevrili olan Anadolu'nun neredeyse tüm kıyılarında bulunan ve genellikle kumullarda yetişen bu tür kıyıların başta turizm faaliyetleri ve yapılaşma nedeniyle tahrip edilmesiyle günden güne azalmaktadır. Endemik bir tür olmamasına rağmen günümüzde yayılış alanı oldukça daralmış ve nesli tehlike altına girmiştir. Kum zambağının durumu sadece ülkemizde değil diğer ülkelerde de benzer nedenler ile tehlike altındadır. Bu nedenle kum zambağı bitkisi birçok ülkede koruma altına alınmıştır.

Bu çalışmanın amacı, kum zambağı bitkisinin genel ve ekolojik isteklerini ortaya koyarak türün gelecekte daha iyi korunmasını amaçlanmış ve türün biyolojisi, ekolojik istekleri, sosyolojisi, tehlike durumu hakkında bilgiler verilmeye çalışılmıştır.

1.1. *Pancratium maritimum* (Kum zambağı)

Pancratium cinsi *Amaryllidaceae* ailesinin bir üyesi olup yaklaşık 21 türü bulunan önemli bir geofittir (Demir ve Çelikel, 2017). *Pancratium maritimum* bitkisi ülkemizde kum zambağı olarak bilinirken Avrupa'da genellikle deniz nergisi (sea daffodil) şeklinde isimlendirilmektedir (Blamey and Grey-Wilson, 1995).

Anavatanı Akdeniz bölgesi olan bu bitki Akdeniz havzasında yer alan ülkeler ile Güney Batı Avrupa da doğal olarak yayılış göstermektedir. Bunun dışında ülkemizin Karadeniz kıyıları ile Balkanlar'ın denize bakan kesimlerinde de yayılış göstermektedir.

Pancratium maritimum bitkisi çok yıllık soğanlı (Kormuslu) bir bitkidir. Mavimsi yeşilimsi renkli olan kum zambağı geniş şeritsi yapraklara sahiptir (Kılıç ve Yüksek, 1995). *P. maritimum* yaprakları tek yıllıktır. Bu nedenle bu yapraklar her yaz başı ortaya çıkarlar ve yaz veya sonbaharda kuruyarak yok olurlar. Uygun ortamlarda yapraklar uzun süre yaşayabilir. Yaprakların boyları bitkinin bulunduğu şartlara göre değişmekle birlikte 10-60 cm arasında olmaktadır. *P. maritimum* yapraklarının her iki yüzü benzer yapıda olup

yassılaşmış bir şekildedir. Bu yassılaşma nedeni ile yaprakların orta damar kısmı kenar kısımlarına göre daha kalındır. Yaprakların kenarları düz, uç kısmı nispeten sivridir.

P. maritimum çiçekleri soliter yapılıdır. Çiçekler boyu 8-40 cm uzunluğunda, yeşil renkli olan bir sapın uç kısmında bunulur. Çiçek sapları silindirik şekilli olup uca doğru incelen bir yapıya sahiptir. Genellikle bu çiçek sapının üzerinde, yalancı şemsiye oluşturacak şekilde 3-15 adet büyük çiçek bulunur.

Kum zambağı tohumları hafif yapısı nedeniyle su yüzeyinde batmadan kalabilmektedir. Ve yaklaşık 50 gün deniz suyu içerisinde bozulmadan yüzebilmektedir. (Keren and Evenari 1974) Kum zambağı tohumlarının uzunluğu yaklaşık 10-15 mm. dir. Kömür gibi siyah renkli olan tohumlar süngerimsi bir dokuya sahiptir. Bu nedenle oldukça hafif olan tohumlar kolay kırılabilir özelliktedir. Yapılan bir denemeye göre *Pancratium maritimum*'un tohumlarının yüzme kabiliyeti diğer benzer türler (*Pancratium sickenbergii* ve *Pancratium parviflorum*) den çok daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Werker and Fahn,1975).

Kum zambağı tohumlarının anatomik yapısı ışık mikroskobunda incelendiğinde en dışta siyah renkli oldukça kalın bir dış katman olduğu gözlenmiştir. Bunun altında ölü hücrelerden oluşmuş 18-20 katmanlı bir başka katman bulunmaktadır.

Laboratuvarda yapılan bilimsel çalışmalara göre kum zambağı tohumlarının % 50 den daha az bir miktarı çimlendiği tespit edilmiştir (Balestri, 2004). Yine bu çalışmada sıcaklığın çimlenmeyi etkileyen en önemli faktörlerden biri olduğu belirtilmiştir. Buna göre 60ºC yi aşan sıcaklıklarda ve don olduğu taktirde tohumların çimlenme özelliğini kaybettiği belirtilmiştir. Bu nedenle aşırı soğuk ve aşırı sıcaklarda tohumların canlılığını yitirdiği görülmüştür. Kum zambağı tohumlarıyla yapılan bir başka çalışmaya göre de bu tohumların toprağın 2 cm altında bile çimlenebildiğini ancak en iyi çimlenmenin ise 6-15 cm arasında olabildiği tespit edilmiştir.

Kum zambağı ile ilgili yapılan bir başka çalışmada ise tuzluluk ve su stresinin tohumlar üzerindeki etkileri araştırılmıştır (Muhammed et all, 2018). Bu araştırma sonucunda da kum zambağı türünün su stresinden ve toprak tuzluluğuna karşı diğer türlere karşı oldukça dayanıklı olduğu ve metabolizmasının çöl bitkilerine benzediği görülmüştür. Yapılan araştırmaya göre Akdeniz kıyılarında yaz ve sonbahar aylarında sıcaklığın fazla olması ve yağış düşmemesi nedeniyle kumsallardaki tuz oranının yaklaşık %3 seviyesine kadar yükseldiği tespit edilmiştir. Birçok bitki tohumunun kumsallara ulaşmasına rağmen tuz miktarının bu kadar yüksek olması nedeniyle hiçbirinin çimlenemediği ancak kum zambağının çimlenebildiği görülmüştür.

Çiçeklenme konusunda yapılan araştırmalarda da kum zambakların farklı bölgelerde farklı zaman dilimlerinde çiçek açtığı tespit edilmiştir (Grassi et all, 2005). İtalya'da kum zambağı ile yapılan çalışmalarda bu bitkinin haziran ayının sonlarından eylül ayının başına kadar çiçek açtığı bildirilmiştir. İsrail'de yapılan bir çalışmaya göre de bu bölgede kum zambaklarının temmuz ayının ortasından ekim sonuna kadar çiçek açtığı tespit edilmiştir. Ülkemizde yapılan çalışmalar göre de kum zambağı bitkisinin normal şartlarda ağustos-eylül ayları arasında çiçek açtığı tespit edilmiştir. Yapılan bu gözlemler sonucunda kum zambağının sıcaklık durumuna göre üç farklı ülkede farklı zaman dilimlerinde çiçeklendiği söylenebilir. Bu verilere göre nispeten daha sıcak olan İsrail'de çiçeklenme döneminin daha uzun sürdüğü, ortalama sıcaklığın daha düşük olduğu İtalya'da ise çiçeklenme periyodunun daha kısa olduğu görülmektedir.

Kum zambağı çiçekleri beyaz renkli ve oldukça gösterişlidir. Tüm Amaryllidaceae üyelerinde olduğu gibi kum zambağı çiçeklerinde ayrı ayrı taç ve çanak yapraklar bulunmaz. Bu türlerde taç ve çanak yaprakları birleşerek tepal adı verilen bir örtü oluştururlar. Buna göre kum zambağının taç ve çanak yaprakları indirgenrek tek bir katman şeklinde ortaya çıkmakta ve bu tabakaya tepal adı verilmektedir. Tepaller birleşik olup 6 parçadan oluşmuştur. Tepallerin üst kısmı geniş, dip kısmı ise dar bir şekilde olup, içeriye büyük güve türlerinin girerek türün tozlaşmasına yardım edecek şekilde gelişmiştir. Bu çiçek biçimi botanik biliminde krater şekilli çiçek şeklinde ifade edilir. *P. maritimum* çiçeklerin boyları yaklaşık 2 - 6 cm arasında çaplarıysa yaklaşık 3 - 5 cm arasında değişir. Kum zambağının çiçek örtüsü iki sıradan oluşur. Dış sıradaki yapraklar ince uzun dışarıya doğru sarkarlar. İç sıradakiler ise dıştakilere göre daha kısa ve geniştir. Bu şekilde olan tabakanın uç kısmı çatal şeklindedir. Kum zambağının erkek organları 6 adettir. Erkek organların sayısı nadiren çok sayıda olabilir. İnce uzun bir boyun kısmı olan erkek organlar dipte çiçek örtüsüne bağlıdır. Erkek organda polenleri taşıyan anter adı verilen yapılar ince bir hilal şeklinde olup sarı renklidir. Bu anterler bir delik ile açılırlar ve olgunlaşan polenler bu delikten dışarıya çıkarlar. Kum zambağı çiçeğinin dişi organı oldukça uzun ve beyaz renklidir. Stigma adı verilen baş kısmı yuvarlağımsı olup başçık şeklindedir. Dişi organın boyuncuk adı verilen kısmı uzun olduğu için çiçeğin dışına çıkar.

Kum zambağı meyveleri kapsül şeklindedir. Bu kapsüller olgunlaştığında yırtılarak açılır. 3 köşeli ve yeşil renkli meyveler ince uzun biçimli, ortası şişkin yapılıdır.

Yeşil renkli meyveler yaklaşık 2-5 cm boyunda, yaklaşık 1-1,5 cm çapındadır. *P. maritimum* meyveleri önce etli bir yapıdadır. Ancak daha sonra olgunlaştığında kuruyarak 3 parçaya ayrılır. Meyve 3 karpelden oluşur. Olgunlaştığında renkleri yeşilden açık kahverengiye döner ve çatlama sonucunda

tohumları etrafa saçılır. Yapılan arazi çalışmalarında incelenen örneklerde en az 1 adet en fazla 15 adet meyveye rastlanmıştır.

Kum zambağı tohumları oldukça karakteristik bir yapıya sahiptir. Bu nedenle diğer bitkilerin tohumlarından kolayca ayırt edilebilir. Genel olarak bu tohumlar kömür siyahı rengindedir. Şekil açısından ise köşeli bir yapıya sahiptir. Kapsülün içerinde yatay olarak bulunan meyveler üçgen yapılı bir silindirin farklı yerlerden bölünmesiyle oluşur. Bu nedenle her tohum farklı şekilde olabilmektedir. Bir kapsülün içerisinde 3-5 adet tohum bulunmaktadır. En alt ve en üstte bulunan tohumlar piramidimsi bir şekle sahip iken ortadaki tohumlar daha kenarları yuvarlak hatlı ve basıktır.

Kum zambağı tohumları hafif yapısı nedeniyle su yüzeyinde batmadan kalabilmektedir. Ve yaklaşık 50 gün deniz suyu içerisinde bozulmadan yüzebilmektedir. (Keren and Evenari 1974) Bunun nedeni ise kum zambağı tohumlarının iç kısmı süngerimsi bir yapıdadır. Bu özellik tohumun çok hafif olmasını sağlarken aynı zaman yüzme kabiliyeti kazandırmaktadır. Bu nedenle *Pancratium maritimum*'un tohumlarının yüzme kabiliyeti diğer benzer türler (*Pancratium sickenbergii* ve *Pancratium parviflorum*) den çok daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

1.2. Türün Ekolojik Özellikleri

Pancratium maritimum sahip olduğu ekolojik özellikleri ile karakteristik bir bitkidir. Bitki türlerinin birçoğu genellikle farklı ekolojik koşullara uyum sağlayarak kozmopolit bir yaşam biçimi sergilerler. Örneğin kamış adı verilen *Phragmites australis* türü ülkemizde geniş bir yayılım gösterir. Buğdaygiller ailesinden olan bu tür hem tatlı su kenarlarında hem de deniz kenarlarında yayılış gösterir. Bu nedenle ülkemizin birçok yerinde görüldüğü gibi dünya genelinde de geniş bir coğrafyada yaşama şansı bulur. Oysa *Pancratium maritimum* türü ekolojik istekleri bakımından oldukça seçici bir türdür.

Pancratium maritimum türü en önemli isteği kumlu toprakları tercih etmesidir. Bu tür özellikle kıyı kumullarında başarılı bir şekilde yetişir. Örneğin denizden uzak kumul alanlarda yetişmemektedir. Ülkemizde yapılan arazi çalışmalarında bu bitkinin denizden en fazla 100-120 metre uzakta tespit edilmiştir. Bu uzaklıktan sonra habitatın değişmemesine rağmen bu türün yetişmediği görülmüştür. Bu da bitkinin denize yakın bölgeleri tercih ettiğini göstermektedir. Bu görüşü destekleyen ikinci durumda denize çok yakın bölgelerde kayalıklarda uygun habitatların olmasına rağmen bu bitkinin yetişmediği görülmüştür.

Kum zambağı türünün önemli ekolojik özelliklerinden ikincisi, tuz toleransıdır. Bu bitki tuzlu topraklara aşırı derecede dayanıklıdır. Yapılan

çalışmalara göre toprakta bulunan tuz miktarının %3'e varana dek bu bitkinin yaşamını sürdürebildiği gözlenmiştir. Bu tuzluluk oranında sadece halofitlerin (tuz sever bitki) yaşayabildiği ancak kum zambağının da bu derece yüksek tuzlulukta da yetişebildiği tespit edilmiştir. Bu nedenle birçok bitkinin yetişemediği tuzlu ortamlarda kum zambağı bitkisi kolaylıkla yetişebilmektedir.

Kum zambağını diğer bitkilerden ayıran önemli bir faktörde kuraklık faktörüdür. Genel olarak Akdeniz havzasında yetişen bu bitki generatif dönemi yağışın en az olduğu veya birçok alanda hiç yağış olmayan yaz döneminde gerçekleştirmektedir. Bu da bitkinin kuraklığa karşı ne kadar dayanıklı olduğunu göstermektedir. Yapılan çalışmalara göre hiç yağış almayan yaz aylarında bile kum zambağının gelişerek çiçek açtığı ve tohum bağladığı gözlemlenmiştir. Bu da kuraklığın kum zambağı bitkisi için sınırlayıcı bir faktör olmadığını göstermektedir. Ancak *Pancratium* cinsi içinde kuraklığa karşı en dayanıklı tür *Pancratium maritimum* türü yani kum zambağıdır. Örneğin Hindistan'da yetişen *Pancratium zeylanicum* türü yaşam döngüsü su miktarına bağımlıdır (De Castro et all, 2012). Bu bitki özellikle muson yağmurları döneminde çiçek açmaktadır. Eğer yeterli derecede yağış olmaz ise çiçek açmamakta ve tohum üretememektedir. Bu nedenle bu türe yağmur çiçeği adı verilmektedir. Oysa bizim ülkemizde yayılış gösteren *Pancratium maritimum* türü bu türün aksine son derece kurak bir habitata uyum sağlamıştır.

Toprak isteği bakımından kum zambağı seçici bir türdür. Adından da anlaşılacağı gibi tamamen kumlu toprakları tercih eden bu tür organik maddece zengin toprakları veya sert toprakları tercih etmediği görülmektedir. Yapılan denemelere göre, sadece kum doldurulan saksılarda *Pancratium maritimum* türünün başarılı bir şekilde yetiştiği tespit edilmiştir. Kum-humuslu toprak, kum – killi toprak, killi-humuslu toprak ve sadece humusu topraklarda yapılan yetiştirilme çalışmalarında kum zambağının sadece az humuslu-kumlu toprak karışımında yetişebildiği tespit edilmiş ve bu çalışmalarda da türün toprak isteği bakımından seçici olduğunu göstermektedir.

Ülkemizde yapılan arazi çalışmalarında tespit edilen diğer bir özellik ise vejetasyonun zengin olduğu kumullarda kum zambağı bitkisine rastlanılmamasıdır. Özellikle kumulların daha stabil olduğu bölgelerde bitki örtüsü nispeten iyi gelişmiştir. Bu tür iyi gelişmiş bitki örtüsü bulunan kumullarda kum zambağı bitkisinin çok az olduğu ya da hiç bulunmadığı tespit edilmiştir. Bunun nedeninin de kumul üzerinde yetişen vejetasyonun toprağı az da olsa sıkıştırmış olduğu ve bu nedenle kum zambakların bu tür ortamları tercih etmediği düşünülmektedir.

Tür hakkında şimdiye kadar yapılan fizyolojik çalışmalara göre sıcaklığın türün gelişimi üzerinde oldukça etkili olduğu tespit edilmiştir. Örneğin düşük

sıcaklıkların ve aşırı yüksek sıcaklıkların türün gelişimine engel olduğu ispatlanmıştır. Bu konu sınırlayıcı faktörler bölümünde detaylı bir şekilde işlenecektir.

1.3. Türün Üreme Biyolojisi

Türün üreme biyolojisi alanında daha önce çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu konuda yapılan en önemli çalışma 1971 yılında Eiskowitch D. ve Galil J tarfından, 2004 yılında Balestri E., ve Cinelli F, ve yine 2004 yılında Zahredine H ve arkadaşları tarafından yapılmıştır. 1971 yılında Eiskowitch ve Galil tarafından İsrail'de yapılan çalışmada bu türün tozlaşma mekanizması anlaşılmaya çalışılmıştır. Bu çalışmaya göre kum zambağı yaz ve sonbahar aylarında çiçek açan, beyaz renkli ve kokulu çiçekleri olan bir bitkidir. Çiçeklerin alt kısmı dar üst kısmı geniş bir çoru şeklindedir. Bu krater şeklinde olan ve alt kısmında yer alan dar kısmında nektar bulunur. Bu nedenle hem kokulu olması hem de nektar içermesi bu bitkilerin böceklerle tozlaştığını göstermektedir. Kum zambağının tozlaşmasına yönelik yapılan çalışmalarda bu bitkinin genellikle güve adı verilen geniş kanatlı böcekler ile tozlaştığı ispat edilmiştir.

Yapılan fenolojik gözlemlere göre kum zambağı çiçekleri genellikle akşamüzeri saat 17.30-18.30 arasında açılmakta ve ertesi gün öğlen saatlerine kadar açık kalmaktadır. Yaklaşık 18 saat kadar açık kalan çiçekler daha sonra kapanmaktadır ve her çiçek sadece bir kere açabilmektedir. Bu bitkinin çiçekleri açtığında anterleri de polenleri dağıtmak üzere açılmaktadır. Ancak bitki ilk açtığı zaman dişi organı aktif bir şekilde bulunmaz. Önceleri çiçeğin içerisinde olan dişi organ yaklaşık 3-4 saat içerisinde yavaş yavaş hareket ederek çiçeğin tüpünün içerisinde ilerleyerek çiçek yapısından dışarıya doğru uzanır. Bu süreden sonra, diğer bitkilerden gelen polenleri kabul edecek olan stigma adı verilen yapı tamamen bitkinin dışındaki yerini alır. Stigma bitkinin tünel şeklindeki boğazından geçerken kendi erkek organlarına temas etmez. Bunun sebebi de bu bitki kendine döllek bir bitki değildir. (Eisikowitch & Galil, 1971)

Kum zambağı çiçekleri birçok arı, kelebek ve güve çeşidi tarafından ziyaret edilmektedir. Bal arıları da bu çiçeklerden polen toplamasına rağmen bu çiçeğin döllenmesinde görev almamaktadırlar. İsrail'de yapılan bir çalışmaya göre *Hippotion alecto cretica* Boisd., *Hippotion celerio* L., *Daphnis nerii* L., *Herse convolvulii* L., *Deilephila euphorbise* L., *Celerio lineata libornica* Esp., *Macroglossum stellatarum* L. adlı güve türlerinin kum zambağının tozlaşmasında görev aldıkları tespit edilmiştir. Bu türler hakkında yapılan çalışmada bu türlerin göçmen türler oldukları ve yaz aylarında kum zambağı bulunan kumsallara göç ettikleri tespit edilmiştir.

Kum zambağı çiçeklerinin ortasındaki büyük boşluk burada adı geçen güve çeşitleri için oldukça uygundur. Bu türler genel olarak bal arılarından daha büyük olup boyları 3-6 cm civarındadır. Bu nedenle çiçeğin içindeki nektarı almak için çiçeğin önündeki boşluktan içeriye doğru girdiklerinde bu canlıların başları, göğüs kısımları ve hortumları bitkinin polenleriyle kaplanır. Bu şekilde polenlerle kaplanmış olan güve diğer kum zambağını ziyaret ettiğinde üzerinde taşımış olduğu polenleri dişi organa bulaştırarak kum zambağının döllenmesini sağlarlar.

Kum zambağının döllenmesini sağlayan güvelerin davranışları üzerine yapılan incelemelerde bu canlıların rüzgârlı havalarda ortaya çıkmadıkları tespit edilmiştir. Buna göre havalar sakin olduğu günlerde ve rüzgârın 2 m/sn. yi geçmediği zamanlarda bu canlıların düzenli olarak uçtuklarını ve kum zambaklarını ziyaret ettikleri biliniyor. Rüzgârın 3 m/sn. den daha yüksek estiği günlerde bu canlıların ortamda uçtukları ancak kum zambaklarının içerisine girmedikleri tespit edilmiştir. Bu nedenle rüzgâr bu canlılar için sınırlayıcı bir etmen olmaktadır. Bazı yıllarda göçmen olan güvelerin olmadığı çiçeklerin yaz sonu ve sonbaharda açtıkları görülmüştür. Bu durumda çiçeklerin açmasına rağmen döllenme olmadığı için tohumların oluşmadığı da tespit edilmiştir (Eisikowitch & Galil, 1971).

Bu şekilde tozlaşan kum zambağı bitkisi yaklaşık 1-1,5 ay sonucunda tohumlarını oluşturur. Kum zambağı türü genellikle tohum ile çoğalan bir bitkidir. Tohumların çimlenme yeteneğiyle ilgili yapılan bir çalışmada tohumların laboratuvar koşullarında çimlenme yüzdesinin yaklaşık %50 olduğu bulunmuştur. Her meyvede yaklaşık 10-15 arasında tohum olduğu düşünülürse bu türün tohumdan üreme başarısının oldukça yüksek olduğu söylenebilir.

Kum zambağı tohumlarının yüzeyleri çıplaktır. Bu yüzden de hayvanlar veya insanlar tarafından taşınması pek mümkün değildir. Ancak kum zambağı tohumları boyutuna göre oldukça hafif ve yüzey alanı da geniştir. Bu nedenle karada rüzgâr ile kolayca hareket edebilmektedir. Bu nedenle rüzgâr kum zambağının dağılımında önemli bir rol oynamaktadır.

Kum zambağı tohumları hafif olması nedeniyle yüzme kabiliyeti olan bir tohumdur. Bu tohumlar sık sık denizlerde ve akarsularda yüzer bir şekilde görülebilir. Yapılan bilimsel araştırmalara göre bu tohumların 50 gün boyunca suda kalabildiği ve çimlenme yeteneğini kaybetmediğini göstermiştir. Bu sürede tohumun uzun mesafeler kat etmesi için yeterli bir süredir.

Kum zambakları %100 karanlık ortamda çimlenir ve çimlenme üzerinde en etkili olan faktör sıcaklıktır. Aşırı yüksek ve aşırı düşük sıcaklıklar tohumların çimlenmesine engel olmaktadır. Sıfırın altında -5 $^{\circ}$C de ve + 60 derecede tohumlar çimlenme kabiliyetini yitirdiği görülmüştür.

Kum zambağı bitkisi soğanlı bir bitkidir. Soğanlarında ise kardeşlenme görülmemektedir. Bu nedenle bitki genel olarak tohumlarıyla eşeyli olarak çoğalmaktadır.

1.4. Türün sosyolojisi

Kum zambağı hem münferit olarak bulunan hem de topluluk oluşturan bir bitkidir. Dilek Yarımadası Büyük Menderes Deltası Milli Parkı, İğneada Milli Parkı, İzmir Pamucak sahili, Antalya Patara ve Belek bölgelerinde yapılan çalışmalarda bazı örneklerin tek tek bulunduğu çoğu zamanda çok sayıda bireyin bir araya toplanarak öbek oluşturduğu gözlenmiştir. Kum zambağı öbekleri ağırlıklı olarak stabil kumullarda görülmüştür. Hareketli kumullarda ise daha çok münferit bireyler gözlenmiştir.

Bireyin bolluğu örnek alanlarda münferit ve öbekler halinde kaç adet bulunduğu saptanarak tespit edilmiştir. Buna göre bazı araştırma sahalarında sadece 1 adet kum zambağına, bazı sahalarda ise 50ye yakın kum zambağı bitkisi olduğu gözlenmiştir.

Kum zambağı fitososyolojik olarak incelendiğinde genellikle soliter bir yaşam biçimine sahip olduğu görülür. Kısacası yaşadığı alanda diğer bitki türleri ile çok fazla iç içe girmemektedir. Ancak alınan örnek alanda kum zambağı bitkisine eşlik eden türler tespit edilmiştir. Buna göre Ege ve Akdeniz bölgelerinde yapılan arazi çalışmalarında kum zambağı bitkisine eşlik eden türlerin başında *Ammophila arenaria, Salsola kali, Echinophora spinosa, Elymus farctus, Echinops spinosus, Eryngium maritimum Echium glomeratum* ve *Euphorbia paralias* türleri gelmektedir. Bu türlerden başka sıkça rastlanan diğer otsu türler; *Cyperus capitatus, Cakile maritima, Sporobolus virginicus, Ononis natrix, Inula crithmoides, Ulex europaeus, Alkanna sp., Atriplex lasiantha, Crithmum maritimum, Calystegia soldanella, Juncus acutus, Crambe maritima, Xanthium maritimum, Geranium robertianum, Cutandia maritima, Hordeum marinium, Medicago marina, Centaurea aegilophila, Verbascum sp., Vulpia fasiculata, Smilax sp., Parapholis incurva* ve *Thymelea hirsuta dır.*

Türe eşlik eden ağaç ve çalı türleri ise, *Tamarix symrnensis, Sarcopoterium spinosum, Coridothymus capitatus, Daphne gyndioides, Nerium oleander, Acacia cyanophylla, Vitex agnus-castus, Paliurus spina christi, Pistacia lentiscus, Myrtus communis, Ceratonia siliqua, ve Pinus brutia* dır. Bu odunsu çalı ve ağaç türleri çoğu zaman kumul vejetasyonu ile sıcak Akdeniz iklim katı arasında bir geçiş zonu oluşturmaktadır. Bu zonun arkasında çoğu zaman maki hakim duruma geçmektedir.

1.5. Türün İklimsel İstekleri

Kum zambağı bitkisi, Akdeniz'in yazları kurak ve sıcak, kışları ise ılı ve yağışlı olan iklimine uyum sağlamış bir türdür. Bu nedenle *Pancratium maritimum* türü kuraklığa ve sıcaklığa karşı oldukça dayanıklı bir bitkidir.

Genel olarak ılıman kuşakta yer alan bu tür, güneşli günleri bol olan sıcak habitatları tercih eder. Türün çimlenmesi içinde sıcaklık önemli bir faktördür. Türün güneş ışınlarından gelen radyasyona karşıda dayanıklı olduğu kabul edilmektedir. Bu nedenle kum zambağı türü bir çok bitkinin yaşamını sürdüremediği yaz aylarında ortaya çıkar.

Kum zambağı bitkisi sıcaklık ve kuraklık yanında rüzgarlara karşıda dayanıklı bir bitkidir. Özellikle birçok tür denizden esen tuzlu rüzgarlara karşı koyamazken kum zambağı bu tür rüzgarlara karşı dayanıklı olan en başarılı türlerden bir tanesidir. Diğer rüzgarlara karşıya oldukça dayanıklıdır. Sağlam yapısı, etli-sulu esnek yaprakları ve gövdesi nedeniyle şiddetli fırtınalarda bile yaşamını sürdürmeyi başarabilir.

Kum zambağını etkileyen olumsuz iklim şartları aşırı soğuk, aşırı sıcak ve akşam rüzgarlarıdır. Aşırı soğuk ve aşırı sıcaklar bitkinin çimlenmesine ve tohumların canlılığı üzerinde etkilidir. Donlu günlerde açıkta kalan tohumlar kısa sürede canlılığını yitirirler. Bunun yanında 60 dereceyi aşan sıcaklarda da tohumlar canlılığını yitirmektedir. Bunun dışındaki sıcaklıklarda ise bitki normal gelişimine devam etmektedir.

Aşırı nem de kum zambağını olumsuz etkileyen faktörlerden birisidir. Bu nedenle kum zambaklarına genel olarak tatlı su kaynakları yakınında rastlanmamaktadır.

1.6. Türün yayılış durumu

Pancratium maritimum anavatanı Akdeniz olan bir bitki türüdür. Aşırı kuraklığa ve tuzluluğa dayanıklılığı nedeniyle bir çok bitki türünün yetişemediği kumullarda kolaylıkla yetişebilen bir türdür. *P. maritimum* türü genellikle gevşek kumlu toprakları tercih eder.

Bu nedenle sadece Akdeniz havzasında değil, Atlantik okyanusu kıyılarında, Karadeniz Hazar denizi kıyılarında da doğal bir şekilde yetişebilmektedir. Yapılan araştırmalara göre kum zambağı Akdeniz havzasında yer alan ülkelerden Fransa, İspanya, İtalya, Yunanistan, Lübnan, İsrail, Kıbrıs ve Girit ile ülkemizde doğal yayılış gösterdiği tespit edilmiştir. (Zahreddine vd. 2004)

Türün ülkemizdeki yayılış duruma hakkında en detaylı bilgi Türkiye Florası'nda yer almaktadır Davis, 1984). Buna göre ülkemizin tüm kıyılarında, Akdeniz başta olmak üzere Ege, Marmara ve Karadeniz'de yetiştiği bilinmektedir. Kum zambağı populasyonlarının en yoğun olarak görüldükleri

bölgelerin başımda ise Patara, Belek, Mersin kumulları gelmektedir. Bu bölgelerin ardından ise Datça yarımadası, Marmaris, Seferihisar, Samsun, Sinop, Çanakkale ve Kırklareli bölgeleri gelmektedir.

Şimdiye kadar yapılan çalışmalara göre kum zambağı popülasyonlarının bütün sahillerimizde bulunan kumullarda doğal olarak bulunduğu tespit edilmiştir. Ancak bu alanlardaki hızlı kentleşme ve çeşitli turizm faaliyetleri sonucunda bu bitki türü büyük ölçüde tahrip edilmiştir.

1.7. Türün Habitat Özellikleri

Kum zambağı türü adından da anlaşılacağı gibi kumullarda yetişen bir türdür. *Pancratium* cinsinin 21 türü bulunmaktadır. Bu türlerden çok az bir bölümü sadece kumul alanlara uyum sağlamıştır. Bu türlerden de sadece *Pancratium maritimum* türü sadece kumullarda ve kumsallarda yaşamaktadır. Bu türü diğerlerinden ayıran en önemli özellikde budur. Örneğin en bilinen *Pancratium* türlerinden bir tanesi *Pancratium illyricum* dur. Bu türün orjin merkezi Sardinya ve Korsika adalarıdır (Salmeri et all, 2015). *Pancratium illyricum* da Akdenizli bir tür olmasına karşılık kumullar yerine sadece kayalık yamaçlarda yetişir ve deniz seviyesinden yaklaşık 1300 metreye kadar ulaşabilir. Bir başka *Pancratium* türü de *Pancratium zeylanicum* dur. Hindistan'da yetişen bu tür de tropik bir türdür. Bol yağışlı ve derin ve humus bakımından zengin topraklı bölgeleri tercih eder. Bu bitki yağmurlardan sonra çiçek açtığı için yağmur çiçeği olarak adlandırılır. Dolayısıyla tüm *Pancratium* türleri farklı habitatlara uyum sağlamışlardır.

Ülkemizde yetişen ve *Pancratium maritimum* türü kum zambağı adıyla bilinir ve kumsalların en gösterişli çiçeklerinden bir tanesidir (Durmuşkahya, 2006). Kum zambağı bitkisi tuzlu topraklarda yetiştiği ve bu tür ortamlara uyum sağladığı için diğer türler ile fazla rekabet içerisine girmemektedir. Bu tür topraklara uyum gösterebilen tür sayısı az olduğu için bu tür alanlarda kendisine kolayca yer bulabilmektedir.

Kum zambağı habitatlarının en önemli özelliği denize olan mesafesidir. Çünkü yapılan çalışmalara göre denize 5 metreden yakın kumsallarda kum zambağının yetişmediği görülmüştür. Bunun yanında denizden yaklaşık 50 metre uzakta da kum zambağının yetişmediği tespit edilmiştir. Bu da bitkinin denizle olan ilişkisini göstermektedir. Bu nedenle bu tür aynı özelliği taşıyan ancak denizden uzak olan kumullarda yaşamamaktadır. Bunun nedeni ise bilimsel olarak henüz netleştirilmemiştir.

1.8. Pancratium maritimum türünü sınırlayıcı faktörler

Bu türün çoğalmasını engelleyen en önemli faktör rüzgardır. Kum zambakları sahip oldukları frapan çiçekleri, nektarları ve hoş kokusu nedeniyle birçok böcek türü tarafından ziyaret edilirler. Ancak bu türün tozlaşmasında birinci derecede güve adı verilen böcek grubu rol oynar. İsrail'de yapılan bir çalışmaya göre bu türün döllenmesinde *Hippotion alecto cretica* Boisd., *Hippotion celerio* L., *Daphnis nerii* L., *Herse convolvulii* L., *Deilephila euphorbise* L., *Celerio lineata libornica* Esp., *Macroglossum stellatarum* L. Türleri rol almaktadır.

Bu türler özellikle akşam saatlerinde aktif olan türlerdir (Medrano et all, 1999). Bu nedenle akşam saatinde görülen rüzgarlar bu canlıların uçmasına engel olmakta ve bu nedenle bitkinin döllenmesini sınırlamaktadır. Çünkü yapılan incelemelere göre çiçeklerin akşam üstü açtığı ve döllenmenin akşam saatleri ile gecenin erken saatlerinde gerçekleştiği bildirilmiştir.

Türün tozlaşmasına engelleyen en önemli faktör olduğu gibi türün dağılımını sağlayan en büyük faktör de rüzgardır. Kum zambağı genel olarak tohumlarıyla yayılan bir türdür. Bu bitkinin tohumları oldukça hafif ve yüzey alanı geniş tohumlardır. Bu tohumlar çoğu zaman rüzgarla savrularak etrafa yayılmaktadır. Bu nedenle belli ölçüde denizden karaya doğru esen rüzgâra gerek duymaktadır. Ülkemizde karadan denize doğru esen rüzgarlar ise tohumları çoğu kez denize taşımaktadır. Her ne kadar tohumlar denizde yüzme özelliği gösterse de karadan yayılımı daha kolay ve daha başarılı olmaktadır.

Bu türün gelişimi sınırlayan faktörlerden diğeri de sıcaklıktır. Kum zambağı birçok parametreye karşı dayanıklı olsa da aşırı soğuk ve aşırı sıcaklara karşı hassas bir bitkidir (Balestri and Cinelli, 2004). Yapılan çalışmalara göre – 2 ºC yi aşan düşük sıcaklıklarda ve + 60 ºC yi aşan yüksek sıcaklıklarda tohumlar canlılığını kaybetmektedir. Bu nedenle aşırı sıcaklıklar türün çoğalmasını sağlayan en önemli sınırlayıcı faktörlerin başında gelmektedir.

Türü sınırlandıran bir diğer faktör de topraktır. Kum zambağı adından da anlaşılacağı gibi kumlu topraklarda, özellikle de kumullarda yetişen bir bitkidir. Bu bitki organik madde bakımından zengin, humuslu topraklarda yetişememektedir. Bu nedenle kum zambağı genel olarak gevşek yapılı, su tutma kapasitesi çok zayıf olan kumulları tercih eder. Bu tür verimli topraklara dikildiğinde çoğu zaman gelişememektedir. Bu da toprak yapısının tür gelişimi üzerinde ne kadar etkili olduğunu göstermektedir.

Kum zambağı su stresine karşı dayanıklı bir türdür. Ancak bu tür neme karşı, kuraklığa dayanıklı olduğu kadar dayanıklı değildir. Bu nedenle aşırı yağış alan bölgelerde yer alan uygun habitatlarda kum zambağı yetişmemektedir. Bu etmen direkt olarak türün üzerinde etkili olmasa bile tozlaşmayı sağlayan güve türleri üzerinde etkili olabilmekte ve dolaylı olarak kum zambağı gelişimini

sınırlayabilmektedir. Çünkü bu türün tozlaşmasında görev alan güve türleri göçmen türler olup genellikle kurak ve sıcak iklim tipine sahip bölgeleri tercih etmektedir.

Türün günümüzde yayılışını etkileyen en önemli faktör ise insan etkileridir. Son yıllarda turizm faaliyetlerin artması ve kıyılarda yapılaşmanın artması türün gelişimi sınırlayan en önemli faktördür.

2. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yukarıda sınırlayıcı faktörlerde temas edildiği gibi bu türü tehdit eden en büyük faktör insan etkileridir. Son yıllarda kıyılarda artan turizm faaliyetleri sonucunda kumsallar hızla yapılaşmaktadır. Bu bölgelerde özellikle otel, tatil köyü, restoran, kafeterya, su sporları merkezi gibi turistik tesislerin yapılması kıyılarımızı tehdit eden en büyük etkendir. Bu faaliyetler kıyı ekosistemini tümüyle etkilemekte birçok bitki ve hayvan türünün de yaşam alanlarını yok etmektedir.

Tüm dünya genelinde turizm faaliyetleri nedeniyle kıyılar benzer şekilde tahrip edilmektedir. Kum zambağının bu tür etkilerden korunabilmesi için İspanya, İtalya ve Fransa gibi ülkelerin bazı kısımlarında çeşitli koruma tedbirleri alınmıştır. Ülkemizde ise bu nedenden ötürü kıyıların koruması için özel bir koruma statüsü bulunmamaktadır.

Kum zambaklarını tehdit eden önemli bir unsurda kumul alanların stabilize etme çalışmalarıdır (De Lillis, 1998). Ülkemizde özellikle hareketli olan kumullar parsellere bölünmekte ve bu bölümler ağaçlandırılmaktadır. Bu tür alanlarda kum zambağı popülasyonlarının çok az olduğu ya da hiç olmadığı gözlemlenmiştir. Özellikle ağaçlandırmada çam ve akasya türlerinin olduğu bölgelerde zaman içerisinde bu ağaçların büyümesi ve toprak yapısını değiştirmesi nedeniyle kum zambağı popülasyonları yok olacaktır. Bu nedenle bütün kumulların stabil hale getirilerek ağaçlandırılması kum zambağının gelişimi açısından olumsuz etki göstermektedir.

Sonuç olarak kum zambağı türü, üreme konusunda başarılı bir tür olup tohumdan üremesiyle ilgili bir problemi yoktur. Pancratium maritimum türünün korunması ve neslinin sağlıklı bir şekilde devam edebilmesi için türün doğal yetişme alanı olan kumulların korunması daha büyük önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

1. Balestri, E.; Luccarini, G., and Cinelli, F., 2001. Isolation of leaf protoplasts from Pancratium maritimum L. and two other dune plants: possible applications. Journal of Coastal Research, 17 (1): 188-194.
2. Balestri E., Cinelli F., 2004, Germination and Early Seedling Establishment Capacity of Pancratium maritimum L. (Amaryllidaceae) on Costal Dunes in the North Western Mediterranian, Journal of Coastal Research, n:20, sy: 761-770
3. Blamey, M., Grey-Wilson, C., 1993. Mediterranean Wild Flowers. Haper Collins, Great Britain.
4. Davis, P.H., 1984. Flora of Turkey and the east Aegean Islands Vol. 8. Cambridge University Press, Edinburgh, Scotland.
5. De Lillis, M. 1998. Restoration and management of European sand dunes. *J. Int. Ass. Environ. Design* 2: 31-40.
6. De Castro, O., Brullo, S., Colombo, P., Jury, S., De Luca, P., & Di Maio, A. (2012). Phylogenetic and biogeographical inferences for Pancratium (Amaryllidaceae), with an emphasis on the Mediterranean species based on plastid sequence data. *Botanical Journal of the Linnean Society*, *170*(1), 12-28.
7. Durmuşkahya C., 2006, Bitkisel Hayat, Tübitak Popüler Bilim Kitapları No: 216, Ankara
8. Eisikowitch, D. and galil, J., 1971. Effect of wind on pollination of Pancratium maritimum L. (Amaryllidaceae) by hawkmoths (Lepidoptera: Sphingidae). Journal of Animal Ecology, 40, 673- 678.
9. Grassi, F., Cazzaniga1, E., Minuto, L., Peccenini, S., Barberis, G., Basso, B.G., 2005. Evaluation of biodiversity and conservation strategies in Pancratium maritimum L. for the Northern Tyrrhenian Sea. Biodivers. Conserv. 14, 2159–2169.
10. IUCN, 2001. IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge.
11. Keren, A., and M. Evenari. 1974. Ecological aspects concerning distribution and germination of Pancratium maritimum L. Israel J. Bot., 23: 202-215.
12. Kılınç M., Yüksel, S., 1995. Pancratium maritimumL. (Amaryllidaceae) Üzerinde Morfolojik, Anatomik ve Ekolojik Bir Araştırma, Doga. Tr. J. Bot. 19, 309–320.
13. Medrano, M.; guitian, P., and Guitian, J., 1999. Breeding system and temporal variation in fecundity of Pancratium maritimum L. (Amaryllidaceae). Flora, 194, 13-19.

14. Salmeri, C., Perrone, R., Colombo, P., Brullo, S., & De Castro, O., 2015. Comparative leaf micromorphology, anatomy and architecture in some Mediterranean species of Pancratium (Amaryllidaceae). In *Approfondimenti floristici e sistematici sulla flora d'Italia* (pp. 55-56). Società Botancia Italiana.
15. Werker E., Fahn A., 1975, Seed anatomy of Pancratium species from three different habitats, Botanical Gazette no: 136(4) sy: 396-403
16. Zahreddine, H., Clubbe, C., Baalbaki, R., Ghalayini, A., Talhouk, S.N., 2004. Status of native species in threatened Mediterranean habitats: the case of Pancratium maritimum L. (Seadaffodil) in Lebanon. Biol. Conserv. 120, 11–18.