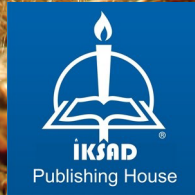


Ekolojik, Ekonomik, Sosyolojik ve Teknik Yönleriyle Kırsal Alan ve Tarım

EDİTÖRLER

Doç. Dr. Bilge GÖZENER,
Prof. Dr. Esen ORUÇ



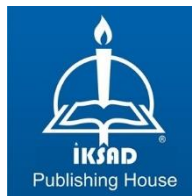
Ekolojik, Ekonomik, Sosyolojik ve Teknik Yönleriyle
Kırsal Alan ve Tarım

EDİTÖRLER

Doç. Dr. Bilge GÖZENER,
Prof. Dr. Esen ORUÇ

YAZARLAR

Prof. Dr. Adnan ÇİÇEK
Prof. Dr. Arda YILDIRIM
Prof. Dr. Aysun ÇELİK ÇANGA
Prof. Dr. Gülistan ERDAL
Prof. Dr. Hilmi ERDAL
Prof. Dr. Nihat YEŞİLAYER
Doç. Dr. Ebru ONURLUBAŞ
Doç. Dr. Hüseyin AKBAŞ
Doç. Dr. H. Sibel GÜLSE BAL
Doç. Dr. Kadriye Özlem SAYGI
Doç. Dr. Merve AYYILDIZ
Doç. Dr. Niyazi GÜMÜŞ
Doç. Dr. Rüveyda YÜZBAŞIOĞLU
Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Betül TANRIVERDİ
Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül DURUKAN KUM
Dr. Öğr. Üyesi Ekrem BUHAN
Dr. Öğr. Üyesi Esra KAPLAN
Dr. Öğr. Üyesi Neval TOPCU ALTINCI
Dr. Öğr. Üyesi Öznur ÖZ ATASEVER
Dr. Öğr. Üyesi Sabriye BELGÜZAR
Dr. Öğr. Üyesi Seda SUCU
Dr. Hakan KARTAL
Zir. Yük. Müh. Şükran BORAN
Zir. Yük. Müh. Tuğçe ÜNSAL
Zir. Yük. Müh. Zuher Rashid SHAKİR
Ali CANIKLI



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

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

Iksad Publications – 2023©
ISBN: 978-625-367-437-3
Cover Design: İbrahim KAYA
Cover Photo: Murat ORUÇ
November / 2023
Ankara / Türkiye
Size = 16 x 24 cm

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....1

BÖLÜM 1

AĞIR METALLE KİRLENMİŞ TARIM TOPRAKLARINDA İYİLEŞTİRME ÇALIŞMALARI: MEKANİZMALAR-SORUNLAR

Doç. Dr. Kadriye Özlem SAYGI.....3

BÖLÜM 2

BİTKİ BÜYÜMESİ VE GELİŞİMİ ÜZERİNDE ÜÇ MAKRO ELEMENTİN (N, P ve K) ETKİLERİ

Doç. Dr. Hüseyin AKBAŞ.....19

BÖLÜM 3

TARIMDA BİYOAKTİF KİMYASALLAR OLARAK İYONİK SIVILAR

Doç. Dr. Hüseyin AKBAŞ.....39

BÖLÜM 4

SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIMDA KİMYASALLARIN YERİNE BİYOPESTİSİTLER

Doç. Dr. Kadriye Özlem SAYGI.....55

BÖLÜM 5

TARIMDA SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK İÇİN TARIM 4.0 VE TÜRKİYE TARIMINDAN UYGULAMALAR

Doç. Dr. H. Sibel GÜLSE BAL

Dr. Öğr. Üyesi Esra KAPLAN.....71

BÖLÜM 6

SÜRDÜRÜLEBİLİR PAZARLAMAYA KAVRAMSAL BİR BAKIŞ

Doç. Dr. Niyazi GÜMÜŞ

Doç. Dr. Ebru ONURLUBAŞ.....99

BÖLÜM 7

YEŞİL PAZARLAMAYA KAVRAMSAL BİR BAKIŞ

Doç. Dr. Ebru ONURLUBAŞ

Doç. Dr. Niyazi GÜMÜŞ.....119

BÖLÜM 8

KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİMİNİN DENİZ EKOSİSTEMLERİ VE EKOSİSTEM HİZMETLERİNE ETKİLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Ekrem BUHAN

Prof. Dr. Nihat YEŞİLAYER.....145

BÖLÜM 9

DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN BALIKÇILIK VE SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Prof. Dr. Nihat YEŞİLAYER

Dr. Öğr. Üyesi Ekrem BUHAN.....183

BÖLÜM 10

BİR AFET OLARAK TÜRKİYE'DE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE GÖÇ

Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Betül TANRIVERDİ.....221

BÖLÜM 11

DÜNYADA AKILLI TARIM DÖNÜŞÜMÜNDEN ÖRNEKLER

Dr. Öğr. Üyesi Esra KAPLAN

Doç. Dr. H. Sibel GÜLSE BAL.....235

BÖLÜM 12

TARIM ve TARIMDIŞI İŞGÜCÜ PİYASASINDA KADINLARIN İSTİHDAM DURUMU

Prof. Dr. Gülistan ERDAL

Prof. Dr. Hilmi ERDAL.....255

BÖLÜM 13

TARIM SEKTÖRÜNDE KADIN ve ERKEK İŞGÜCÜ ÜCRETLERİ ARASINDAKİ EŞİTSİZLİK

Prof. Dr. Gülistan ERDAL

Prof. Dr. Hilmi ERDAL.....273

BÖLÜM 14

KANATLI HAYVAN BESLENMESİNDE PAMUK TOHUMU, KÜSPESİ ve ANTİBESİNSEL FAKTÖR GOSSIPOL

Prof. Dr. Arda YILDIRIM

Ali CANIKLI.....289

BÖLÜM 15

TARIMSAL ÜRETİMDE KOMPOSTUN ÖNEMİ VE YERİ

Dr. Hakan KARTAL

Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül DURUKAN KUM

Zir. Yük. Müh. Zuher Rashid SHAKİR.....323

BÖLÜM 16

TOKAT İLİ BAĞCILIĞA GENEL BİR BAKIŞ

Dr. Öğr. Üyesi Neval TOPCU ALTINCI

Dr. Öğr. Üyesi Seda SUCU.....345

BÖLÜM 17

TOKAT İLİNDE ÖRTÜ ALTI SEBZE YETİŞTİRİCİLİĞİ

Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül DURUKAN KUM

Dr. Hakan KARTAL.....361

BÖLÜM 18

YAYLALARIN AÇIK HAVA REKREASYON POTANSİYELİ: NİKSAR ÇAMIÇI YAYLASI ÖRNEĞİ

Zir. Yük. Müh. Tuğçe ÜNSAL

Prof. Dr. Aysun ÇELİK ÇANGA.....379

BÖLÜM 19

TÜRKİYE'DE COVID-19 PANDEMİ SÜRECİNDE SÜT VE SÜT ÜRÜNLERİ İHRACATININ ETKİLENME DURUMU

Prof. Dr. Adnan ÇİÇEK

Doç. Dr. Merve AYYILDIZ.....401

BÖLÜM 20

TÜRKİYE'DE COVID-19 PANDEMİ SÜRECİNDE SÜT VE SÜT ÜRÜNLERİ ÜRETİMİNİN ETKİLENME DURUMU

Prof. Dr. Adnan ÇİÇEK

Doç. Dr. Merve AYYILDIZ.....419

BÖLÜM 21

ÜZÜMSÜ MEYVE ÜRETİMİNDE TÜRKİYE'NİN MEVCUT DURUMU

Dr. Öğr. Üyesi Öznur ÖZ ATASEVER

Zir. Yük. Müh. Şükran BORAN.....439

BÖLÜM 22

ŞEKER PANCARI ÜRETİCİLERİNİN ÜRETİM ALANLARINDA KARŞILAŞTIKLARI HASTALIKLAR VE HASTALIKLARA KARŞI BİLİNÇ DURUMU (SAMSUN İLİ HAVZA İLÇESİ ÖRNEĞİ)

Doç. Dr. Rûveyda YÛZBAŞIOĞLU

Dr. Öğr. Üyesi Sabriye BELGÛZAR.....453

ÖNSÖZ

Tarım Bilimleri, uzmanlık alanına kaynaklık eden kırsal alan ve tarımsal üretimin neredeyse sınırsız konu çeşitliliğine paralel ve benzer şekilde, çok sayıda alt disiplin ve bu disiplinler içerisinde yine sınırsız denebilecek ölçüde konuyu barındırmaktadır. Ürün çeşitliliği, üretim sistemleri, yetiştirme teknikleri, bölgeler, iklimler, ekosistemler, yetiştirme ortamları, teknolojik çeşitlilik ve sayılabilecek çok sayıda faktör tarım bilimlerini kendi içinde genişletmektedir. Tarım Ekonomisi disiplini altında ekonomik ve sosyolojik boyut dâhil edildiğinde, tarımsal üretimden kalkınmaya muazzam olarak nitelendirilebilecek bir araştırma alanı ortaya çıkmaktadır. Çok değerli akademisyenlerimizin birikimleriyle ortaya çıkardıkları farklı konulardaki bölümlerden oluşan bu kitaba bakıldığında, tarım bilimlerinin konu zenginliğinin bir yansımasını görmek mümkündür. Bahçe Bitkileri, Peyzaj Mimarlığı, Su Ürünleri, Zootekni, Tarım Ekonomisi, Su Ürünleri disiplinlerine ek olarak, ziraat alanı dışında çok kıymetli akademisyenlerin kendi uzmanlık alanlarının tarım bilimlerinin geniş konu alanıyla kesişen noktalarında yazmış oldukları bölümler, bu kitabın yararlanıcılarına sunulabilmesini mümkün kılmıştır. Kitap 26 Uzman tarafından kaleme alınan 22 Bölümden oluşmaktadır. Raflara yakışan ama orda kalmayan, içeriğindeki bilgilerin yararlanıcılarına ulaştığı ve dolu dolu fayda sağladığı bir kaynak olması temennisi ile, değerli bölüm yazarlarımıza ve kitabın ortaya çıkmasında emeği geçen herkese şükranlarımızı sunuyoruz.

BÖLÜM 1

AĞIR METALLE KİRLENMİŞ TARIM TOPRAKLARINDA İYİLEŞTİRME ÇALIŞMALARI: MEKANİZMALAR- SORUNLAR

Doç. Dr. Kadriye Özlem SAYGI¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10214627>

¹ Doç. Dr., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat Meslek Yüksekokulu, Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri Bölümü, Kimya Teknolojileri Programı, Taşlıçiftlik Yerleşkesi, TOKAT, kadriyeozlem.saygi@gop.edu.tr, 0000-0001-5945-4419

GİRİŞ

Toprak kirliliği tarımın sürdürülebilir gelişimini kısıtlayan ve gıda güvenliğini tehdit eden önemli etkenlerden biridir. Tarım yapılan topraklarda Cd, As, Hg, Pb, Zn, Ni, Cr ve Cu gibi ağır metallerin yüksek konsantrasyonları birçok ülkede zaman zaman gözlenmektedir. Bu miktarlar tarım arazilerinde maksimum tolere edilebilir seviyeleri önemli ölçüde aşmaktadır. Kanalizasyon sulamasının uzun süreli kullanımı, gübre ve pestisitlerin yaygın kullanımı, endüstriyel ve madencilik katı atıklarının düzensiz ve kural dışı depolanması gibi insan kaynaklı toprakların ana kirlilik kaynaklarından bazılarıdır (Herner, Kučić, & Zelić, 2017). Tarımda topraktaki ağır metaller yüzey sularına veya yeraltı sularına sızma yoluyla ortamın kirlenmesine sebep olmaktadır (Khan et al., 2015). Kirli tarım topraklarında ağır metal birikimi bitki büyümesini yavaşlatır, verimi düşürerek ciddi ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bu durum insan sağlığını tehdit edecek boyutlara gelerek sağlık açısından risk faktörü de oluşturmaktadır. Tüm bunlardan dolayı tarım topraklarındaki ağır metal kirliliği etkin bir şekilde kontrol edilerek iyileştirilmelidir.

Ağır metaller organik kirleticilerin aksine mikroorganizmalar tarafından parçalanamazlar. Toprak ıslah maddelerinin kullanımı ağır metallerin azaltılması veya ortadan kaldırılması için oldukça pratik ve düşük maliyetli bir yaklaşım olabilir. Daha önceleri yapılan çalışmalarda arıtma çamuru, kömür külü, kompost veya biyo materyaller toprak iyileştiricisi olarak kullanılmıştır (Torres-Perez, Gerente, & Andres, 2012) (Tuzen, Saygi, Usta, & Soylak, 2008). Kompostlama, organik atıkların (örneğin, arıtma çamuru, gübre, kentsel katı ve yeşil atık) nemlendirilmesi ve stabilizasyonu sürecini ifade etmektedir. Organik atıklar mikroorganizmalar ve enzimlerin etkisiyle parçalanır farklı aşamalardan (mezofilik, termofilik ve olgunlaşma) geçerek CO₂, H₂O, mineral iyonlar ve humik maddelere dönüşmektedir. Komposttaki mineral iyonlar, humik maddeler ve mikroplar ağır metallerin immobilizasyonu ile tarım topraklarındaki ağır metallerin ekolojik ve çevresel riskinin azaltılmasını büyük ölçüde etkilemektedir.



Şekil 1. Organik atıklardan kompost hazırlama

Ağır metal immobilizasyonu aşağıda yer alan reaksiyonları veya kombinasyonunu içerebilir:

- Adsorpsiyon
- Kompleks oluşturma
- Çökelme
- Redoks reaksiyonları

Tarım topraklarında kompost kullanımı ile ürün kaybı dolayısıyla ekonomik kayıp riskinin yanında ağır metallerin insan sağlığını tehdit eden risklerin azaltılması sağlanmış olacaktır (Şekil 1.).

Kompost atık yönetimi için mükemmel bir alternatif olarak kabul edilmektedir. Kompostlama işleminden geçtikten sonra organik atıkların hacmi ve ağırlığı azalır, ağır metallerin ve organik kirleticilerin fitotoksitesi ortadan kalkar, patojen ve parazitlerin çoğu atıklardan uzaklaşmış olur (Şekil 1.). Ayrıca kompost, tarımda kimyasal gübrelerin yerine organik gübre olarak

da kullanılabilir. Kompost uygulaması ile toprağın fiziksel yapısı ve verimliliği iyileştirilir, mikrobiyal aktivite ve ürün miktarı artırılır. Bu nedenle kompostlama, ağır metallerle kirlenmiş tarım topraklarını onarmak için düşük maliyetli, oldukça pratik ve çevre dostu bir yaklaşımdır (Cala, Cases, & Walter, 2005). Tüm bu avantajlar göz önünde bulundurulduğunda kompost, toprak ıslahında kullanımıyla yaygın bir ilgi görmektedir.

Birçok ülkede (ABD, İngiltere, Fransa, Almanya, Avustralya, İran ve Çin gibi) kompost üretiminin artmasıyla, tarım topraklarında aşamalı olarak hayata geçirilmiştir. Örneğin; İran'da bazı çiftçiler kompostu tarım arazilerinde toprak düzenleyici veya gübre olarak kullanmıştır (Sharifi & Renella, 2015). Bazı araştırmacılar ise kompostun tarımda büyük ölçekte kullanımına kompostta yer alan ağır metal miktarı, toprağın tuzlanması, alkalileşmesi, yeraltı sularının kirlenmesi gibi çeşitli olumsuzluklardan dolayı temkinli yaklaşmaktadır (Khan et al., 2015). Ağır metal giderimi açısından bakıldığında, önceki çalışmaların çoğu kompost uygulamasının toprağın fizikokimyasal özelliklerini değiştirerek ve ağır metallerle reaksiyona girerek topraktaki ağır metalleri immobilize etmek için umut verici bir yöntem olduğunu ortaya koymuştur. Ancak kompostun yaygın kullanımı topraklara ilave ağır metallerin girmesine ve ağır metal kirliliği riskinin artmasına neden olabilir. Bu nedenle, tarımda kompost kullanımı risk ve güvenliği göz ardı edilmemelidir. Kompostun toprak ıslahında kullanımı uygulamalarına ait etkili stratejiler tartışılmaktadır.

2. TOPRAK İYİLEŞTİRİLMESİ İÇİN TEKLİ KOMPOST UYGULAMALARI

2.1. Mekanizmalar

Kompost, organik atıkların mikrobiyal parçalanmasının bir ürünüdür; dolayısıyla humus maddesi, mikroorganizmalar ve inorganik bileşenler açısından zengindir. Toprağa kompost ilavesi, toprak ortamındaki ağır metallerin hareketliliğini ve biyoyararlanımını, ayrıca bitkiler ve hayvanlar üzerindeki toksik etkilerini değiştirebilir. Bu eylemler adsorpsiyon, kompleksleşme, çökeltme ve redoks reaksiyonları dahil olmak üzere çeşitli süreçlere bağlanmaktadır. Adsorpsiyon, topraktaki ağır metallerin immobilize edilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca kompost, ağır metalleri

adsorbe etmek için biyosorbent olarak potansiyel bir role sahiptir (Anastopoulos & Kyzas, 2015). Kompost her zaman organik bileşiklerden elde edilmemiştir olabilir. Kompostun adsorpsiyon kapasitesi, adsorpsiyon kinetiği ve adsorpsiyon izotermal deneyleri kullanılarak birçok çalışmada değerlendirilmiştir (Sarı, Tuzen, & Soylak, 2007) (Tuzen, Saygi, Karaman, & Soylak, 2010) (Dogan Uluozlu, Sari, Tuzen, & Soylak, 2007). Kompost kimyasal adsorpsiyon yoluyla sudaki ağır metal içeriğini azaltabilir ve zeolitten daha iyi özellik göstermektedir (Krstić, Urošević, & Pešovski, 2018). Öte yandan, kompost toprağın fizikokimyasal özelliklerini (pH, oksidasyon-redüksiyon potansiyeli ve organik madde içeriği) etkileyerek ağır metallerin toprak tarafından adsorpsiyonunu artırabilir. Kompost esas olarak humus maddesi, mikroorganizmalar ve inorganik bileşenleri aracılığı ile ağır metalleri tutar. Komposttaki bol miktarda olan humus maddesi, kompleks yaparak metal iyonlarını bağlayabilen hidroksil, karbonil ve fenoller gibi çok sayıda organik fonksiyonel grup içermektedir. Buna ilaveten kompost her ağır metale farklı bir reaksiyon göstermektedir.

2.1.1. Çökeltme

Ağır metallerin immobilizasyon sürecinde toprakta çözünürlüğü çok az olduğu için çökeltme olur. Toprağa kompost ilave edildikten sonra humik maddeler ağır metallerle reaksiyona girerek çözünmeyen veya hidrolize olamayacak kadar kararlı olan bileşikler oluşturarak çökerler. Örneğin bakır (Cu) elementi ele alındığında toprağa kompost ilavesi çökeltme ve kompleks oluşumunu artırarak bakırın asitte çözünmesini ve indirgenmesini azaltabilir (Lagomarsino et al., 2011). Bazı farklı değerlik alan ağır metaller (Arsenik (As) ve Krom (Cr)) için bu farklılıklar toksik veya biyoyararlılık anlamına gelebilmektedir. Komposttaki organik madde ile ağır metaller arasında meydana gelen reaksiyon ağır metallerin toksik halini toksik olmayan hale dönüştürebilir. Örneğin kompostta bulunan organik maddeler Cr(VI)'nın Cr(III)'e indirgenmesini sağlayarak daha toksik olan Cr(VI) daha az toksik olan Cr(III) haline dönüşmüş olur. Bu organik maddeler redoks tepkimesi yapabilen- elektron alıp veren-fonksiyonel gruplar içermektedirler.

2.2. Kompostun ağır metal hareketliliğine etkisi

Ağır metallerin toprakta bulunma şekli toprağın pH, organik madde ve mineral bileşimi dahil olmak üzere toprağın doğal özellikleriyle de ilişkilidir. Kirli tarım toprağına kompost ilave edilerek ağır metallerin bulunma halini değiştirebilir. Fakat kompost ilavesi ağır metallerin bulunma şekline olumlu yada olumsuz etkisi göz önünde bulundurularak dikkatli bir şekilde yapılmalıdır. Birçok çevre konusunda araştırma yapan grup doğal kompost uygulama çalışmaları yapmaktadır ve bu konudaki birçok parametreyi optimize etmektedir. Çünkü bir ağır metal için olumlu hale getirilebilen durum diğer ağır metali toprakta sabitleyerek kalıcı hale getirmektedir. Çünkü tarım toprakları tek bir ağır metal tarafından değil çeşitli metaller tarafından kirletilmektedir.

2.3. Kompostun Ağır Metallerin Biyoyararlanımı Üzerindeki Etkisi

Ağır metallerin biyolojik olarak bertaraf edilmesi ekolojik bir gösterge olarak kabul edilerek jeokimyasal değerlendirmede önemli bir rol oynamaktadır. Biyolojik arıtmayı kimyasalların bir organizmanın hücre zarına tutunarak etkisini azaltması olarak düşünebiliriz. Son zamanlarda çeşitli atıklar, bitkiler ve mikroorganizmaları kullanarak topraktaki ağır metaller üzerindeki davranışlarına ait oldukça fazla sayıda araştırma bulunmaktadır. Bunların yanında ilave olarak kompost kullanımı bu biyolojik arıtmanın gücünü artırabilir. Arıtma sayesinde topraktaki ağır metal konsantrasyonunun azalmasıyla yenilebilen bitki kısmına daha az ağır metal geçişi ile insan sağlığına zararlı olabilecek eşiğin altında kalmaktadır. Yenilebilen bitki bölümlerinde ağır metal miktarı bulunma eşiğini aştığında topraktaki ağır metalleri uzaklaştırmak için kompost uygulamalarını diğer bazı iyileştirme uygulamaları ile birleştirilmesi gerekir. Her ne kadar bu şekilde uygulamalar bulursa da daha fazla araştırmaya ihtiyaç duymaktadır.

Kompostun ağır metalleri biyolojik olarak arıtma özelliği komposttaki çözünmüş halde bulunan organik maddelerin içeriğinin yanında olgunlaştırılmış olmasına da bağlıdır. Olgun haldeki kompost daha fazla organik ve aromatik bileşik içerir. Kararlı ve olgun kompostun toprağına uygulanması yüzeydeki fonksiyonel gruplarla (-OH, -COOH) kararlı

kompleksler meydana getirerek ağır metallerin immobilizasyonuna yol açarlar. Bununla birlikte kararsız ve olgunlaşmamış kompost çok fazla organik madde içerdiğinden tarım toprağına uygulandığında ağır metal giderimi ve ürün büyümesine olumsuz etkileri gözlemlenmektedir. Birçok çalışma, uzun vadeli deneyler yoluyla kompost kullanarak tarım topraklarını iyileştirmeye odaklanmıştır. Biyolojik arıtma açısından bakıldığında, kompostun tek başına eklenmesi, tarım topraklarındaki çoklu ağır metal kirliliğinin iyileştirilmesi üzerinde olumsuz etkilere neden olabilir. Zaman geçtikçe, kompost ilavesi tek başına çevre veya insanlar için potansiyel risklere neden olabilir. Uzun vadeli saha deneylerinde kompostun tarımsal topraklardaki ağır metallerin hareketliliği ve biyoyararlanımı üzerindeki etkisini tam olarak izlemek ve değerlendirmek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. Sorunun çözümü için etkili stratejiler de geliştirilmelidir.

3. TARIM TOPRAĞININ İYİLEŞTİRİLMESİNDE KOMPOSTUN TEK BAŞINA UYGULANMASININ YARATTIĞI SORUNLAR

Kompost genellikle bu reaksiyonlar yoluyla tarım arazisi topraklarındaki ağır metalleri hareketsiz hale getirebilir ve böylece bitkilere, mikroplara ve insanlara verilen zararları azaltabilir. Ağır metaller, toprak ve kompost arasındaki adsorpsiyon, kompleks oluşturma, çökeltme ve redoks reaksiyonları esas olarak tartışılmaktadır. Ancak kompost, ağır metal içeriğini, biyolojik arıtımını ve fitotoksitesini artırarak ciddi ağır metal kirliliğine de neden olabilir. Sonuç olarak, kompostun toprak ıslahı olarak değeri her geçen gün azalmaktadır. Kompostun tek başına uygulanmasına ilişkin sorunlar;

- Dünya genelinde kompost ürünleri çoğunlukla düşük kalitededir. kompostun kirlenmiş topraklardaki iyileştirme kapasitesini de etkiler ve böylece bu malzemenin tarımda kullanımını sınırlar.
- Farklı ağır metaller kompost uygulaması ile aynı immobilizasyon/mobilizasyon etkisine ulaşamayabilir. Bu nedenle, çoklu ağır metallerle (özellikle As'in diğer ağır metallerle bir arada bulunması) kirlenmiş tarımsal toprakların kompost kullanılarak iyileştirilmesinde risk mevcut olabilir.

- Ağır metaller toprakta kısa süreli olarak sabitlenebilir. Ancak, dış ortam değişiklikleri (örn. pH), organik maddenin ayrışması ve diğer faktörlerin bir sonucu olarak ağır metaller zaman geçtikçe yavaşça serbest kalabilir veya yeniden dağılabilir, dolayısıyla ciddi ağır metal kirliliğine neden olabilir

4. KOMPOST KULLANARAK AĞIR METALLERİN İYİLEŞTİRİLMESİNE YÖNELİK STRATEJİLER

4.1. Aşılama Yöntemleri

Mikroplar kompost hazırlama sürecinde önemlidir. Bazı maddelerin ilavesi ile kompostların olgunlaştırılması hızlandırılabilir ve kompost kalitesini iyileştirebilir. Aşılama mikroplarla mücadele ederek kompostun değerini artırır.

4.2. Kimyasal Maddelerinin İlavesi

Kireçleme, uçucu kül, zeolit, solucan döküntüleri, polietilen glikol ve biyokömür gibi kimyasal katkı maddeleri genellikle kompostlama ortamını ve sürecini optimize etmek ve kompostun kalitesini artırmak için kullanılır.

Torf benzeri bir malzeme olan solucan kalıntıları, yüksek gözenekliliğe ve geniş bir yüzey alanına sahiptir ve birçok besin maddesi (örneğin, değiştirilebilir fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyum) içerir(Li et al., 2021).Önceki araştırmacılar kompostlama sürecine yardımcı olmak için zeolit ve solucan kalıntıları ve biyokömür kullanmıştır.Bazı katkı maddelerinin kompostlaştırma işlemi sırasında ağır metalleri hareketsiz hale getirebilmesi de dikkat çekicidir. Örneğin, kristal bir mineral olan doğal zeolit, benzersiz kristal yapısı nedeniyle güçlü bir adsorbe edilebilirliğe ve iyon değiştirme kapasitesine sahiptir (Zorpas, Pedreño, & Candel, 2021)

4.3. Solucan Kompostu

Kompostlama sürecindeki solucan faaliyetleri, kompostun yüksek olgunluk ve stabilitesiyle sonuçlanır. Solucan kompostunun Cu, Cd, Cr, Co, Zn ve Ni içeriğini azaltabildiğine ait çalışmalar mevcuttur (Soobhany, 2019).

4.4. Kompost ve Diğer Toprak Katkı Maddelerinin Kombinasyonu

Çalışmalar kompost-katkı madde karışımlarının toprak verimliliğini artırabileceğini, ağır metalleri hareketsiz hale getirebileceğini, bitki büyümesini ve verimini teşvik edebileceğini, mikrobiyal faaliyetleri artırabileceğini ve ekolojik riski azaltabileceğini göstermiştir(Seyedsadr et al., 2022).Kombinasyon yönteminin tarım dışı topraklarda (örneğin madencilik ve kentsel topraklar) yaygın olarak uygulanması dikkat çekicidir. Tarımsal toprağın iyileştirilmesi için bu yöntem iyi bir referans sağlayabilir.Karışımlar ayrıca adsorpsiyon ve çökeltme süreçleri yoluyla ağır metallerin immobilizasyonuna da fayda sağlayabilir.

4.5. Biyokömür

Biyokömür karbon açısından zengin bir malzemedir. Bazı araştırmacılar kompost ile biyokömürü birleştirerek iyi iyileştirme etkileri gözlemlemiştir. Genel olarak, biyokömür nötr alkali pH'a ve geniş yüzey alanına sahiptir, her ikisi de ağır metallerin stabilizasyonuna ve adsorpsiyonuna katkıda bulunur (Ahmad vd. 2014; Chen vd. 2008; Lehmann vd. 2011). Toprakta biyokömür kullanımı, ağır metalleri hareketsiz hale getirmek için önemli bir strateji olarak kabul edilmiştir (Zhang ve ark. 2013). Son yıllarda araştırmacılar, kirlenmiş toprakları iyileştirmek için biyokömürü kompostla birleştirerek kullanmaya daha fazla odaklanmaktadır. 4 aylık bir saksı deneyinde, kompost ve biyokömürün birlikte uygulanmasının toprakta yeralan organik maddeleri ve mevcut N ve P'yi artırdığı ve böylece bitki büyümesini teşvik etmek için yeterli besin sağladığı görülmüştür. Bu uygulama aynı zamanda toprak ve gözenek suyundaki Cu ve Pb konsantrasyonunu önemli ölçüde azaltmıştır (Karami ve ark. 2011). Zeng ve arkadaşları (2015), biyokömürle karıştırılmış toprakla birlikte kompostta Cu, Cd, Zn ve Pb'nin biyoyararlanımını, hareketliliğini ve ekolojik riskini değerlendirmek için toprak gözenek suyundaki ve toprak mikrobiyal biyokütlesindeki toplam ve kullanılabilir ağır metal içeriğini araştırmışlardır. Bu araştırmacılar, kompost-biyokömür karışımı ile değiştirilmiş toprakta ağır metal gideriminde, hareketliliğinde ve ekolojik riskte tek kompost uygulamasına göre daha fazla azalma kaydetmişlerdir.

Kompostun diğer iyileştiricilerle birlikte kullanılması, kirlenmiş toprağı tek başına kompost uygulamasından daha etkili bir şekilde iyileştirebilir. Uygun ıslah yaklaşımı, özellikle arsenik (As) ile kirlenmiş topraklar için tarım toprağının kirlilik özelliklerine göre makul bir şekilde seçilmelidir. Buna ek olarak, kompost ve diğer katkı maddeleri arasındaki etkileşim nispeten karmaşıktır. Gelecekte yapılacak araştırmalar, iyileştirme karışımlarının etkileşim mekanizmasına ve bunu etkileyen faktörlere daha fazla dikkat edilmelidir.

4.6. Kompost ve Fitoremediasyon Kombinasyonu

Kompost ilavesi topraktaki ağır metalleri hareketsiz hale getirebilir, bu da ağır metal hareketliliğini ve biyoyararlanımını azalttığı ancak aslında onları topraktan uzaklaştırmadığı anlamına gelir. Dahası, farklı ağır metaller, çoklu metal kirliliğine sahip topraklarda kompost ilavesiyle aynı immobilizasyon/mobilizasyon etkisine ulaşamayabilir. Fitoremediasyon, özellikle de fitoekstraksiyon, ucuz ve kullanışlı bir teknolojidir (Ali et al. 2013; Meagher 2000; Salt et al. 1998). Ağır metalleri topraktan köklere ve sürgünlere aktarmak ve biriktirmek için bitkileri kullanan fitoekstraksiyon, toprak kirliliğinin önlenmesinde kullanılan en önemli teknolojilerden biridir. Bu nedenle, kompost tarafından immobilize edilemeyen ağır metalleri iyileştirmek için akümülatör bitkilerin veya basit bitkilerin kompost ile kombinasyonu uygulanabilmesi bir strateji olabilir (Rodríguez-Vila et al., 2022).

5. SONUÇLAR VE GELECEKTEKİ ARAŞTIRMA YÖNELİMLERİ

Kompostun tek başına uygulanması topraktaki ağır metalleri potansiyel olarak sabitleyebilir. Bununla birlikte, çoğu kompostun olgunluk derecesi düşüktür ve kompost genellikle büyük miktarda ağır metal içerir. Düşük kaliteli kompostun toprağı uygulanması sadece bitkilerin ve mikropların büyümesine zarar vermekle kalmaz, aynı zamanda toprak ıslahı olarak etkinliğini de azaltır. Ayrıca, kompost ilavesi toprağın, kompostun ve ağır metallerin özellikleri nedeniyle tek başına ağır metallerle kirlenmiş çoklu tarım topraklarının iyileştirilmesi için uygun olmayabilir.

Kompost, sadece ağır metalleri toprakta hareketsiz hale getirir ve bitkiler tarafından alınımı azaltırken, ağır metaller toprakta kalmaya devam eder. Zaman geçtikçe, çevresel değişiklikler ve organik madde ayrışması nedeniyle ciddi ağır metal kirliliği meydana gelebilir. Bu nedenle, kompostun tarımda geniş ölçekli kullanımı birçok durumda sınırlıdır. Kompostun tarımda kullanımının yaygınlaştırılması için olumsuz etkilerinin azaltılması gerekmektedir.

Tarım dışı ve tarımsal topraklar arasında toprak yapısı, verimlilik ve kirlilik seviyesi açısından farklılıklar bulunmaktadır. Bugüne kadar çok az sayıda araştırma, ağır metallerle kirlenmiş tarım topraklarını onarmak için yukarıda bahsedilen yöntemleri kullanmıştır. Tarımda kompost uygulamasının etkinliğini ve güvenliğini artırmak için, bu yöntemler tarım topraklarına uygulanabilir ve aşağıdaki araştırma alanları daha fazla incelenebilir.

- Kompost uygulaması çok aşamalı aşılama süreci, ağır metalleri hareketsiz hale getirebilen veya adsorbe edebilen bazı biyolojik materyaller kullanılarak optimize edilmelidir. Bu nedenle, bu tür çalışmaların araştırılması gerekmektedir.
- Kirlenmiş topraklarda kompost karışımlarının onarım mekanizması hakkında çok az şey bilinmektedir. Kompost ve diğer katkı maddeleri arasındaki etkileşimi ve katkı maddeleri, toprak ve ağır metaller arasındaki mekanizmayı açıklığa kavuşturmak için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.
- Kompostun tek başına uygulanması ve/veya kompost ve diğer katkı maddelerinin bir arada kullanılması ağır metalleri topraktan uzaklaştırmaz. Toprakta kalan ağır metaller ciddi ağır metal aktivasyonuna neden olabilir. Bu nedenle, uzun vadeli izleme için gelişmiş yöntem ve teknolojilere ihtiyaç vardır.
- Modifiye edilmiş (asit/baz aktivasyonu, aşılama ve yükleme gibi) malzemeler kirleticilerle mükemmel adsorpsiyon, kompleksleşme, çökelme ve redoks reaksiyonlarına girebilir. Modifiye edilmiş materyallerin kompostla birlikte toprağa uygulanması, tarımda kompostlama teknolojisinin teşvik edilmesi üzerinde önemli etkiler yaratabilir.

- Fitoremediasyon ile birlikte kompost ilavesi, kompost uygulamasının uzun vadeli riskini azaltmak için etkili bir teknolojidir. Bununla birlikte, bu teknolojiyle ilgili olarak bitki seçimi ve uygulanan kompost oranı ve biyokimyası gibi hususları inceleyen az sayıda literatür raporu bulunmaktadır. Bu eksikliklerin de daha fazla çalışılması gerekmektedir.
- Kompostun diğer katkı maddeleri ile kombinasyonunun kirlenmiş topraklardaki enzimatik ve mikrobiyal unsurlar üzerindeki etkisi de gelecekteki çalışmalarda araştırılmalıdır.
- Su yönetimi ve arazi kullanım şeklinin değiştirilmesi de dahil olmak üzere tarımsal önlemler tarımda önemli faaliyetlerdir. Bu önlemlerin kompost ve diğer katkı maddelerinin kombinasyonu kullanılarak ağır metal giderimi üzerindeki etkisi hala belirsizdir. Bu sorunların açıklığa kavuşması için daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Anastopoulos, I., & Kyzas, G. Z. (2015). Progress in batch biosorption of heavy metals onto algae. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2015.05.023>
- Cala, V., Cases, M. A., & Walter, I. (2005). Biomass production and heavy metal content of *Rosmarinus officinalis* grown on organic waste-amended soil. *Journal of Arid Environments*, 62(3), 401–412. <https://doi.org/10.1016/J.JARIDENV.2005.01.007>
- Dogan Uluoğlu, O., Sari, A., Tuzen, M., & Soylak, M. (2007). Biosorption of Pb(II) and Cr(III) from aqueous solution by lichen (*Parmelina tiliaceae*) biomass. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.06.052>
- Herner, Ž., Kučić, D., & Zelić, B. (2017). Biodegradation of imidacloprid by composting process. *Chemical Papers*, 71(1), 13–20. <https://doi.org/10.1007/s11696-016-0031-5>
- Khan, F., Khan, M. J., Samad, A., Noor, Y., Rashid, M., & Jan, B. (2015). In-situ stabilization of heavy metals in agriculture soils irrigated with untreated wastewater. *Journal of Geochemical Exploration*, 159, 1–7. <https://doi.org/10.1016/J.GEXPLO.2015.07.002>
- Krstić, V., Urošević, T., & Pešovski, B. (2018, December 31). A review on adsorbents for treatment of water and wastewaters containing copper ions. *Chemical Engineering Science*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.ces.2018.07.022>
- Lagomarsino, A., Mench, M., Marabottini, R., Pignataro, A., Grego, S., Renella, G., & Stazi, S. R. (2011). Copper distribution and hydrolase activities in a contaminated soil amended with dolomitic limestone and compost. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2011.06.013>
- Li, Y., Zhang, M., Xu, R., Lin, H., Sun, X., Xu, F., Gao, P., Kong, T., Xiao, E., Yang, N., & Sun, W. (2021). Arsenic and antimony co-contamination influences on soil microbial community composition and functions: Relevance to arsenic resistance and carbon, nitrogen, and sulfur cycling. *Environment International*, 153, 106522. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106522>

- Rodríguez-Vila, A., Atuah, L., Abubakari, A. H., Atorqui, D. W., Abdul-Karim, A., Coole, S., Hammond, J., Robinson, S., & Sizmur, T. (2022). Effect of Biochar on Micronutrient Availability and Uptake Into Leafy Greens in Two Urban Tropical Soils With Contrasting Soil pH. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6. <https://doi.org/10.3389/FSUFS.2022.821397/FULL>
- Sarı, A., Tuzen, M., & Soylak, M. (2007). Adsorption of Pb(II) and Cr(III) from aqueous solution on Celtek clay. *Journal of Hazardous Materials*, 144, 41–46. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2006.09.080>
- Seyedsadr, S., Václav Václavšípek, V., Jačka, L., Sněhota, M., Beesley, L., Pohořelý, M., Kovář, M., & Trakal, L. (2022). Biochar considerably increases the easily available water and nutrient content in low-organic soils amended with compost and manure. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.133586>
- Sharifi, Z., & Renella, G. (2015). Assessment of a particle size fractionation as a technology for reducing heavy metal, salinity and impurities from compost produced by municipal solid waste. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.01.018>
- Soobhany, N. (2019). Insight into the recovery of nutrients from organic solid waste through biochemical conversion processes for fertilizer production: A review. *Journal of Cleaner Production*, 241, 118413. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2019.118413>
- Torres-Perez, J., Gerente, C., & Andres, Y. (2012). Conversion of agricultural residues into activated carbons for water purification: Application to arsenate removal. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, 47(8), 1173–1185. <https://doi.org/10.1080/10934529.2012.668390>
- Tuzen, M., Saygi, K. O., Karaman, I., & Soylak, M. (2010). Selective speciation and determination of inorganic arsenic in water, food and biological samples. *Food and Chemical Toxicology*, 48(1). <https://doi.org/10.1016/j.fct.2009.09.012>
- Tuzen, M., Saygi, K. O., Usta, C., & Soylak, M. (2008). Pseudomonas

aeruginosa immobilized multiwalled carbon nanotubes as biosorbent for heavy metal ions. *Bioresource Technology*, 99(6). <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.04.013>

Zorpas, A. A., Pedreño, J. N., & Candel, M. B. A. (2021). Heavy metal treatment and removal using natural zeolites from sewage sludge, compost, and agricultural soils: a review. *Arabian Journal of Geosciences 2021 14:12*, 14(12), 1–19. <https://doi.org/10.1007/S12517-021-07443-2>

BÖLÜM 2

BİTKİ BÜYÜMESİ VE GELİŞİMİ ÜZERİNDE ÜÇ MAKRO ELEMENTİN (N, P ve K) ETKİLERİ

Doç. Dr. Hüseyin AKBAŞ¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10214633>

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Tokat, Türkiye. huseyin.akbas@gop.edu.tr, Orcid ID:0000-0002-3013-9033

GİRİŞ

İnsanların gıda ve ilaç için bitkilere ihtiyaç duyması tarımsal üretimi artırmıştır. Ancak, fazla mahsul ekimi topraktaki besin maddelerini tüketmektedir. Mahsul verimini artırmak için de fazla besin maddesi toprağa uygulanmalıdır. Topraktaki herhangi bir elementin eksikliğini gidermenin en iyi yolu olan gübre uygulaması büyüyen bitkilerin topraktan aldığı kimyasal bileşenlerin yerini alır ve toprak verimliliğini artırır. Ancak, gübrenin toprağa aşırı uygulanmasının büyük miktarlarda kirletici madde üretmesi ve çevreye zarar vermesi gibi olumsuz yönleri de vardır. Gübreleme, atmosfere azot oksitemasyonu, nitrat iyonlarının yer altı sularına sızması ve toprağa ağır metallerin salınması gibi hava, su ve toprak kirliliğine sebep olur. Bu olumsuz etkenler sera gazı emisyonlarının yükselmesine, suda yaşayan canlıları etkileyen plankton ve alg varlığının aşırı şekilde çoğalmasına ve besin zincirinde kirleticilerin birikmesine yol açarak hem hayvanlarda hem de insanlarda kansere ve çeşitli hastalıklara sebep olmaktadır. Bu nedenle, mineral gübrelerde bulunan azot (N), fosfor (P) ve potasyum (K) gibi başlıca üç makro elementin toprağa uygulandıkları halleri ve bunların kimyasının araştırılması gerekmektedir. Toprağa N, P ve K sağlamak için gübre uygulaması gerçekleştirilmelidir. Çünkü bitkilerin ihtiyaç duyduğu N, P ve K dışındaki tüm temel elementler toprağın içeriğinde çoğunlukla bulunmaktadır. Tüm canlı organizmaların yapı taşları olarak kabul edilen, bitki beslenmesinde C, H ve O'den sonra en önemli olan N, P ve K elementleri bitki büyümesi ve gelişimi için gerekli besin maddeleridir. Bitki gereksinimleri açısından ilk sırada N yer alırken onu P ve K takip eder ve bu üç makro element sinerjik olarak işlev görür. Daha iyi bir verim elde edebilmek için bunların eksikliği veya fazlalığına dikkat edilmesi gerekir. Bu bölümde, N, P ve K mineral gübrelerinin çeşitleri, çevreye etkileri, verimli gübreleme yöntemleri ve teknolojilerinden bahsedilmiştir.

1. Periyodik Tabloda Yer Alan Makro ve Mikro Besinler

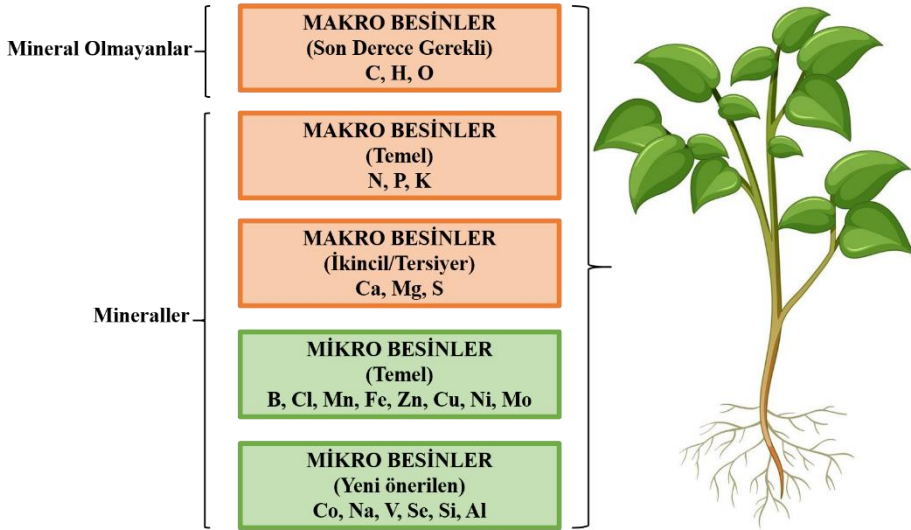
Mahsul verimini oldukça artıran önemli bir buluş olan gübre bitkilere sınırlayıcı temel elementleri sağlamak için uygulanır. Bitkilerin büyüme ve gelişmesi için periyodik tabloda bulunan 118 tane elementten esansiyel elementler olarak adlandırılan 17 tanesi gereklidir (Toor ve ark. 2021) (Şekil 1). Temel elementlerden H, C ve O mineral değildir ve atmosferden ve toprak

suyundan temin edildiği için insanlar tarafından bitkilere sağlanmasına gerek yoktur. Diğer elementler ise topraktaki mineraller ve organik maddeler ve inorganik/organik gübrelerden elde edilir. Bitkilerin ihtiyaç duyduğu miktara bağlı olarak gerekli olan 17 element makro ve mikro besinlere ayrılır.

1																	18
1	2											13	14	15	16	17	18
H	He											B	C	N	O	F	Ne
3	4											5	6	7	8	9	10
Li	Be											Al	Si	P	S	Cl	Ar
11	12	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Na	Mg	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
Cs	Ba	* La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Rn	
87	88	* Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106
* Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	107	108	109	110

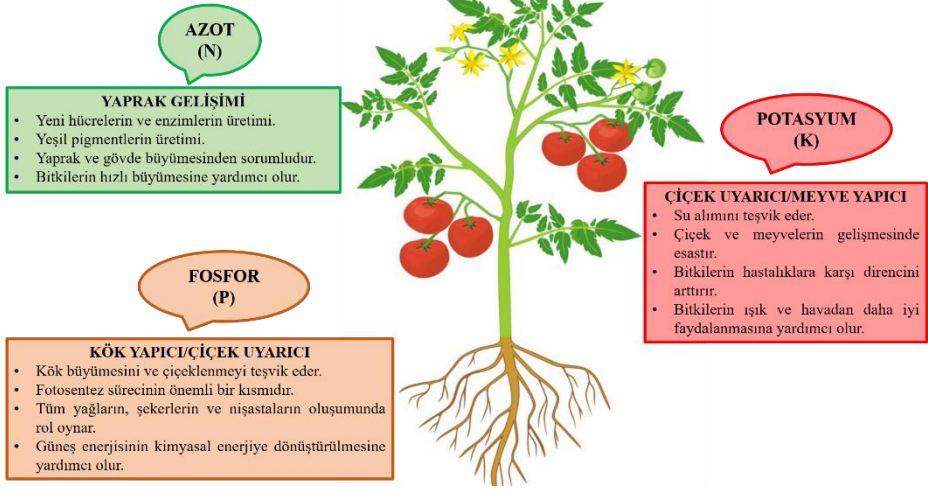
Şekil 1. Periyodik tabloda bulunan makro ve mikro elementler

Büyük miktarlarda gerekli olan makro besinler hidrojen (H), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), karbon (C), azot (N), fosfor (P), oksijen (O) ve kükürt (S) içerir. Küçük miktarlarda gerekli olan mikro besinler ise mangan (Mn), demir (Fe), nikel (Ni), bakır (Cu), çinko (Zn), molibden (Mo), bor (B) ve klor (Cl) içerir (Pilon-Smits ve ark., 2009). Kobalt (Co), sodyum (Na), vanadyum (Vd), selenyum (Se), silisyum (Si) ve alüminyum (Al) ise yeni önerilen mikro besinlerdir (Şekil 2).



Şekil 2. Bitki büyümesi ve gelişimi için gerekli hem mineraller hem de mineral olmayan makro ve mikro besinler

Burada yer alan temel makro besinlerden N, P ve K'nın bazı özellikleri verilmiştir. N, bitkideki klorofilin, amino asitlerin, protoplastların ve enzimlerin bir bileşenidir. N, ürün büyümesi ve verim kapasitesinin yanı sıra üretim maliyetinin azaltılması üzerinde de güçlü bir etkisi vardır. K, bir bitki hücresinde anyon-kasyon dengesini koruyarak yaprak büyümesinden büyük ölçüde sorumlu olan bir başka önemli makro besindir. Fotosentez, ozmotik ayarlama, sinyal iletimi ve enzim aktivasyonu gibi birçok fizyolojik bitki sürecine katılır. P ise bitkiler için hayati makro besin bileşenleri olarak kabul edilen hücre zarı, nükleik asit, fosforilasyon ve fotosentez süreci için oldukça önemlidir (Şekil 3) (Kerry ve ark., 2018).



Şekil 3. N, P ve K'nın bitki üzerindeki etkisi

2. Gübre Nedir?

Gübre, bitkilerin büyümesi için besin sağlayan, doğrudan bitki dokularına veya dolaylı olarak toprağa uygulanan doğal veya sentetik malzemelerdir (Kumar ve ark., 2019). Sentetik gübre üretilmeden önce bitkisel üretim için hayvan ve insan gübresi, kompost, mahsul artığı ve endüstriyel atıklar gibi doğal kaynaklardan faydalanılıyordu. Bu organik kaynaklar mahsullere az miktarlarda besin sağlamışlardır (Dhaliwal ve ark. 2019). Sentetik gübreler göre daha çevre dostu olupverimli toprağın oluşmasına yardımcıdırlar. Ancak, sentetik gübreler küresel gıda üretiminde 1960'lı yıllardan sonra önemli bir rol oynamaya başlamıştır. Dolayısıyla, peşinde çevresel sorunları da beraberinde getirmiştir (Sabry ve ark. 2015).

Gübreler temel olarak üç makro besin maddesi olan N, P ve K ile Zn, Cu ve B gibi mikro besinleri ihtiva eder. Temel bitki elementlerini doğrudan sağlamaz. Bunun yerine bu elementleri içeren bileşikler sağlarlar. Bitki besinlerini sağlamak ve toprağın su tutma ve havalandırmasını artırmak için bitkilere verilir. Sağlanan besin maddesi sayısına bağlı olarak gübreler, yalnızca tek bir besin maddesi sağlayan düz gübreler (N, P veya K) ve iki veya daha fazla besin maddesi sağlayan çoklu besin/bileşik/kompleks gübreler (NP, NK, PK veya NPK) olarak ikiye ayrılırlar. Besin kaynağı açısından ise gübreler inorganik ve organik gübreler olarak sınıflandırılmıştır (Bafoev ve

ark., 2022).Gübrelerin uygulama oranları, toprağın verimlilik durumuna ve belirli ürün gereksinimlerine bağlıdır.

3. Azot, Fosfor ve Potasyum İçeren Gübre Çeşitleri

Azot, bitkilerin ihtiyaç duyduğu en önemli mineral elementtir ve proteinlerin, nükleik asitlerin, bitki büyüme düzenleyicilerinin ve klorofilin önemli bir bileşenidir (Ohyama, 2010). N, atmosferik havanın en büyük bölümünü (~%79)oluşturur ve kararlı N₂ molekülü olarak bulunur.Ancak, topraktaki N içeriği düşüktür. Çoğu tarım toprağı ortalama % 0.15 oranında N içerir (Agbenin, 2020). Bu durum bitkilerin N ihtiyacının karşılanması için N gübrelerini kullanmaya teşvik eder.

Bitkiler azotu NO₃⁻ (nitrat) veya NH₄⁺ (amonyum) şeklinde emer ve bitkilerin büyük bir kısmı NH₄⁺ halini kullanır (Norton ve Ouyang, 2019). Toprağa N katan doğal süreçler N fiksasyonu (birkaç organizmanın N₂'yi bitkilerde kullanılabilen formlara dönüştürmesi) ve azot oksitler (NO_x) ile atmosferik nem arasındaki reaksiyonla yağmurla birlikte toprakta biriken farklı azot-asit türlerinin oluşmasıdır. Oluşan bu asitler topraktaki minerallerle reaksiyona girerek nitrat oluştururlar ve mahsul tüketimi için toprağa N eklerler (Hardarson ve ark., 2023). Havadaki azotu alarak amonyağa (NH₃) çeviren Haber-Bosch yöntemi ise tarımda sentetik gübre üretimi için kullanılan en önemli procestir (Gvaham ve ark., 2021). Mineral azot gübrelerinin başlıca türleri amit, nitrat ve azotu azaltılmış gübrelerdir (Tablo 1).

Tablo 1. Azotlu gübre çeşitleri

Gübre Çeşidi	Formülü	Besin Yüzdesi (%)
Amonyum bikarbonat	NH ₄ HCO ₃	17
Amonyum klorür	NH ₄ Cl	25-26
Amonyum nitrat	NH ₄ NO ₃	33-34
Amonyum sülfat	(NH ₄) ₂ SO ₄	21
Amonyum sülfat nitrat	(NH ₄) ₂ SO ₄ .NH ₄ NO ₃	26
Kalsiyum amonyum nitrat	Ca(NO ₃) ₂ .NH ₄ NO ₃	25-26
Kalsiyum nitrat	Ca(NO ₃) ₂	15.5
Kalsiyum siyanamid	CaCN ₂	21
Oksaamit	(NH ₂) ₂ (CO) ₂	31.8
Sodyum nitrat	NaNO ₃	16
Susuz amonyak	NH ₃	82
Tiyöüre	(NH ₂) ₂ CS	5-20
Üre	(NH ₂) ₂ CO	46
Üre amonyum nitrat	(NH ₂) ₂ CO.NH ₄ NO ₃	28-31

Kaynak: Yahaya ve ark. 2023

Tablo 1’de verilen bazı gübrelerin özellikleri aşağıda verilmiştir.

- Azotu azaltılmış gübreler suda yüksek çözünürlüğe sahiptir ve yıkanmaya karşı dayanıklıdırlar.
- Susuz amonyak uygulaması diğer gübrelere göre çok daha pahalı olmasına rağmen, enerji ihtiyacının düşük olması nedeniyle üretimi oldukça ucuzdur. Ancak, ıslak, bulutlu veya taşlı topraklara uygulanmamalıdır (Finch ve ark., 2014).
- Amonyum klorür, soda külünün yan ürünü olarak elde edilmektedir. Pamuk, şeker kamışı ve pirinç gibi mahsullerde kullanılmaktadır (Megda ve ark.,2019,Vieira ve ark., 2010, Hosseini ve Maftoun, 2008).Buna karşın, domates ve tütünün klordan ciddi şekilde zarar görmesi ve buğday tanesindeki kadmiyum içeriğini artması gibi olumsuz yönleri vardır (Ishikawave ark., 2015). Bu nedenle pek çok ürün için amonyum klorür önerilmemektedir.
- Günümüzde nadiren kullanılan amonyum sülfat gübresi domates gibi mahsullerin verimliliğini ciddi şekilde etkiler. Amonyum sülfat diğer N gübrelere göre daha üstün asitleştirme etkisine sahiptir (Masome ve Kazemi, 2014).
- Nitrat gübrelere toprağın bazlığı üzerinde kalıcı etkileri vardır.Sürekli kullanıldığında toprağın pH'ını düşürür ve toprağın asitliğini artırır. Nitratlı gübreleri yüksek hareketliliği nedeniyle toprağa sızarak kolayca kaybolurlar.Amonyum nitrat, istenmeyen higroskopiklik ve faz geçiş özelliklerine sahiptir (Elzaki ve Zhang, 2020).Ekonomik kayıplara neden olan çabuk topaklanma özelliği amoyum nitratı depolama için uygunsuz hale getirir (Babrauskas, 2016). Amonyum nitrat saf haliyle tehlikelidir ve yangın tehlikesi oluşturur.
- Üre, katı haldedir ve yüksek besin içeriği nedeniyle öncelikle kullanılır. Çoğunlukla prillenmiş veya granül haldesatılır (Mikolaitienė ve Šlinkšienė, 2022). Baklagiller hariç hemen hemen tüm tarla bitkilerinde yaygın olarak uygulanır. Toprağa uygulandığında ürenin amonyum karbonata dönüşmesi nedeniyle toprağın asitliği geçici olarak artabilir. Sıcak havalarda üre eklendiğinde amonyak formundaki azotun yaklaşık yarısı süzülme,

buharlaştırma veya ayrışma yoluyla topraktan kaybolur (Wu ve ark., 2023).

Fosfor (P), bitkilerde ve hayvanlarda azottan sonra ikinci en önemli makro elementtir. Nükleik asit sentezinde, enerji metabolizmasında ve membran oluşumunda önemli rolü vardır (Khan ve ark., 2023). Toprakta son derece düşük difüzyon hızı nedeniyle bitkiler tarafından kullanılabilirliği zayıftır. Bu, yıpranmış tropikal topraklarda P eksikliğine ve fosfatlı gübrelerin uygulanması yoluyla P sağlama ihtiyacına neden olur (Konrad ve ark., 2021). Genellikle suda çözünmeyen inorganik P gübrelerinin ana kaynağı kaya fosfatlarıdır. P, doğal olarak fosfat içeren kayalarda bir fosfat anyonu (PO_4^{3-}) olarak ve agregatlar halinde atomlar içeren katı formda bulunur. Endüstriyel fosfatlı gübre üretiminde hidroksiapatit minerali kullanılır. Fosfatlı gübreler kaya fosfatını yüksek sıcaklıklara tabi tutarak ya da kaya fosfatlarını asitlendirerek elde edilir. Çözünürlüklerine bağlı olarak farklı formlarda P gübreleri üretilir ve satışı yapılır. En yaygın olarak üretilen fosfatlı gübreler (Rajan ve Upsdell, 2021): tekli süperfosfat (SSP; ilk ticari mineral gübre), monoamonyum fosfat (MAP; en yüksek fosfor içeriğine sahiptir), üçlü süperfosfat (TSP), NPK ve diamonyum fosfat (DAP)'tır. Bu gübrelerin her biri gübre formülasyonuna göre belirli bir oranda fosfor pentaoksit (P_2O_5) formunda P içerir. Suda çözünebilir üç ana fosfor gübre grubu kalsiyum fosfatlar, süperfosfatlar ve çeşitli amonyum fosfat formlarıdır. Süperfosfatlar, kaya fosfatlarının sülfürik veya fosforik asitlerle karıştırılmasıyla üretilir. Sülfürik asit kullanıldığında SSP üretilirken, fosforik asit kullanıldığında ise TSP üretilir (Boer ve ark., 2019). Bu gübreler nötr-alkali topraklar için uygundur ve gübreler toz formundan ziyade granül formda toprağa uygulanır.

Tablo 2. Fosforlu gübre çeşitleri

Gübre Çeşidi	Formülü	Besin Yüzdesi (%)
Bazik cüruf	$(CaO)_3.P_2O_5.SiO_2$	14-18
Dikalsiyum fosfat	$Ca_2(H_2PO_4)_2$	34-39
İkili süperfosfat (DSP)	$Ca_2(H_2PO_4)_2.H_2O$	32
Monokalsiyum fosfat (MCP)	$Ca(H_2PO_4)_2$	20
Teklisüperfosfat (SSP)	$Ca(H_2PO_4)_2.H_2O$	18-20
Trikalsiyum fosfat (TCP)	$Ca_3(PO_4)_2$	30-40
Üçlü süperfosfat (TSP)	$Ca(H_2PO_4)_2$	44-46

Kaynak: Yahaya ve ark. 2023

Sitratta çözünen P gübrelere ise asidik topraklar için uygundur. Bu gübreler suda çözünmeyen ancak nötr amonyum sitratta büyük ölçüde çözünen P gübresidir. Düşük pH'lı topraklara uygulandığında monokalsiyum fosfata veya suda çözünür fosfata dönüşürler (Delgado ve ark., 2016).

Potasyum (K), enzim aktivasyonu, turgor basıncının oluşturulması, ozmotik ayarlama, hücre genişlemesi ve pH homeostazisinin korunması gibi bitki büyümesinin çoğu fizyolojik ve biyokimyasal sürecinde hayati bir rol oynar (Sardans ve Peñuelas, 2021). K toprakta çözünebilir, değiştirilebilir, değiştirilemez ve yapısal olmak üzere dört farklı formda bulunur. Çözünebilir ve değiştirilebilir K bitkilerde bulunurken, değiştirilemeyen ve yapısal K ise bitki beslenmesi için mevcut değildir (Hou ve ark. 2021). K, azot ve fosfordan farklı olarak toprak agregatları olarak hem katı formda hem de toprak çözeltisi olarak sıvı fazda bulunur. Topraktaki K rezervinin (%90-98) büyük olmasına rağmen bitkiler tarafından neredeyse kullanılamıyor olması bitkilerde K eksikliğine neden olmaktadır. Topraktaki kullanılabilir potasyumun %90'ını oluşturan değiştirilebilir K, toprağın kullanılabilirliğini belirlemek için kullanılan bir endekstir.

K gübresi üretiminde kullanılan ana K kaynakları arasında langbeinit ($K_2SO_4 \cdot MgSO_4$), kainit ($KCl \cdot NaCl \cdot MgSO_4$), karnalit ($KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$), silvit (KCl) ve loenit [$K_2Mg(SO_4)_2 \cdot 4H_2O$] bulunur (DiCostanzo ve ark., 2021). Potasyum muriatını (MOP) oluşturmak için K ile birleştirilen klorür veya potasyum sülfat (SOP) oluşturmak için K ile birleştirilen sülfattan oluşan iki tür K gübresi vardır (Ganeshamurthy ve ark., 2023). Yaygın olarak üretilen K gübrelere arasında içeriğindeki % K_2O miktarına göre sırasıyla MOP, potasyum sülfat, potasyum nitrat, potasyum sülfat magnezyum, kainit ve NPK bulunur (Mikkelsen ve Roberts, 2021). Potasyum tiyosülfat ($K_2S_2O_3$) ve potasyum fosfat (KH_2PO_4)'da endüstriyel olarak K esaslı gübreler olarak sentezlenir. Doğal olarak bulunan bitki artıkları, odun külü ve yosun küspesi potasyum hidroksit (KOH) ve potasyum karbonat (K_2CO_3) içerir. Esas olarak potasyum gübresi olarak satılan diğer potasyum kaynakları ortoklaz ($KAlSi_3O_8$; monoklinik yapı), alunit [$KAl_3(SO_4)_2(OH)_6$] ve mikroklin ($KAlSi_3O_8$; triklinik yapı) gibi kaya tozlarıdır.

Tablo 3. Potasyumlu gübre çeşitleri

Gübre Çeşidi	Formülü	Besin Yüzdesi (%)
Kainit	$KCl.NaCl.MgSO_4$	10
Potasyum magnezyum sülfat (langbeinit)	$K_2SO_4.MgSO_4$	20-22
Potasyum klorür (potasyum muriatı)	KCl	60-63
Potasyum sülfat	K_2SO_4	22-24
Şeonit	$K_2SO_4.MgSO_4.SO_4$	48-52

Kaynak: Yahaya ve ark. 2023

K gübrelere yarısından fazlası çoğunlukla silvit cevheri (KCl) veya kaya tuzu (NaCl) olarak çıkarılır. Ancak, klorür anyonu içeren MOP'un patates, narenciye, bazı sebzeler ve çiçekler gibi mahsullerin büyümesini olumsuz yönde etkilediği gözlemlenmiştir (Ganeshamurthy ve ark., 2023). Ucuz ve yüksek oranda çözünür olmasından dolayı klorun bitkilere zarar vermesini önlemek için aşırı gübre uygulamasından kaçınılmalıdır. Bundan dolayı MOP, potasyum klorürün magnezyum sülfat ile reaksiyonu yoluyla potasyum sülfat gübrelere dönüştürülmüştür. Böylelikle potasyum gübreleri için ortak bir malzeme olmuştur. K_2SO_4 gübresini kullanmanın avantajı bitki büyümesi için gerekli olan vazgeçilmez besin elementleri olan makro elementlerin (Şekil 1) varlığıdır. K_2SO_4 tütün bitkilerinde olduğu gibi klorür emiliminin zor olduğu domates, patates ve diğer bahçe bitkileri gibi bazı mahsullerin yetiştirilmesi sırasında çok önemlidir (Wakeel ve ark., 2022). “Çift gübre tuzu” olarak bilinen langbeinit, langbeinit minerallerinden üretilmiştir (Yahaya ve ark., 2023). K, Mg ve S gübrelere talep olduğu durumlarda potasyum magnezyum sülfat en iyi seçenektir. Ancak, potasyum içeriği fazla olduğunda magnezyum eksikliği beklenir. KNO_3 , tarımsal kullanım açısından maliyetli olmasına rağmen, düşük klorür içeriği nedeniyle bahçecilik, seracılık ve hidrofonic sistemlerde çevre dostu bir gübredir. Potasyum nitratın toksik seviyeleri balık ve salyangozların yaşamı için zararlıdır (McLean ve Rodgers, 2023).

4. Sürdürülebilir N, P ve K Gübre Uygulama Yöntemleri

Mahsul yetiştiriciliğinde yüksek verimin belirleyicisi sürdürülebilir gübre uygulama yöntemleridir (Karagöz, 2021). Gübrelerin besinlere uygun olmayan yöntemlerle uygulanması gübrenin hedef bitki tarafından emilmeden kaybolmasına neden olur. Sürdürülebilir gübre uygulamasındaki genel kurallar “doğru kaynak, doğru oran, doğru zaman ve doğru yer” olarak bilinir (Hopkins, 2020). Toprak tipi, bitki türü ve bitkilerin besin maddesi ihtiyacına göre bitkilerin beslenmesinde farklı uygulama yöntemleri kullanılmıştır. Gübre uygulama yöntemleritoprak üzerine yayma, toprak yüzeyinin altına uygulama ve sıvı uygulamalardır (Shahene ve ark., 2021).

Toprak üzerine yayma yönteminde granül veya prillenmiş gübreler çoğunlukla toprak yüzeyine tarlaya elle serpilerek veya uygun bir gübre uygulama aparatı kullanılarak gerçekleştirilir. Granül haldeki ürenin toprağın derinliklerine kolayca geçmesini sağlamak için yağmur veya sulama başlamadan hemen önce, sabah erken ve akşam geç saatlerde uygulama yapılması gerekmektedir. Dolayısıyla, burada zamanlama oldukça önemlidir. P ve K içerikli gübreler genellikle toprağa uygulandığında emilimleri yüksektir. Aşırı yağış olmadığı ve düz ya da hafif eğimli arazilerde toprak yüzeyine yayılan P ve K kayıpları ihmal edilebilir düzeydedir. N içerikli nitrat ve amit esaslı gübreler denitrifikasyon ve süzme yoluyla kolayca kaybolabilir. Amonyum esaslı gübreler ise toprak kolloidleri üzerinde kolayca adsorbe edildiklerinden dolayı süzölmeye karşı dirençli hale gelerek gübreleme yöntemleri için en iyi şekilde kullanılırlar (Shahene ve ark., 2021).

Gübrenin toprak yüzeyinin altına uygulanması besin maddelerinin eşit dağılımını sağlayan yenilikçi bir yaklaşımdır. Uygun maliyetlidir ve bitki büyüme süresince düzenli bir şekilde besin kaynağı sağlar. Besin maddelerinin yerleştirilmesinde mekanik olarak derine yerleştirilmiş yöntemler uygulandığında daha yüksek Nalımından dolayı yüksek verime ulaşılmıştır. Derin gübre yerleştirme, besin kayıplarında önemli bir azalma sağlarken, besin geri kazanımı ve besin kullanım verimliliğini en üst düzeye çıkardığı kanıtlanmış bir teknolojidir. P ve K toprağa uygulandıktan sonra azotakıyasla daha düşük hareketliliğe sahip olmasına rağmen derin yerleştirme yönteminin toprak üzerine yayma yöntemine göre bitkinin besin alımını arttırdığı ve tarla

bitkilerinin canlılık, büyüme ve verim parametrelerini önemli ölçüde iyileştirdiği gözlemlenmiştir (Potcho ve ark., 2022).

Büyüyen bitkilere anlık besin eksikliklerinin giderilmesi için sıvı gübre formülasyonu ve granül suda çözünür gübreler uygulanır. Sıvı gübreler hidroponik, aeroponik ve açık alanda çok yıllık bitkiler gibi korumalı tarımda son derece umut verici olan özel bir gübre sınıfıdır (Jung ve ark., 2021). Mahsul türü, büyüme aşaması, uygulama yeri ve uygulanan besin içeriği gibi birçok faktöre bağlı olarak farklı yöntemler kullanılır. Besinler şu şekilde uygulanabilir: büyüyen bitkilerin yapraklarına azotçözeltisi uygulaması, sulama suyu yoluyla çözünebilir besin uygulaması, tepelik alanlarda veya ormanlık alanlarda uçak kullanılarak N çözeltisinin uygulandığı, dikim sırasında genç bitkilere uygulanan P_2O_5 ve K_2O çözeltilerinin karışık oranı ve besin çözeltisinin kök bölgesinin yakınına doğrudan enjekte edilmesidir (Shahene ve ark., 2021). Granül haldeki gübrelerle karşılaştırıldığında sıvı gübreler, mahsuller ve çevre için daha güvenli, mahsullerin niteliksel özelliklerini ve verimini artıran gelişmiş bir teknolojidir. Sıvı esaslı uygulamalar diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında N, P ve K uygulamak için en iyi yöntem olduğu gösterilmiştir (Ai ve ark., 2020). Ayrıca, P ve K gübrelerinin ngübrelerine göre daha düşük çözünürlüğe sahip olması yüksek besin içerikli çözeltiler halinde üretimlerini sınırlamaktadır. P ve K gübreleri için süspansiyon gübre uygulaması en iyi alternatiftir.

Sürdürülebilir bir çevre elde etmek için modern yöntemler ile aşırı gübre kullanımına alternatifler aranmaktadır. Mevsimsel gübre uygulamaları ile çevreye verilen N, P ve K kayıpları insan sağlığını etkilemekte ve su kaynaklarını kirletmektedir. Bununla birlikte, boş alanda bu gübre elementlerinden biri veya tamamı su buharı ve diğer atmosferik gazlarla reaksiyona girerek amonyak gazı ve nitrat radikalleri gibi istenmeyen ürünler oluşturarak cilt tahrişi, kanser, nefes darlığı ve sindirim sisteminde bozulma gibi hastalıklara sebep olabilecektir (Sareer ve ark., 2015). Tarımsal atıklardan arınmış ‘Yeşil’ bir çevreye sahip olma olasılığı nano malzemeler (nanogübreler ve nanopestisitler) ve biyogübrelerin kullanımı ve örtü bitkilerinin ekimi uygulamasıyla sağlanabilir (Şahin ve ark., 2023, Al-Mamun ve ark., 2021, Yassen ve ark., 2020).

Özetle, Dünya genelinde mahsul veriminin artırılmasına yönelik en büyük buluş gübre teknolojisidir. Gübre teknolojisinin olumlu yönlerinin yanı sıra çevre üzerindeki olumsuz etkileri de oldukça fazladır. Mineral gübrelerin aşırı kullanımı toprağın verimliliğini, kalitesini ve çevreyi etkileyen çeşitli zorluklarla sonuçlanmıştır. Yoğun tarım uygulamaları toprak erozyonuna, sera gazı emisyonlarında artışa, tarım sistemlerindeki biyolojik çeşitliliğin kaybına ve su kirliliğine neden olma eğilimindedir. Sürdürülebilir bir çevre elde etmeye yönelik gelecekteki araştırmalar çevre kirliliğiyle mücadele etme ve bitki kalitesini iyileştirme konusunda büyük potansiyele sahip nanomalzemeler ve nanomalzeme esaslı ürünlerin kullanımına ve ticarileştirilmesine yönelik olmalıdır.

KAYNAKÇA

- Agbenin, J. O. (2020). The environmental chemistry of soils and sediments, principles and applications. University Press PLC, Oxford.
- Ai, P., Jin, K., Alengebawy, A., Elsayed, M., Meng, L., Chen, M., Ran, Y. (2020). Effect of application of different biogas fertilizer on eggplant production: Analysis of fertilizer value and risk assessment. *Environmental Technology & Innovation* 19: 101019.
- Al-Mamun, M. R., Hasan, M. R., Ahommed, M. S., Bacchu, M. S., Ali, M. R., Khan, M. Z. H. (2021). Nanofertilizers towards sustainable agriculture and environment. *Environmental Technology & Innovation* 23: 101658.
- Babrauskas, V. (2016). Explosions of ammonium nitrate fertilizer in storage or transportation are preventable accidents. *Journal of hazardous materials*304: 134-149.
- Bafoev, A. X., Rajabboev, A.I., Niyozov, S.A., Bakhshilloev, N. K., Mahmudov, R.A. (2022). Significance and classification of mineral fertilizers. *Texas Journal of Engineering and Technology* 5: 1-5.
- De Boer, M. A., Wolzak, L., Slootweg, J. C. (2019). Phosphorus: reserves, production, and applications. *Phosphorus recovery and recycling* 75-100.
- Delgado, A., Quemada, M., Villalobos, F. J. (2016). Fertilizers. *Principles of agronomy for sustainable agriculture* 321-339.
- Dhaliwal, S. S., Naresh, R. K., Mandal, A., Walia, M. K., Gupta, R. K., Singh, R., Dhaliwal, M. K. (2019). Effect of manures and fertilizers on soilphysical properties, build-up of macro and micronutrients and up take in soil under different cropping systems: A review. *Journal of Plant Nutrition* 42: 2873-2900.
- Di Costanzo, N., Cesaro, A., Di Capua, F., Esposito, G. (2021). Exploiting the nutrient potential of anaerobically digested sewage sludge: a review. *Energies* 14: 8149.

- Elzaki, B. I., Zhang, Y. J. (2020). Anti-hygroscopic surface modification of ammonium nitrate (NH_4NO_3) coated by surfactants. *Arabian Journal of Chemistry* 13(1): 3460-3473.
- Finch, S., Samuel, A., & Lane, G. P. (2014). Lockhart and wiseman's crop husbandry including grassland. Elsevier.
- Ganeshamurthy, A. N., Rupa, T.R., Kalaivanan, D., Satisha, G.C., Sathish, A. (2023). Potassium nutrition of fruit crops: comparative evaluation of potassic fertilizers. *Indian Journal of Fertilisers* 19(3): 204-219.
- Ghavam, S., Vahdati, M., Wilson, I.A., Styring, P. (2021). Sustainable ammonia production processes. *Frontiers in Energy Research* 9: 34.
- Hardarson, G., Danso, S. K., Zapata, F. (2023). Biological nitrogen fixation in field crops. In *CRC handbook of Plant Science in Agriculture* 165-192. CRC press.
- Hopkins, B. G. (2020). Developments in the use of fertilizers. In *Achieving sustainable crop nutrition*. Burleigh Dodds Science Publishing.
- Hosseini, Y., Maftoun, M. (2008). Effects of nitrogen levels, nitrogen sources and zinc rates on the growth and mineral composition of lowland rice. *Journal of Agricultural Science and Technology* 10: 307-316.
- Hou, Y., Xu, X., Kong, L., Zhang, L., Wang, L. (2021). The combination of straw return and appropriate K fertilizer amounts enhances both soil health and rice yield in Northeast China. *Agronomy Journal* 113(6): 5424-5435.
- Ishikawa, N., Ishioka, G., Yanaka, M., Takata, K., Murakami, M. (2015). Effects of ammonium chloride fertilizer and its application stage on cadmium concentrations in wheat (*Triticumaestivum* L.) grain. *Plant Production Science* 18(2): 137-145.
- Jung, J.Y., Ha, S.Y., Yang, J.K. (2021). The effect of wood extract as a water-soluble fertilizer in the growth of *Lactuca sativa*. *Journal of the Korean Wood Science and Technology* 49(4): 384-393.
- Karagöz, İ. (2021). Fertilization and fertilizer types. *Applied Soil Chemistry* 123-148.

- Kerry, R. G., Mahapatra, G. P., Patra, S., Sahoo, S. L., Pradhan, C., Padhi, B. K., Rout, J. R. (2018). Proteomic and genomic responses of plants to nutritional stress. *Biometals* 31:161-187.
- Khan, F., Siddique, A.B., Shabala, S., Zhou, M., Zhao, C. (2023). Phosphorus plays key roles in regulating plants' physiological responses to abiotic stresses. *Plants* 12(15): 2861.
- Kumar, R., Kumar, R. Prakash, O. (2019). Chapter-5 the impact of chemical fertilizers on our environment and ecosystem. *Chief Ed* 35: 69.
- Masome, H., Kazemi, S. (2014). Effects of ammonium sulphate and urea fertilizers on the growth and yield of tomato. *Journal of Novel Applied Sciences*: 3(2), 148-150.
- McLean, B., Rodgers, E.M. (2023). Deteriorating waterways: The effect of nitrate pollution on the development and physiology of the endangered southern bell frog (*Litorianiformis*). *Aquatic Toxicology* 262: 106670.
- Megda, M. X. V., Mariano, E., Leite, J. M., Megda, M.M., Trivelin, P.C.O. (2019). Ammonium chloride as an alternative source of nitrogen for sugarcane during two consecutive cycles. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 54.
- Mikkelsen, R. L., Roberts, T. L. (2021). Inputs: potassium sources for agricultural systems. Improving potassium recommendations for agricultural crops, 47-74.
- Mikolaitienė, A., Šlinkšienė, R. (2022). Effect of various binders on the properties of microalgae-enriched urea granules. *Plants* 11(23): 3362.
- Norton, J., Ouyang, Y. (2019). Controls and adaptive management of nitrification in agricultural soils. *Frontiers in microbiology* 10: 1931.
- Ohyama, T. (2010). Nitrogen as a major essential element of plants. *Nitrogen Assimilation Plants* 37: 1-17.
- Pilon-Smits, E. A., Quinn, C. F., Tapken, W., Malagoli, M., Schiavon, M. (2009). Physiological functions of beneficial elements. *Current Opinion In Plant Biology* 12(3):267-274.

- Potcho, P. M., Imran, M., Korohou, T., Kamara, N., Tang, X. (2022). Fertilizer deep placement significantly affected yield, rice quality, 2-AP biosynthesis and physiological characteristics of the fragrant rice cultivars. *Agronomy* 12(1): 162.
- Rajan, S. S. S., Upsdell, M. P. (2021). Environmentally friendly agronomically superior alternatives to chemically processed phosphate fertilizers: Phosphate rock/sulfur/Acidithiobacillus sp. combinations. *Advances in Agronomy* 167: 183-245.
- Sabry, A. K. (2015). Synthetic fertilizers; role and hazards. *Fertility Technology* 1: 110-133.
- Şahin, E. Ç., Aydın, Y., Utkan, G., Uncuoğlu, A. A. (2023). Nanotechnology in agriculture for plant control and as biofertilizer. *In Synthesis of Bionanomaterials for Biomedical Applications* 469-492.
- Sardans, J., Peñuelas, J. (2021). Potassium control of plant functions: Ecological and agricultural implications. *Plants* 10(2): 419.
- Sareer, O., Mazahar, S., Al Akbari, W.K., Umar, S. (2015). Nitrogen pollution, plants and human health. *Plants, pollutants and remediation* 27-61.
- Shahena, S., Rajan, M., Chandran, V., Mathew, L. (2021). Conventional methods of fertilizer release. In *Controlled release fertilizers for sustainable agriculture*. Academic Press 1-24.
- Toor, M. D., Adnan, M., Rehman, F. U., Tahir, R., Saeed, M. S., Khan, A. U., Pareek, V. (2021). Nutrients and their importance in agriculture crop production; A review. *Indian Journal of Pure & Applied Biosciences* 9(1): 1-6.
- Vieira, M.X., Trivelin, P. C. O., Franco, H. C. J., Otto, R., Faroni, C.E. (2010). Ammonium chloride as nitrogen source in sugarcane harvested without burning. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 34: 1165-1174.
- Wakeel, A., Ishfaq, M., Wakeel, A., Ishfaq, M. (2022). Potassium in plants. *Potash Use and Dynamics in Agriculture* 19-27.

- Wu, H., Wang, L., Liu, X., Li, Q., Lu, C., Dong, W. (2023). Layered-strip fertilization improves nitrogen use efficiency by enhancing absorption and suppressing loss of urea nitrogen. *Agronomy*: 13(9) 2428.
- Yahaya, S. M., Mahmud, A. A., Abdullahi, M., Haruna, A. (2023). Recent advances in the chemistry of nitrogen, phosphorus and potassium as fertilizers in soil: A review. *Pedosphere* 33(3): 385–406.
- Yaseen, R., IS Ahmed, A., M Omer, A., KM Agha, M., M Emam, T. (2020). Nano-fertilizers: Bio-fabrication, application and biosafety. *Novel Research in Microbiology Journal* 4(4): 884-900.

BÖLÜM 3

TARIMDA BİYOAKTİF KİMYASALLAR OLARAK İYONİK SIVILAR

Doç. Dr. Hüseyin AKBAŞ¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10214652>

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Tokat, Türkiye.huseyin.akbas@gop.edu.tr, Orcid ID:0000-0002-3013-9033

GİRİŞ

Günümüzde insan nüfusunun yaklaşık sekiz milyar olduğu tahmin edilmektedir. Nüfusun giderek çoğalmasıyla gıdaya olan talep sürekli artmaktadır. Bu durum mahsul ekimi ve tarım ürünlerine yönelik koruma yöntemlerinin verimliliğinin artırılmasına yönelik çalışmaları gerektirmektedir. Yoğunlaştırılmış yetiştirme yöntemleri bitkilerin patojenler, böcekler ve hava koşulları gibi çeşitli faktörlere maruz kalmasıyla mahsul verimini büyük ölçüde azaltabilecek sorunlar oluşturmaktadır. Büyük miktarlarda ve uzun süre kullanılan kimyasallar yavaş yavaş dünyamızı tehdit etmekte ve bunların aşırı kullanımları patojenlerin pestisitlere karşı bağışıklık kazanmasına bile yol açabilmektedir. Modern tarımın yaşamış olduğu bu zorluklar ve çevre bilincinin artmasıyla yeni, verimli ve dolayısıyla çevreye zarar vermeyen bitki koruma yöntemlerinin araştırılması ve geliştirilmesi için tüm bu bitki düşmanlarıyla savaşacak güncel silahlar keşfedilmelidir. İyonik sıvılar (İS'ler) bu konularda kayıtsız kalmaz ve iyi çözümler sunar. Bu bileşikler benzersiz ayarlanabilir özellikleri ve iyonların (anyonlar ve katyonlar) uygun seçimiyle yukarıda belirtilen ihtiyaçların çoğunu karşılayabilen moleküllerden oluşmaktadır. Bilim insanlarının ve endüstrinin büyük ilgisini çeken İS'ler oldukça uzun bir geçmişe (1914'ten beri) sahiptir. Bu bölümde, biyoaktif bileşenlere sahip İS'ler alanındaki en son araştırmaları, İS'lerin tarımda kimyasal malzeme olarak kullanılması ve tarım ürünlerinin korunması uygulamaları sunulmaktadır. Ayrıca, İS'lerin herbisitler, bakterisitler, fungusitler, bitki uyarıcıları ve büyüme düzenleyicileri olarak kullanımını ve bunların, mevcut kullanılan ticari kimyasallarla karşılaştırıldığında olası avantajlarına ilişkin örnekleri açıklanmaktadır. İS'nin benzersiz özellikleri ve çok işlevliliği, biyoaktif maddeler olarak yüksek değerini göstermek amacıyla özellikle vurgulanmıştır. İS'lerin biyolojik olarak parçalanabilirliği, toksisitesi, termal kararlılığı ve sudaki çözünürlüğü gibi özelliklerinin avantajları ve dezavantajları da tartışılmaktadır.

1. İYONİK SIVILAR

İS'ler genellikle erime noktaları 100 °C'nin altında olan tuzlar olarak tanımlanmaktadır. İS'ler katyon-anyon kombinasyonuna ve bunların fiziksel, kimyasal ve termal özelliklerine bağlı olarak farklı kategorilerde

sınıflandırılır. Yapısal olarak İS'ler göreve özgü, kiral, değiştirilebilir polariteli çözücü, biyo-, poli-, enerjik, nötral, protik, metalik, temel ve destekli İS'ler olarak sınıflandırılabilir (Singh and Savoy, 2020).

Tasarlanabilir çözücüler olarak İS'ler çok çeşitli fizikokimyasal özellikler sergiler. İS'lerin yaygın özellikleri yüksek polarite, düşük viskozite, iyi bir termal kararlılık, yüksek iletkenlik, geniş elektrokimyasal pencere, büyük çözücü gücü, ihmal edilebilir uçuculuk ve yanmazlıktır (Cho ve ark., 2021). İS'ler organik sentezde yeşil çözücüler, katalizörler, ilaç dağıtım sistemleri, sıvı membranlar, elektrokimyasal sensörler veya iletken ortam(piller, güneş pilleri, süper kapasitörler gibi enerji depolama, dönüşüm malzemeleri ve cihazlarında) olarak kullanım alanı bulmaktadır. Bunların yanı sıra İS'lerin tıpta, tarımda ve biyo-işleme endüstrisinde kullanılmasının bazı faydaları da sunulmaktadır (Kaur ve ark. 2022). İS'leri oluşturmak için araştırılan katyon ve anyonların sayısındaki önemli artış, İS'lerin aslında çeşitli özel uygulamalar için neredeyse sınırsız şekilde özelleştirilebilir malzemeler olduğunun anlaşılmasıyla ilişkilidir.

2. TARIM ALANINDA BİYOLOJİK OLARAK AKTİF İYONİK SIVILAR

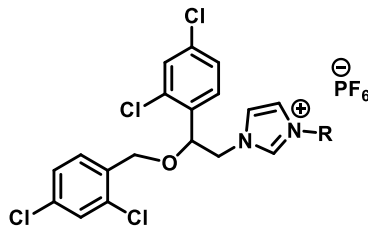
Araştırmacılar İS'leri genellikle üç nesle ayırmışlardır (Flieger ve Flieger, 2020). Birinci nesil olarak İS'ler, uçucu olmayan (veya düşük uçuculuk), termal karlılık ve geniş sıvı aralıkları gibi benzersiz fiziksel özelliğe sahip bir çözücü olarak kullanılmıştır. Bu İS'lere ilginin artmasından dolayı ikinci nesil İS'ler "göreve özgü İS'ler" yani ayarlanabilir kimyasal ve fiziksel özelliklere sahip malzemeler olarak geliştirilmiştir. Daha çok yağlayıcılar ve enerji alanında uygulama alanı bulmuştur. Üçüncü nesil İS'ler (biyolojik aktiviteye sahip İS'ler) ise İS'lerin aktif farmasötik bileşenler (AFİ'ler) olarak kullanılmasına başlamıştır. Umut verici biyolojik aktiviteleri ve geniş yelpazedeki ayarlanabilirlikleri nedeniyle İS'ler tarım alanındaki yabancı otlar, zararlı virüsler, bakteriler ve mantarların yanı sıra böcekler, omurgasızlar ve kemirgen zararlıları gibi zorlukları aşmak için de kullanım alanı bulmuştur. İS'ler sadece mahsul ekiminde değil, aynı zamanda tohumlar, kökler veya odun gibi hali hazırda toplanmış mahsullerin yukarıda belirtilen tüm tehditlerden korunmasında da faydalı olabilmektedir. Tarımla ilgili

biyolojik olarak aktif bileşikler olarak İS'ler antibakteriyel, antifungal, herbisidal, caydırıcılar, sistemik kazanılmış direnç indükleyicileri (SAR) olarak kullanılmaktadır (Şekil 1) (Zajac ve ark. 2018).



Şekil 1. Tarım Alanında Olası Biyoaktif İyonik Sıvı Uygulamalarının Kapsamı

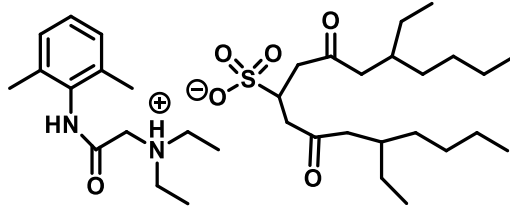
1998-Yılı'nda Davis ve arkadaşları biyoaktif olarak bilinen ilk İS'leri elde etmişlerdir. Bu organik İS'leri mantar önleyici ilaç mikonazolden türetmişlerdir (Şekil 2). Bu İS'ler bir dönüm noktası oluşturmuş ve İS'lerin tasarımcı çözücüler olmasının yanı sıra biyolojik olarak aktif bileşenleri de barındırabildiğini kanıtlamıştır.



Şekil 2. Antifungal İlaç Mikonazolden Türetilen İS'lerin Yapısı

Alanın bu hızlı gelişimi, bilim adamlarını İS'lerin avantajlarından mümkün olduğunca geniş bir şekilde yararlanmaya teşvik etmiştir. Bu

nedenle, belirli bir bileşiğin fonksiyonel bileşenleri olarak her iki iyonun aynı anda kullanılmasına daha fazla önem verilmiştir. İlk AFİ-İS ise Hough ve Rogers (2007) tarafından rapor edilmiştir. Lidokainyum dokusat (Şekil 3) geleneksel katı hidroklorür tuzuyla karşılaştırıldığında lokal anestezik etkiyi büyük ölçüde arttırdığı ve uzattığı görülmüştür.

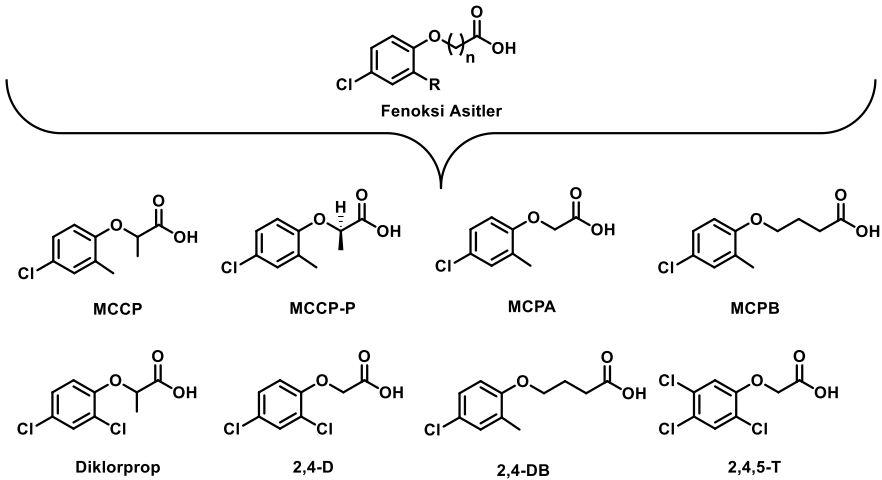


Şekil 3. Lidokainyum Dokusat'ın Yapısal Formülü

Son yıllarda, AFİ-İS'ler için geliştirilen stratejilere bakıldığında tarımla ilgili uygulamalar alanında İS'lerin ikili işlevselliği kavramı, yani temel olarak yeni tuzların erime noktasını düşürmek (uygulama sıcaklığında sıvı halde aktif maddeler sağlamak) ve daha sonra uygun bir hidrofobik iyon gibi diğer fizikokimyasal özelliklerde değişiklikler yapmaktır. Peki İS'lerin tarımsal aktif maddeler olarak daha yakından incelenmesinin nedeni nedir? Tüm dünyada yaygın olarak kullanılan herbisitler genellikle mahsul üretimini iyileştirmek içindir ve herbisitlerin uygulanması hasat edilen mahsulün veriminin azalmasından sorumlu olan yabancı otları kontrol etmenin en etkili ve en ucuz yöntemidir. Hasat sırasında toplanan yabancı otlar bakteriyel, viral ve fungal hastalıkları da taşıyabilmektedir. Dolayısıyla, insanlara ve hayvanlara zarar verebilmektedir. Çevrenin mevcut durumu ve yeşil kimyanın uygulanmasına yönelik artan talep herbisitlere karşı önemli bir zorluk teşkil etmektedir. Mevcut herbisitlerin çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak ve etkinliğini artırmak için yeni formların geliştirilmesine acil ihtiyaç vardır. Ticari olarak bulunan pestisitler ve diğer tarımsal ürünlerin aktif bileşenlerinin büyük çoğunluğu bu pestisitlerin belirli özellikleri ve kimyasal yapısından kaynaklanan (sudaki yüksek çözünürlük veya bitki yüzeyinden buharlaşma nedeniyle fiziksel sürüklenmesi, sızıntısı veya akışıyla ve dolayısıyla tehlikeli buharların oluşumuna yol açma potansiyeli) kayıplar nedeniyle tarımsal etkinliği azaltmaktadır. Yaşanan bu sorunlar su ve atmosfer ortamı için de tehlike oluşturabilmektedir. Uygun karşı iyonları

seçerek İS'lerin tasarlanması pestisitlerin neden olduğu bu çevresel tehlikeleri daha aza indirmek için oldukça iyi bir yöntemdir. Örneğin aktif maddenin yapraklardan gitmemesine engel olmasını sağlayabilen bir lipofilik karşı iyonun dahil edilmesi yoluyla bu tür sorunlar ortadan kaldırılabilir. Ayrıca, karşı iyonların doğru bir şekilde seçilmesiyle yabancı ot, mantar, böcek, bakteri, vb. gibi haşerelerin dış yüzeyi ile aktif bileşen arasındaki temasın artması ve haşerenin üzerindeki kalış süresinin uzatılması sağlanabilir. Bu durum verimliliğin artmasına ve birim alan başına aktif bileşenin gerekli dozunda önemli bir azalmaya yol açabilir.

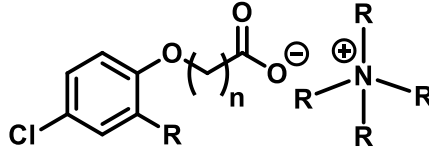
1940'lı yıllardan beri fenoksi asitlerin türevleri sentetik herbisit olarak ticarileştirilmiştir ve hala yabancı ot kontrolünde yaygın olarak kullanılmaktadır (Şekil 4). Büyüme düzenleyiciler grubundan herbisidal aktiviteye sahip en yaygın maddeler 2,4-diklorofenoksi asetik asit (2,4-D), 2-(2,4-diklorofenoksi) propanoik asit (2,4-DP), 2-(4-kloro-2-metilfenoksi) propanoik asit (MCCP-P), veya (4-kloro-2-metilfenoksi)asetik asit (MCPA)'in potasyum ve sodyum tuzlarıdır (Czuryszkiewicz ve ark. 2019). Doğal çevre üzerinde potansiyel olumsuz etkiye sahip bu maddeler toprakta uzun süreli kalıcılık ve yer altı ve yüzey sularına geçme olasılığı ile birleştiğinde yüksek toksisite sergilemektedir.



Şekil 4. Fenoksi Herbisitlerin Yapısı

Yukarıda açıklanan olguya ilişkin araştırmalar geleneksel herbisitlere alternatif arayışına olan ilginin arttığını açıklıyor. Olası bir çözüm 21. yüzyılın başında kullanılmaya başlayan herbisidal İS (HİS)'lerdir. Herbisidal aktivite sergileyen iyonlar içeren HİS'ler diğere İS'lere benzer şekilde yüksek termal ve kimyasal kararlılık, düşük uçuculuk ve yanmazlık özelliklerine sahiptirler. HİS'lerin sentezi aynı zamanda bu bileşiklerin fizikokimyasal özelliklerinin geliştirilmesine ve herbisidal aktivitelerinin arttırılmasına da olanak tanımaktadır. Daha az miktarlarda kullanılabilirdikleri için olumsuz çevresel etkileri azalır. HİS'ler yaygın olarak kullanılan herbisitlere dayalı anyonları ve kuaterner amonyum katyonlarını içerir. Ayrıca HİS'ler ticari maddelerle karşılaştırıldığında daha düşük dozlarda uygulanabilmektedir.

Pernak ve arkadaşlarının ikili işlevselliğe sahip İS'lerin antimikrobiyal ve antifungal özellikleriyle ilgili ilk HİS'leri (Şekil 5) tanımladığı 2011 tarihli yayını üçüncü nesil İS'lerin önemli bir örneğidir.



Şekil 5. İlk Herbisidal İS'lerin Yapısal Formülü

İS'ler [Katyon][Anyon] formundadır ve HİS'lerin toksisitesi uygun katyon tipi seçimi ile kontrol edilebilir. Herbisit elde etme amacıyla iki aktif kimyasalın tek bir parçada kombinasyonu ile elde edilecek olan tuzun kimyasal ve termal kararlılığa sahip, önemli ölçüde daha düşük suda çözünürlük göstermesi sağlanabilir. Böylece toprak ve yeraltı suyu hareketliliği azaltılır. Ticari olarak kullanılan MCPA tuzlarından daha yüksek biyolojik aktivite sergileyen [katyon][MCPA] yapısındaki HİS'ler bitki büyüme düzenleyicisi ve herbisidal aktivite gibi çok yönlülüğe sahip pestisitler içermektedir (Pernak ve ark. 2011).

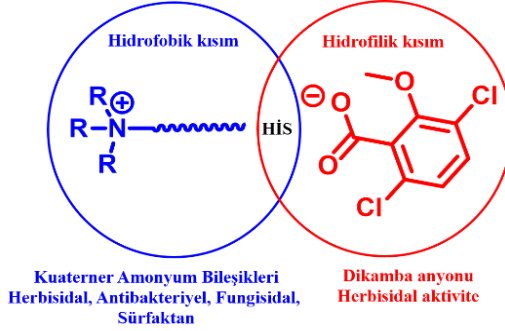
Üreticiler, tuzlara kıyasla daha etkili olması nedeniyle aktif madde dozlarının azaltılması nedeniyle ester yapısındaki 2,4-D'nin üretimini geliştirmişlerdir. Esterlerin dezavantajı ise uçuculuklarının yüksek olmasıdır. Dolayısıyla, buharlaşma yoluyla hedef dışı taşınmaya neden olur (Marcinkowska ve ark. 2017). HİS'ler ester formuyla benzer etkiye sahiptir

ancak uçucu olmayan bileşiklerdir, dolayısıyla daha güvenlidirler. 2012-Yılı'nda Praczyk ve arkadaşları kışlık buğdayda kullanılan [katyon][2,4-D] HİS'lerin 2,4-D-dimetilamonyum tuzuna kıyasla çok daha aktif, 2,4-D 2- etilheksil estere göre ise benzer etkinlik gösterdiğini bulmuşlardır. Bu HİS'ler, damlacıkların düşük temas açısı ve düşük yüzey gerilimi gibi beklenen yüzey özelliklerini sergilemişlerdir.

Glifosat çimenler, sazlar, geniş yapraklı yabancı otlar ve odunsu bitkiler gibi tüm yıllık ve çok yıllık bitkilerde yaygın olarak kullanılan geniş spektrumlu, seçici olmayan sistemik bir herbisittir (Pernak ve ark. 2014). Glifosat ve tuzları suda oldukça çözünür olduğundan, su ortamına girdiğinde glifosat hızla dağılır. Çevresel etkiyi ve insanlara bulaşma potansiyelini azaltmak, istenmeyen mahsullere taşınmasından kaynaklanan potansiyel ekonomik kayıpları azaltmak için glifosatın hedef dışı hareketinin en aza indirilmesi sağlanmalıdır.

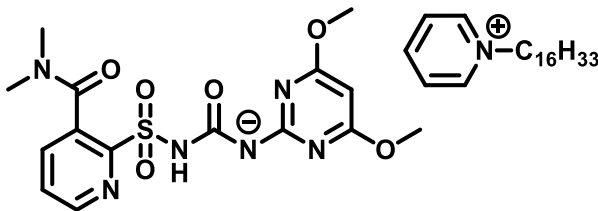
Günümüz tarımında kullanılan en popüler herbisitlerden biri olan dikamba, yabancı ot büyümesini engellemek amacıyla golf sahaları, parklar veya çayırlar gibi geniş çimenlik bölgelerde yaygın olarak uygulanmaktadır (Lisiecka ve ark. 2023). Dikamba'nın popülaritesi, diğer sentetik benzerleri olan 2,4- veya MCPA ile karşılaştırıldığında artan verimliliği ve azaltılmış toksisitesine bağlanabilir. Özellikle, soya veya mısır gibi seçici olmayan glifosata karşı bağışıklığı olan bitki türlerinin piyasaya sürülmesi, seçici doğası nedeniyle dikamba herbisitinin kullanımının artmasına neden olacaktır. Herbisit genellikle mahsulün ekiminden önce toprağa uygulanır. Bununla birlikte dikambanın en büyük dezavantajlarından biri yüksek uçuculuğudur. Bu karakteristik özellik parçacık sürüklenmesi ve buharlaşma gibi faktörler yoluyla hedef dışı bitki türlerine zarar verebilir. Bu da hava akımları tarafından kolaylıkla alınıp uygulandığı bölgeden uzaklaşmasına neden olduğu anlamına gelir. Dikambanın uçuculuğunu azaltmanın yöntemlerinden biri kuaterner amonyum katyonunun eklenmesidir (Cojocar ve ark., 2013). Bu, dikambayı uygun HİS'e dönüştürür. Kuaterner amonyum katyonları pozitif yüklü bir azot atomuna bağlı en az bir hidrofobik alkil zincirinden oluşurlar (Şekil 6). Uzun alkil zincirleri nedeniyle kuaterner amonyum katyonlarının artan hidrofobikliği, doğrudan bu tür maddelerin toprakta artan emilimine neden olur. Bu bileşikler yüzey aktif yapısı ve bakterisidal

özellikleri nedeniyle sanayi ve tarım gibi farklı sektörlerde yaygın olarak kullanılmaktadır.



Şekil 6. Hidrofilik Dikamba ve Hidrofobik Dikamba HİS'leri.

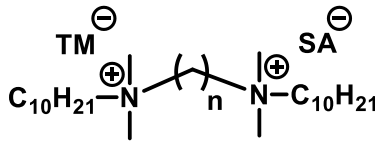
Tarımda yaygın olarak kullanılan herbisitlerden nikosülfüron ise yüksek seçicilik ve geniş yabancı ot giderme aralığına sahiptir. Bununla birlikte, yabancı ot kontrol etkinliğini en üst düzeye çıkarmak amacıyla nikosülfüronu kararlı hale getirmek için koruyucuların eklenmesi gerekmektedir. Herhangi bir koruyucu içermeyen nikosülfüron esaslı HİS'ler (Şekil 7) ise yüksek sıcaklık ve ultraviyole radyasyon altında nikosülfürona göre daha kararlı bulunmuştur ve graminli ve geniş yapraklı yabancı otlara karşı daha iyi bir kontrol etkisi gösterdiği ortaya çıkmıştır. HİS'lerin suda çözünürlüğü nikosülfüronunkinden daha düşük ve pH'dan etkilenmemiştir. Böylece, su ortamına sızması ve kirlenmesi riskini bir dereceye kadar azaltılabilir. Nikosülfüron ile karşılaştırıldığında HİS'ler, eşleştirilmiş iyonların etkisi nedeniyle daha düşük bir yüzey gerilimine sahiptir ve herbisit etkili kullanım oranını artırabilmektedir (Wang ve ark., 2019).



Şekil 7. Nikosülfüron Esaslı HİS'in Yapısal Formülü

Son yıllarda araştırmacılar iki herbisidal anyonun çift tuzlu herbisidal İS'lerini (ÇTHİS'ler) geliştirmişlerdir (Şekil 8) (Rzemieniecki ve ark. 2021, Czerniak ve ark. 2020). 2021-Yılı'nda Szymaniak ve arkadaşları bisamonyum

kationunu herbisidal aktiviteye sahip doğal oksin L-tryptophanate anyonu ve antimikrobiyal etkiye sahip sentetik oksin MCPA anyonu ile birleştirerek yüksek termal kararlılık, suda yüksek çözünürlük ve yüzey aktivitesi gösteren ÇTHİS'leri elde etmişlerdir. 2022 Yılı'nda Pernak ve arkadaşları ise ÇTHİS'lerdeki iki veya üç herbisidal olarak aktif anyon arasında potansiyel bir etki sinerjisi olduğunu ve bunun, tek anyonlu HİS'lere kıyasla biyolojik aktivitenin daha da artmasına yol açtığını göstermişlerdir.

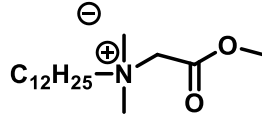


TM: tribenü ron metil
SA: sentetik oksin

Şekil 8. Çift Tuzlu HİS'lerin Yapısı

Marcinkowska ve arkadaşları (2023) herbisite dirençli yabancı ot kontrolü için çift veya üçlü anyon içeren HİS'ler elde etmişlerdir (Şekil 9). Çoğu olumlu yüzey aktif özelliklere sahip bu HİS'lerin yabancı otlara karşı mükemmel etkinlik gösterdiği rapor edilmiştir.

Herbisidal anyonların
karışımı



Şekil 9. Herbisidal Anyonların Karışımı ile Oluşturulan HİS'lerin Yapısı

Özetle, her yıl dünya genelinde çoğunluğu herbisit olan yaklaşık beş milyon ton pestisit koruma amaçlı seralara ve tarlalara uygulanmaktadır. Bu kimyasalların aşırı kullanımı sağlık ve ekolojik sorunlarla ilgili endişeleri artırmaktadır. Bilinen bitki koruma yöntemleri gübreleme yoluyla bitkileri güçlendirmek, enfeksiyonlu bitki veya bölgelerin yok edilerek enfeksiyonun önlenmesi, genetiği değiştirilmiş bitkilerin (GDO) geliştirilmesi ve patojenlere, böceklere ve yabancı otlara doğrudan etki eden bileşiklerin kullanılmasıyla bitkilerin korunmasıdır. Kullanılan pestisitlerin büyük çoğunluğu hedef olmayan organizmaları etkileyerek biyolojik çeşitlilikte değişikliklere sebep olmaktadır. Bu durum, tarım ortamında yer alan kuşları,

arıları ve omurgasız canlılar gibi yararlı organizmaları öldürerek doğal biyolojik dengeyi bozmaktadır. Pestisitler ürünlere doğrudan uygulanarak yeraltı suyunun kirlenmesine ve diğer tarlalara veya yerleşim alanlarına püskürtülerek gıdalara nüfuz etmesine neden olurlar. En büyük tehlike ise bu pestisitlerin kimyasal kalıntılarında kaynaklanmaktadır ve aşırı kullanımları zararlı popülasyonlarının direncini artırmaktadır. Yapılan sağlık çalışmalarında uçucu zirai kimyasallara maruz kalan kişilerin baş ağrısı, baş dönmesi, uykusuzluk ve ön ayaklarda titreme gibi rahatsızlıklar ortaya çıkmıştır. Her yıl binlerce kişi tarım kimyasallarından kaynaklanan akciğer, beyin ve pankreas kanseri gibi kanser türlerine yakalanabilmekte ve bu durum ölümle sonuçlanabilmektedir. Bu olumsuz tüm gerçekler dikkate alındığında bir sonraki adım yeni, güvenli ve etkili bitki koruma yöntemlerinin araştırılması ve geliştirilmesine yönelik biyolojik aktif iyonik sıvıların araştırılmasıdır.

KAYNAKÇA

- Cho, C-W., Pham, T.P.T., Zhao, Y., Stolte, S., Yun, Y-S. (2021). Review of the toxic effects of ionic liquids. *Science of The Total Environment* 786: 147309.
- Cojocar, O.A., Shamshina, J.L., Gurau, G., Syguda, A., Praczyk, T., Pernak, J., Rogers, R.D. 2013. Ionic liquid forms of the herbicide dicamba with increased efficacy and reduced volatility. *Green Chemistry* 15: 2110-2120.
- Czerniak, K., Gwiazdowski, R., Marcinkowska, K., Pernak, J. (2020). Dicationic triazolium fungicidal ionic liquids with herbicidal properties. *Chemical Papers* 74: 261-271.
- Czuryszkiewicz, D., Maćkowiak, A., Marcinkowska, K., Borkowski, A., Chrzanowski, L., Pernak, J. (2019). Herbicidal ionic liquids containing the acetylcholine cation. *Chem Plus Chem* 84: 268-276.
- Davis, J.H., Forrester, K.J., Merrigan, T. (1998). Novel organic ionic liquids (OILs) incorporating cations derived from the antifungal drug miconazole. *Tetrahedron Letters* 39: 8955-8958.
- Flieger, J., Flieger, M. (2020). Ionic liquids toxicity-benefits and threats. *International Journal of Molecular Sciences* 21: 6267.
- Hough, W.L., Rogers, R.D. (2007). Ionic liquids then and now: from solvents to materials to active pharmaceutical ingredients. *Bulletin of the Chemical Society of Japan* 80: 2262-2269.
- Kaur, G., Kumar, H., Singla, M. (2022). Diverse applications of ionic liquids: A comprehensive review. *Journal of Molecular Liquids* 351: 118556.
- Lisiecka, N., Parus, A., Verkhovetska, V., Zembrzuska, J., Simpson, M., Framski, G., Niemczak, M., Baranowski, D., Cajthaml, T., Chrzanowski, L. (2023). Effect of cation hydrophobicity in dicamba-based ionic liquids on herbicide accumulation and bioavailability in soil. *Journal of Environmental Chemical Engineering* 11: 111008.

- Marcinkowska, K., Praczyk, T., Gawlak, M., Niemczak, M., Pernak, J. (2017). Efficacy of herbicidal ionic liquids and choline salt based on 2,4-D. *Crop Protection* 98: 85-93.
- Marcinkowska, K., Praczyk, T., Niemczak, M., Rzemieniecki, T., Kaczmarek, D.K., Lacka, A., Pernak, J. (2023). Herbicidal ionic liquids containing double or triple anions as a new potential tool for weed control including herbicide-resistant biotypes. *Crop Protection* 169: 106238.
- Pernak, J., Niemczak, M., Giszter, R., Shamshina, J.L., Gurau, G., Cojocaru, O.A., Praczyk, T., Marcinkowska, K., Rogers, R.D. (2014). Glyphosate-based herbicidal ionic liquids with increased efficacy. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering* 2: 2845-2851.
- Pernak, J., Niemczak, M., Rzemieniecki, T., Marcinkowska, K., Praczyk, T. (2022). Dicationic herbicidal ionic liquids comprising two active ingredients exhibiting different modes of action. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 70: 2545-2553.
- Pernak, J., Syguda, A., Janiszewska, D., Materna, K., Praczyk, T. (2011). Ionic liquids with herbicidal anions. *Tetrahedron* 67: 4838-4844.
- Praczyk, T., Kardasz, P., Jakubiak, E., Syguda, A., Materna, K., Pernak, J. (2012). Herbicidal ionic liquids with 2,4-D. *Weed Science* 60: 189-192.
- Rzemieniecki, T., Wojcieszak, M., Materna, K., Praczyk, T., Pernak, J. (2021). Synthetic auxin-based double salt ionic liquids as herbicides with improved physicochemical properties and biological activity. *Journal of Molecular Liquids* 334: 116452.
- Singh, S.K., Savoy, A.W. (2020). Ionic liquids synthesis and applications: An overview. *Journal of Molecular Liquids* 297: 112038.
- Szymaniak, D., Ciarka, K., Marcinkowska, K., Praczyk, T., Gwiazdowska, D., Marchwińska, K., Walkiewicz, F., Pernak, J. (2021). Bifunctional double-salt ionic liquids containing both 4-chloro-2-methylphenoxyacetate and l-tryptophanate anions with herbicidal and antimicrobial activity. *ACS Omega* 6: 33779-33791.

Wang, W., Zhu, J., Tang, G., Huo, H., Zhang, W., Liang, Y., Dong, H., Yang, J., Cao, Y. (2019). Novel herbicide ionic liquids based on nicosulfuron with increased efficacy. *New Journal of Chemistry*43: 827-833.

Zajac, A., Kukawka R., Pawlowska-Zygarowicz, A., Stolarska, O., Smiglak, M. (2018). Ionic liquids as bioactive chemical tools for use in agriculture and the preservation of agricultural products. *Green Chemistry* 20: 4764.

BÖLÜM 4

SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIMDA KİMYASALLARIN YERİNE BİYOPESTİSİTLER

Doç. Dr. Kadriye Özlem SAYGI¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10214662>

¹ Doç. Dr., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat Meslek Yüksekokulu, Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri Bölümü, Kimya Teknolojileri Programı, Taşlıçiftlik Yerleşkesi, TOKAT, kadriyeozlem.saygi@gop.edu.tr, 0000-0001-5945-4419

GİRİŞ

Artan dünya nüfusu ile beslenme ihtiyacı paralel artış göstermektedir. Gıda ve beslenme ihtiyacı bitkisel ürünlerden karşılanırken bunların üretiminde bazı bitki hastalıkları, zararlıları ve yabancı otlardan kaynaklı kayıplar meydana gelmektedir. Üreticiler tarım alanlarında daha çok verim almak ve ürünlerin dayanıklılığını artırmak için birtakım yöntemler kullanmaktadırlar. Bu amaçla tarımda mücadele kavramı ortaya çıkarken daha çokta kimyasal mücadele olarak isimlendirilmektedir. Pestisitler tarımsal ürünlerin zararlı böcekler ve organizmalar, yabancı otlardan korunması için verimi ve kaliteyi artırmak için kullanılmaktadır.

Doğal zararlılara pest, bunları ortadan kaldırmak ve mücadele etmek için kullanılan maddelerde pestisit denilmektedir. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) pestisiti tarım sektöründeki tüm zararlıların engellenmesi ortadan kaldırılması ya da kontrolü amacıyla bulunan zararlıların yok edilmesi amacıyla kullanılan tüm maddeler olarak ifade etmektedir. Bu maddelerde çoğunlukla her ne kadar kimyasal sentetik maddeler olsa da şimdilerde biyopestisit diye adlandırılan maddelerin kullanımı yer almaktadır. Avrupa birliği biyo-pestisit terimini mikroorganizmalara veya doğal ürünlere dayalı pestisit diye ifade etmektedir. Amerika Çevre Koruma Ajansı (EPA) ise doğal olarak zararlıları koruyan madde ve mikroorganizmalar yani biyokimyasal pestisitler olarak tanımlamaktadır.

Pestisitler kullanım amaçlarına göre ana başlıkları;

- İnsektisitler → böceklerle karşı
- Herbisitler → yabancı otlara karşı
- Fungisitler → mantarlara karşı
- Rodentisitler → kemirgenlere karşı
- Akaresitler → parazitlere karşı

şeklinde isimlendirilmektedir.

2050 yılına kadar dünya nüfusunun 9,7 milyar olacağı tahmin edilerek tarım sektörüne düşen sorumluluğunda büyük olacağı öngörülmektedir (Kumar et al., 2021). Gıda arzında zaman zaman yaşanan kriz, tarımsal üretim

uygulamalarına büyük yük getirmektedir. Pestisitler tarımsal faaliyetlere zarar veren tüm zararlıların kontrolünde önemlidir (Şekil 1)(Anonim (2023a).

Bu kriz kimyasal pestisitlerin ortaya çıkmasıyla büyük oranda aşılmalıdır. Tüm dünyada zararlılarla mücadelede kimyasal pestisitlerin hakimiyeti 1939 yılında DDT'nin (diklorodifeniltrikloroetan) keşfiyle başlamıştır. 1940'lardan beri sentetik ilaçların kullanımı beraberinde haşere direnci, toprak yapısı ve içeriğindeki değişim, çevre kirliliği ve verimsiz arazilere sebep olmuştur (Şekil 2.)(Anonim, 2023). Bu kimyasal pestisitlerin uzun yıllar bilinçsiz kullanımları da ihmal edilmemelidir. Kısa sürede daha yüksek verim elde etme çabası tarımsal uygulamalarda ürünleri zararlılara karşı koruyabilmek ve yüksek verim elde etmek için çevre dostu ve sağlıklı iyileştirmeler yapılması zorunlu hale gelmiştir.



Şekil 1. Bazı Bitki Zararlısı Organizmalar

Kaynak: <https://esular.com/bitki/domates-zararlılari/> (2023 a)

Kimyasal pestisitlerin yalnızca çevre üstündeki olumsuz etkileri olmayıp gıda zincirine girmeleri insan metabolizmasındaorgan bozuklukluları, bağışıklık sisteminin düşmesi, nörotoksisite, felç, kanser gibi telafisi mümkün olmayan birçok tahribata sebep olmaktadır. Tüm bunların üstesinden gelmek için aynı zamanda gıda gereksinimlerini karşılamak için verimli ve sürdürülebilir tarım uygulamalarına ihtiyaç artmaktadır. Bu tarımsal uygulamalar kimyasal pestisitlerin kullanımına yönelik yeni mevzuatların orta çıkması, yeni stratejilerin belirlenmesi ile gerçekleştirilebilecektir. Ayrıca bitki kaynaklı pestisitlerin kimyasal pestisitlere alternatif olması biyo-kontrol ajanlarının çevre ve sağlık açısından çok faydası olmakla beraber hazırlanması ve erişilebilir hale getirilmesi zaman alacaktır. Saha çalışmalarında etkin olan dozlar geniş alanlarda denenerek türlerin çeşitliliği

üzerinde yapılan denemelerle test edilmelidir. İn vitro çalışmalarındaki olağanüstü sonuçlar raf ömürlerinin kısa olması sebebiyle sahadaki tutarsızlıklara neden olabilir. Kimyasal içerik, formülasyon, toksikoloji, paketleme gibi işlemler yüksek üretim maliyetlerine sebebiyet vereceğinden yeni bir biyo-pestisit ürününü çıkarmaktaki kısıtlamalara sebep olmaktadır. Dolayısıyla bunları ortaya ürün olarak koymakta zordur. Bu doğal ürünlerin raf ömürleri nem sıcaklık gibi çeşitli değişkenlerden etkilenmektedir. Hale hazırda kolay ulaşılabilen bir pazar haline gelememiştir.



Şekil 2. Kimyasal mücadele yöntemleri

Kaynak:<https://www.sorhocam.com/konu.asp?sid=3113&kimyasal-mucadele-nedir.html> (2023b)

1.Kimyasal Pestisitlerle Bitki Kaynaklı Pestisitlerin Karşılaştırılması

Biyo-pestisitlerin kullanımı organizmalar üzerine yavaş etkili ve kısa kalıntı toksisitesine sahip olduklarından düzenli uygulanmaları gerekmektedir. Küresel olarak bakıldığında biyo-pestisitlerin kullanımı yıllık yalnızca %10 artmaktadır. Bu alanda kimyasallara aşırı bağımlılığın azaltılarak doğal kaynaklarla yer değiştirmesi küresel pazar tüketimini gelecekte giderek artırarak önemli katkıda bulunacaktır (Kumar et al., 2021).

Pestisitler genel olarak püskürtülerek sprey tekniği ile uygulanmaktadır. Bu sırada bir kısmı buharlaşırken diğer kısmı bitki ve toprak yüzeyinde kalmaktadır. Buharlaşan kısım rüzgâr ile daha başka yerlere taşınabilmektedir. Hedef dışı organizma ve bitkilere bulaşarak kalıntı ve toksisiteye neden

olmaktadır. Dahası yoğun ve bilgisiz pestisit kullanımı gıdalarda, toprakta, suda ve havada istenmeyen ürünlerin oluşumuna sebep olmaktadır.

Avrupa birliğinde biyo-pestisitler sentetik aktif kimyasallarla aynı düzenlemelere tabi tutulmaktadır. Mevzuatı uygun hale getirmek mevcut sözleşmeye çok sayıda yeni madde ekleyerek biyo-pestisit ürünlerin kullanımını da kolay hale getirecektir. ABD, Hindistan, Brezilya ve Çin gibi ülkelerde ise daha az aktif biyo-pestisit tescil edilmiştir. 2050'lerin başlarında kimyasal pestisitlerle biyo-pestisitlerin aynı oranda olması beklenmektedir.

Tablo 1. de kimyasal pestisitler ve biyo-pestisitler bazı özellikler bakımından karşılaştırılmıştır. Birbirlerine karşı avantaj ve dezavantajlara sahiptirler. Bu dezavantajlar bilirse de kimyasal pestisitlerin kullanımı dünya nüfusunu beslemek ve gerekli gıda miktarını sağlamak için kolay vazgeçilebilecek bir durum olarak gözükmemektedir.

Tablo 1. Ticari kimyasal pestisitlerle biyo-pestisitlerin karşılaştırılması

Kimyasal pestisitler	Biyo-pestisitler
Sentezlenmiş veya yapay/kimyasal maddelerden üretilen bileşiklerin kullanılması	Canlı organizmalardan veya bitkilerden elde edilen doğal bileşiklerin kullanılması
Çevre kirliliğine neden olurlar ve çevre dostu değildirler	Çevreye zarar vermezler
Hedef olmayan organizmalar için zararlı	Hedef olmayan organizmalara zarar vermezler
Maliyet oldukça fazla	Uygun maliyetli ve daha ucuz
Uygulama periyodu arttıkça mikroorganizmalar kademeli olarak direnç geliştirir	Zararlılar direnç geliştirmezler
Piyasa payı fazla	Piyasa payı çok düşük
Su ve toprağı kirletir	Su kaynaklarını kirletmez
Biyolojik birikime yol açar	Biyolojik birikime yol açmaz

Raporlara göre dünya çapında binden fazla kimyasal pestisit varken biyo-pestisit sayısı ancak 100 civarında aktif ürünle sınırlıdır. Bu nedenle

kimyasal pestisitler hayati önem taşımaya devam etmektedir. Bu kimyasal pestisitlerin uygun kullanımı ve yan etkilerinin en aza indirilmiş olması belki bu konuda fayda sağlayacaktır. Hedef tabiki haşere popülasyonunu ve direnç özelliğini en aza indirmektir.

19.yüzyılın ortalarından günümüze kadar sentetik pestisitler zararlılara karşı kullanılmıştır. Artan dünya nüfusunu beslemek için sürdürülebilir tarımında çok iyi planlanması gerekmektedir. Bu planlamada toplumun sağlıklı beslenme talebi karşılanırken doğal kaynakların ve çevrenin korunmasının yanında ekonomikte olması amaçlanmalıdır.

Biyo-pestisitlerin kullanımı tarım ve halk sağlığı için umut vericidir. Kalıntı bırakmayan ürünlere ve organik tarıma yapılan vurgu biyo-pestisitlerin kullanımını daha fazla teşvik edecektir. Doğal biyolojik kontrol mekanizmalarının yanı sıra büyük doğal bitki biyoçeşitliliği malzeme açısından geniş bir yelpaze sunmaktadır. Birçok ülkede yer alan geleneksel bilgi tabanı önemli ipuçlarına sahiptir.

Kaliteli ürünlerin elde edilmesi için biyolojik haşere kontrol yöntemlerinin geliştirilmesi ve araştırılması, halkın ve tarımcıların eğitiminin yanı sıra uygulamalara yönelik kontrol önlemleri gerekmektedir. Geleneksel ilaçların kullanımı yani kimyasal pestisitlerin kullanımına güvenlik kriterleri getirilmelidir.

Ticari biyo-pestisitler uygun fiyatlı olmalı, depolanabilmeli, kolay kullanım ve zararlılara karşı etkili olmalıdır. Bitki koruma için güvenli etkili ve ucuz ürünler bu konudaki hedefler arasında ilk sırada yer almalıdır.

2. Bitki Ekstraktlarının Ve Uçucu Yağlarının Pestisit Olarak Kullanımı

Uçucu yağlar tarihsel olarak gıda ve parfüm endüstrisinde kullanılmış ve çeşitli bitki organlarından (çiçekler, yapraklar, kabuklar,odun, kökler, meyveler ve tohumlar) buharla veya suyla damıtma yöntemleri ile ekstrakte edilmiştir. Uçucu yağların ve ekstraktların sürdürülebilir tarımsal uygulamalarında kullanımına ait birçok araştırma çalışması yapılmıştır. Çok sayıda bulgu antibakteriyel, antifungal, insektisidal, akarisidal ve herbisidal aktiviteleri sayesinde biyopestisit potansiyellerini tanımlamıştır.

Son yıllarda bitki esaslı ekstraktlar ve uçucu yağlar böcek zararlılarıyla mücadelede cazip alternatiflerdir. Bunlar bitkilerden elde edilip ve çok fazla biyo-aktif bileşik içermektedirler. Böcek zararlılarına karşı geniş bir etki aralığına sahiptirler. Bu etkiler böceklere karşı kovucu, solunumlarını etkileyerek öldürücü, yumurtlamalarını bertaraf ederek yeni böceklerin oluşumunu engelleyici özelliklerdir(Ferreira et al., 2019)(Eliopoulos et al., 2015)(Kraikrathok et al., 2013).

Bitkilerin pestisit olarak potansiyel kullanıma sahip araştırmaları genel olarak bitki ekstraktlarının ve uçucu yağlarının taranmasıyla ve denemeleriyle başlamaktadır. İlk olarak test böcekleri ekstraksiyon sıvısı yada uçucu yağ ile beslenerek böcekteki davranış ve gelişimi üzerindeki etkileri gözlenir. Eğer kayda değer bir durum olursa böceği nasıl etkilediği konusuna geçilir. Tüm bu bilgiler hedef olmayan diğer organizmaların güvenliği içinde gereklidir. Bir pestisitte hedeflenen zararlıya seçici olması diğer canlılara ise minimum toksik etki göstermesi istenmektedir.

Chaudhari ve ark.,(2021) yaptıkları derleme çalışmalarında bitki uçucu yağlarında yer alan bileşikleri işaret ederek depo zararlısı böceklere karşı kullanımlarına genişçe yer vermişlerdir. Bu uçucu yağların depo zararlısı böcekler tarafından solunması ve dokunulması ile nasıl etkileşim olduğunu referanslarla belirtmişlerdir. Fakat tüm bunların laboratuvar koşullarından daha ileriye gitmediğini vurgulayarak bunların sahada başarılı olması için ileri çalışmalar yapılması gerektiğini dile getirmişlerdir. Ayrıca bu uçucu yağların nano boyutlarda kapsülленerek kontrollü salınım yoluyla daha uzun etkin olabileceği makale örnekleri bulunmaktadır(Chaudhari et al., n.d.).

Ali ve ark.(2017)ticari olarak aldıkları limon ve sarımsak yağlarını sebzelerde yer alan pamuk yaprak kurdu diye isimlendirilen (*Spodopteralittoralis*) zararlıya karşı beslenme ve yumurtlama engelleme özelliklerini incelemişlerdir. Çalışmalarında araştırmacılarher iki yağında bu zararlı için biyo-pestisit olarak uygulanabilir olacağını rapor etmişlerdir (Ali et al., 2017).

Halder ve ark. (2013) *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Verticillium lecanii*, *Pseudomonas fluorescens* gibi çeşitli sebze zararlılarına karşı neem yağını direk sprey şeklinde uygulayarak etkisini incelemişlerdir.

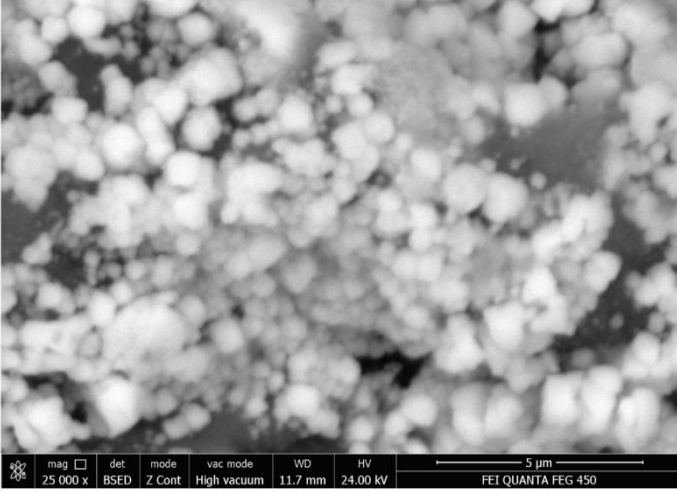
Neem yağı;tesbih ağacı diyede bilinen (*Azadiracha indica*) ağacın çekirdeğinden elde edilmektedir. Doğal bir böcek kovucu olarakta bilinmektedir (Halder et al., 2013).

Khoshraftar ve ark. (2019) Okaliptüs ağacı yapraklarını etanol-su karışımında ekstrakte ettikten sonra kapsül haline getirerekşeftali yaprağı bitine (*Myzus persicae*) karşı insektisidal etkisini incelemiştirlerdir. Ekstrakt ve kapsulledikleri bileşikleri karşılaştırdıklarında kapsüllenmiş olanlar daha iyi sonuç vermiştir. Sentetik pestisit olarak kullanılabileceğini önermişlerdir (Khoshraftar et al., 2019)

Sarma ve ark. *Eucalyptusmaculata*, *Ocimumsanctum*, *Menthapiperita*, *Callistemonlinearis*ve *Allium sativum*bitkilerinden Clevenger cihazı ile elde ettikleri uçucu yağları sarıhumma sivrisineği (*Aedes aegypti*) üzerinde larvasidal ve büyüme özelliğini1.-2.-3. gün bakımından araştırmışlardır (Sarma et al., 2019.)

Mkenda ve ark. (2015)tarafından *Tephrosia vogelii*, *Vernonia amygdalina*, *Lippia javanica*. ve *Tithonia diversifolia* bitkileri çiftliklerin, yol kenarlarının ve çalılık alanların çevresinde bol miktarda bulunmaları, çiftçilere tanıdık gelmeleri ve etkinlikleri, biyo-aktif bileşenleri ve güvenlikleri hakkında mevcut önemli bilgiler nedeniyle seçilmiştir. Etkinliklerini bitlere *Aphis fabae*, fasulye yaprağı (*Oothenca mutabilis*) ve çiçeği böceğine (*Epicauta albivittata* ve *E.limbatipennis*) karşı etkinliklerini %1 ve %10 olmak üzere iki farklı konsantrasyonlarda hazırladıkları su ekstraktını kullanarak uygulamalarını yapmışlardır. Daha ileri çalışmaların gerekliliğine işaret etmişlerdir (Mkenda et al., 2015)

Son yıllarda nano boyutlu malzemelerin her alanda kullanımına paralel olarak biyo-pestisit olarak değerlendirilmesine yönelik birçok çalışma yer almaktadır (Şekil 3.). Dünyada olduğu gibi ülkemizde kimyasal tarımdan yeşil tarım ve uygulamalarına eğilim her geçen gün artmaktadır. Metal nano partiküllerin biyo-pestisit olarak kullanıldığına rastlanmaktadır. Özellikle bitki ekstraktlarından yeşil sentezle elde edilen gümüş nano partiküllerin zararlı mücadelesine ait birkaç deneme literatürde olumlu sonuçlarıyla dikkat çekmektedir (Alharbi et al., 2018; Jayaseelan et al., n.d.).



Şekil 3. Nanopartiküllere ait görsel

Kale ve ark.,(2021) derleme makalelerinde nano teknolojinin ve nano boyutlu materyallerin disiplinler arası uygulama alanlarına sahip olduğuna yer vererek tarımdaki uygulamalarını geniş alanda değerlendirmişlerdir. Üretimden paketlemeye kadar tarım ürünleri için nano boyutlu malzemelerin önemini belirtmişlerdir (Kale et al., 2021).

Alif ve ark.,bitkilerdeki un biti (*Triboliumcastaneum*) depo zararlısı için gümüş nano partiküllerle ticari pestisitın etkisini karşılaştırmışlardır. Ve depo zararlısı un bitine karşı gümüş nano partiküllerin iyi bir biyo-pestisit olacağını ifade etmişlerdir (Alisha S, 2019.).

Raguvaran ve ark., (2021) fungalbiyo kütle ile yeşil sentezledikleri gümüş nano partikülleri un kurduna karşı pestisit etkisini incelemişlerdir (Santos et al., 2021).

Henríquez ve ark.,(2020) bitki ekstraktlarından sentezlenen gümüş ve altın nano partikülleri tarım alanında kullanım yerleri bakımından araştırdıkları derleme çalışmalarında çevre kirliliğine sebep olmadan alternatif materyaller ile bitki yetiştirmede kullanılabileceğini önermişlerdir (Castillo-Henríquez et al., 2020.)

Jayaseelan ve ark.,guduschi bitkisinden yeşil sentezle elde ettikleri gümüş nanopartikülleri karakterize ettikten sonra *A. subpictus* and *C.*

Quinquefasciatus'a karşı larvasidal etkilerini incelemişlerdir (Jayaseelan et al., 2011.). Yüksek konsantrasyonlarda daha etkin olduğunu rapor etmişlerdir.

İbrahim ve ark.(2019) kişniş bitkisinden elde ettikleri gümüş nanopartikülleri pirinç için patojen bakteriye etkisini yani antibakteriyal özelliğini araştırmışlardır. Elde ettikleri veriler gümüş nanopartiküllerin pirinç bitkisini bakteriyel enfeksiyonlardan koruma ve bitki büyümesine katkısı olduğunu göstermektedir (İbrahim et al., 2019).

Pestisit özelliği gösteren bitkiler araştırmalar artmakla birlikte bazı kısıtlamalar ve boşluklar olması söz konusudur. Etkinliklerinin yanında kullanılmalarının çiftçiler için ekonomik olarak faydaları gerçek tarla koşullarında değerlendirilmeleri ile mümkün olacaktır(Mkenda et al., 2015)

Çiftçiler ve genel olarak toplum, hem geleneksel kimyasal pestisitlerin hem de biyo-pestisitlerin karışık ve mantıklı kullanımından fayda sağlamalıdır ve gelecekte daha büyük faydalar elde etmek için biyo-pestisitlerin kullanıldığı araştırmalara ağırlık verilmesi zorunlu hale gelmektedir.

3. SONUÇ

Artan nüfus sayısı tarım üzerinde büyük bir yük oluşturmaktadır. Bu yükün üstesinden gelmek için gıda ihtiyacını herhangi bir yoksunluk olmadan karşılamak için kimyasal pestisitlerin kullanım oranı oldukça yüksektir. Hastalık olmayan ve verimin yüksek olduğu bir tarım sistemi sektörün temel hedefidir. Buda çevre kirliliği, haşere direnci, değişmiş toprak yapısı veya bileşimi, bitkilerde varyasyon ve insan sağlığını bozucu etkileri beraberinde getirmektedir. Tüm bunların üstesinden gelmek için zararlıları (yabani ot, organizma, vd.) kontrol etmede sentetik pestisitlerin yerine biyo-pestisitlerin etkili olduğu sürdürülebilir tarımsal uygulamalara ihtiyaç vardır.

Doğal ürünler (ekstraktlar, uçucu yağlar gibi) kolayca parçalanabildiklerinden çevreyi kirletmeyecekleri için doğa dostu ya da yeşil mücadele diye adlandırılacak yöntemler olarak kullanılmaktadır. Biyo-pestisit ürünlerin geliştirilerek formüle edilmesi için çok fazla faktör bulunmaktadır. Öncelikle doğal ürünlerin formüle edilerek geliştirilmesi gerekmektedir. Zararlılarla mücadelede kimyasal pestisitlerin yerine tarım ve

çevre dostu biyo-pestisitlerin kullanımı yaygın hale getirilmelidir. Ticari biyo-pestisitler uygun fiyatlı olmalı, depolanabilmeli, kolay kullanım ve zararlılara karşı etkili olmalıdır. Bitki koruma için güvenli etkili ve ucuz ürünler bu konudaki hedefler arasında ilk sırada yer almalıdır.

KAYNAKÇA

- Alharbi, N. S., Govindarajan, M., Kadaikunnan, S., Khaled, J. M., Almanaa, T. N., Alyahya, S. A., Al-anbr, M. N., Gopinath, K., & Sudha, A. (2018). Nanosilver crystals capped with *Bauhinia acuminata* phytochemicals as new antimicrobials and mosquito larvicides. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 50, 146–153. doi: 10.1016/J.JTEMB.2018.06.016
- Ali, A. M., Shaurub Professor of Entomology, E.-S. H., Elsayed, A. M., Ali Ali, C. M., Mohamed, D. S., & Shaurub, E.-S. H. (2017). Antifeedant activity and some biochemical effects of garlic and lemon essential oils on *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae). ~ 1476 ~ *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(3), 1476–1482.
- Alisha S, A. A. (2019). *Comparative bioassay of silver nanoparticles and malathion on infestation of red flour beetle, Tribolium castaneum*. doi: 10.1186/s41936-019-0124-0
- Anonim (2023a) <https://esular.com/bitki/domates-zararlilari/>, (Erişim tarihi:14.11.2023
- Anonim (2023b)<https://www.sorhocam.com/konu.asp?sid=3113&kimyasal-mucadele-nedir.html>, (Erişim tarihi:14.11.2023)
- Castillo-Henríquez, L., Alfaro-Aguilar, K., Ugalde-Álvarez, J., Vega-Fernández, L., Montes De Oca-Vásquez, G., & Roberto Vega-Baudrit, J. (2020). *Green Synthesis of Gold and Silver Nanoparticles from Plant Extracts and Their Possible Applications as Antimicrobial Agents in the Agricultural Area*. doi: 10.3390/nano10091763
- Chaudhari, A. K., Singh, V. K., Kedia, A., Das, S., & Dubey, N. K. (2021). *Essential oils and their bioactive compounds as eco-friendly novel green pesticides for management of storage insect pests: prospects and retrospects*. doi: 10.1007/s11356-021-12841-w/Published
- Eliopoulos, P. A., Hassiotis, C. N., Andreadis, S. S., & Porichi, A.-E. E. (2015). Fumigant Toxicity of Essential Oils from Basil and Spearmint Against Two Major Pyralid Pests of Stored Products. *J. Econ. Entomol*,

108(2), 805–810. doi: 10.1093/jee/tov029

- Ferreira, R. M. A., Duarte, J. L., Cruz, R. A. S., Oliveira, A. E. M. F. M., Araújo, R. S., Carvalho, J. C. T., Mourão, R. H. V., Souto, R. N. P., & Fernandes, C. P. (2019). A herbal oil in water nano-emulsion prepared through an ecofriendly approach affects two tropical disease vectors. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 29(6), 778–784. doi: 10.1016/j.bjp.2019.05.003
- Halder, J., Rai, A. B., & Kodandaram, M. H. (2013). Compatibility of neem oil and different entomopathogens for the management of major vegetable sucking pests. *National Academy Science Letters*, 36(1), 19–25. doi: 10.1007/S40009-012-0091-1/TABLES/3
- Ibrahim, E., Fouad, H., Zhang, M., Zhang, Y., Qiu, W., Yan, C., Li, B., Mo, J., & Chen, J. (2019). Biosynthesis of silver nanoparticles using endophytic bacteria and their role in inhibition of rice pathogenic bacteria and plant growth promotion. *RSC Advances*, 9(50), 29293–29299. doi: 10.1039/c9ra04246f
- Jayaseelan, C., Abdul, A., Govindasamy Rajakumar, R. & Arivarasan, V., Kirthi, T., Santhoshkumar, S., Marimuthu, A., Bagavan, C., Kamaraj, A., Abdur, Z., & Elango, G. (2011.). *Synthesis of pediculocidal and larvicidal silver nanoparticles by leaf extract from heartleaf moonseed plant, Tinospora cordifolia Miers*. doi: 10.1007/s00436-010-2242-y
- Kale, S. K., Parishwad, G. V., Husainy, A. S. N., & Patil, A. S. (2021). ES Food and Agroforestry Emerging Agriculture Applications of Silver Nanoparticles. *ES Food Agrofor*, 3, 17–22. doi: 10.30919/esfaf438
- Khoshraftar, Z., Safekordi, A. A., Shamel, A., & Zaefizadeh, M. (2019). Synthesis of natural nanopesticides with the origin of Eucalyptus globulus extract for pest control. *Green Chemistry Letters and Reviews*, 12(3), 286–298. doi: 10.1080/17518253.2019.1643930
- Kraikrathok, C., Ngamsaengi, S., Bullangpoti, V., Pluempanupat, W., & Koul, O. (2013). Bio efficacy of some piperaceae plant extracts against *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). *Communications in*

Agricultural and Applied Biological Sciences, 78(2), 305–309.

- Kumar, J., Ramlal, A., Mallick, D., & Mishra, V. (2021). *An Overview of Some Biopesticides and Their Importance in Plant Protection for Commercial Acceptance Academic Editors: Špela Mechora and Dragana Šunjka*. doi: 10.3390/plants10061185
- Mkenda, P., Mwanauta, R., Stevenson, P. C., Ndakidemi, P., Mtei, K., & Belmain, S. R. (2015). *Extracts from Field Margin Weeds Provide Economically Viable and Environmentally Benign Pest Control Compared to Synthetic Pesticides*. doi: 10.1371/journal.pone.0143530
- Santos, T. S., Dos Passos, E. M., de Jesus Seabra, M. G., Souto, E. B., Severino, P., & Mendonça, M. da C. (2021). Entomopathogenic Fungi Biomass Production and Extracellular Biosynthesis of Silver Nanoparticles for Bioinsecticide Action. *Applied Sciences* 2021, Vol. 11, Page 2465, 11(6), 2465. doi: 10.3390/APP11062465
- Sarma, R., Adhikari, K., Mahanta, sudarshana, & Khanikor, B. (2019). *Combinations of plant essential oil Based terpene Compounds as Larvicidal and Adulticidal Agent against Aedes aegypti (Diptera: Culicidae)*. doi: 10.1038/s41598-019-45908-3

BÖLÜM 5

TARIMDA SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK İÇİN TARIM 4.0 VE TÜRKİYE TARIMINDAN UYGULAMALAR

Doç. Dr. H. Sibel GÜLSE BAL¹

Dr. Öğr. Üyesi Esra KAPLAN²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10214672>

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü/
Tokat- Türkiye Orcid No: 0000-0001-7298-1416

e-mail: hayriyesibel.gulsebal@gop.edu.tr

²Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü/
Tokat- Türkiye Orcid No: 0000-0002-4423-7291 e-mail: esra.gurel@gop.edu.tr

GİRİŞ

Tarımın sürdürülebilirliği, tüm dünya için çok önemlidir. Tarım sektörünün insanlığın gıda ihtiyacını karşılayabilmesi, ekonomiye katkıda bulunabilmesi için, öncelikle sürdürülebilir olması gerekmektedir. Geleneksel tarım yöntemleri ve tarımsal üretim kaynaklı çevre kirliliğinin kaynaklar üzerindeki baskının artması, buna iklim değişikliği baskısının eklenmesi tarımın sürdürülebilirliğini tehlikeye sokmaktadır. Üretim boyutunda gelişen bu kısıtların tam tersine artan dünya ve ülke nüfusları için gıda sağlama ve gıdanın güvenilirliği tarımsal üretime başka bir bakışı ve yeni yaklaşımları gerekli kılmıştır. Bu nedenle tüm dünyada, tüm alanlarda yükselişte olan akıllı teknolojilerin tarımsal üretimde de kullanılması zorunluluk haline gelmiştir.

Dünya’da endüstri 4.0 süreci ile başlayan teknolojik değişim ve gelişmeler bugün insan yaşamının ayrılmaz parçaları olmuştur. Bilgisayarlar, internet, sensörler, nano teknoloji gibi devrimsel değişikliklerle tüm dünyada ve insanın ilişkili olduğu tüm alanlarda dijital bir dönüşüm yaşanmaktadır. Yapay zekâ, kablosuz iletişim, makinalar arası iletişim, (M2M) bulut sistemleri, nesnelerin interneti (IoT) gibi kavramların ve mobil cihazların kullanımı insan yaşamıyla ilişkili tüm alanlara yayılırken bu sürecin tarımsal üretime yansımaları ve çevre baskısı, nüfus baskısı, ekonomik baskılar ile tarımda dijital dönüşüm kaçınılmaz hale gelmiştir. 2010 yılından sonra ise Tarımda 4.0 olarak adlandırılan bilgi teknolojilerinin tarımın bir parçası halini aldığı “Akıllı Tarım” dönemi başlamıştır (Coffey and Bewley, 2014).

Ekonomik gelişmenin tarihinde hep gelişmekte olan ülkelerin doğal kaynaklara dayalı, gelişmiş ülkelerin ise endüstriyel ve teknolojik üstünlüklerine vurgusu yapılmıştır. Bugün gelişmişler sahip oldukları teknolojik üstünlüğü tarımda kullanarak akıllı tarım uygulamaları ile tarım sektöründe de üstünlük sağlamışlardır (Kılavuz ve Erdem 2019).

Artan nüfusla birlikte artan ihtiyaçlara karşılık tarım arazilerinin artırılmıyor olması tarım arazilerinden maksimum fayda sağlamayı zorunlu kılmaktadır. Ancak dağınık ve parçalı arazi yapısı, üretim planının olmayışı, örgütlenme eksikliği, bilinçsiz ve kontrolsüz gübre ve ilaç kullanımı, verimsiz ve güvenli olmayan tarımsal üretimi ve tarımın daha birçok sorunu ile Türkiye henüz bu sorunlarına çözüm bulamamışken, bu sorunlara küresel ısınma ve

değişen iklim koşullarının da eklenmesi ile tarım sektörünün tüm sorunlarına ivedilikle ve akıllı tarımı da dahil ederek çözümler üretmek, kaynak üstünlüğünü kullanmak zorundadır.

Tarımsal olarak güçlü olan gelişmekte olan ülkeler dünyanın bugünkü ve gelecekteki sorunlarından teknolojik zayıflıklarından dolayı daha çok etkilenecek güçlü oldukları alanda da dışa bağımlı olacaklardır. Bu durum, gıda fiyatlarının artışına ve tarımın desteklediği ekonomilerinde büyüme problemlerine neden olacaktır. Bu bağlamda, Türkiye ve tüm ülkeler büyüme ve tarım sektöründe Tarım 4.0 ile yeni stratejik planlamalara gitmek zorundadır (Kılavuz ve Erdem 2019).

Sözü edilen bu dönüşüm içinde, Türkiye'nin Dünya'daki sosyo-ekonomik değişime ayak uydurabilmesi, tarımsal sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi, tarım sektörünün ülkenin ve dünyanın talep ettiği gıdayı nitelik ve nicelik açısından sağlayabilmesi için tarımın teknoloji ile entegrasyonu oldukça önemlidir. Türkiye tarımının geleceği ve uluslararası rekabet gücü bununla sıkı şekilde bağlantılıdır.

Dünyada yaygınlaşan akıllı tarım uygulamaları Türkiye'de de uygulanmakta olup, mevcut duruma bakıldığında bu teknolojileri iyi kullanan ülkelerin oldukça gerisinde kaldığı görülmektedir. Türkiye sahip olduğu yüksek tarımsal potansiyelini bugüne kadar doğru bir şekilde değerlendirememiştir, durum böyle iken ve mevcut sorunlar çözümlenememişken her geçen gün tarım kaynaklarını ve tarımsal üretimi strese sokan birçok farklı problem işleri daha da zorlaştırmaktadır. Bu durum Türkiye için hassas davranmayı ve akıllı tarım teknolojilerinden faydalanmayı zorunlu kılmaktadır.

Bu nedenle bu çalışmada her şeyin hızla değiştiği bir süreçte Türkiye tarımının dünyaya uyumu ve sürdürülebilirliğinden hareketle daha çevreci, daha verimli, düşük maliyetli, bilgi, yenilik ve teknolojiye dayalı tarımsal üretim için Türkiye'nin 4.0 sürecinin durumu, gelişme potansiyeli, bu konuda aşılması gereken engeller tartışılmıştır.

1. Sürdürülebilir Tarımsal Üretim İçin 4.0 Tarım Uygulamalarının Önemi

Tarımsal üretimin sürdürülebilirliği için akıllı sistemler üreticilerin ihtiyacı olan tüm faktörleri, hızlı ve eş anlı olarak bilgisine sunulacak kaynakların etkin kullanımı sağlanmaktadır.

Bugün dünyada tarım sektörü teknolojinin kullanımıyla büyük bir dönüşüm içindedir ve teknolojinin tarım sektörünün geleceğini şekillendireceği düşünülmektedir. Tarımsal üretimde bilgi iletişim teknolojilerinin kullanımı ile verimlilik ve etkinliğin artırılması olarak tanımlanan bu süreç Tarım 4.0 sürecidir. Tarım 4.0 ile tarımın teknolojik dönüşümü verimlilik ve etkinliğin yanı sıra çevre dostu ve sürdürülebilir bir tarımsal üretim dönüşümüdür.

Tarım 4.0 uygulamaları; karar alma süreçlerini hızlandırmakta, teknoloji temelli bu uygulamalarla kaynakların daha etkin kullanılmasını sağlamakta ve üretim maliyetleri de önemli ölçüde azaltılabilmektedir. Aynı zamanda güvenilir ve sağlıklı gıdaya erişim imkanları yaratmaktadır.

Dünya nüfusu ve beraberinde gün geçtikçe artan küresel gıda talebi için FAO, 2025 yılında dünya nüfusunun 8 milyara, 2050 yılında ise 9,6 milyara ulaşacağı tahmininde bulunmuştur. Bu tabloya göre 2050 yılına kadar tarımsal üretimin %70 artış göstermesi gerektiği belirtilmektedir. Bu tahmin, tüm dünyanın üretim ve yaşam eğilimlerini ve tarım sektörünün mevcut durumunu gözden geçirmesini gerektirmektedir. Tarımsal üretimde kullanılan mevcut üretim teknikleri yüksek maliyetler, verimliliğin sınırlarına gelinmesi, tarım arazilerinin çeşitli sebeplerle azalması, iklim değişikliği ve su kısıtı, artan enerji ihtiyacı, tarımsal işgücünün azalması gibi sorunları ile artan gıda talebini karşılamak mümkün görünmemektedir (Anonim, 2019a).

Türkiye yüzölçümü, nüfusu, tarım alanları açısından dünyada önemli bir yere sahiptir. Ülke için de istihdamdaki ve GSYH içindeki payı ile önemi oldukça yüksektir. Dünya tarım ihracatında Türkiye üretiminde doğal üstünlüğe sahip olduğu bazı ürünlerde dünya piyasalarında yer bulmuştur ancak ne üstünlüğe sahip olduğu ürünlerde ne de diğer üretimlerinde Dünya'da olması gereken yerededir. Tarım alanları konusunda dezavantajlı Hollanda'yı, İsrail'i ve bu ülkelerin başarısının dayandığı teknoloji henüz

yeterli ölçüde Türkiye tarımına entegre edilememiştir. Tarım 4.0 sürecine uyum sağlamış ülkelerin hem ihracat hem de ithalatında iletişim teknolojileri ürünlerinin payının yüksek olduğu görülmektedir.

2. Türkiye’de Tarım 4.0 Uygulamaları

Dünyanın en verimli topraklarında konumlanmış, tarımsal üretim potansiyeli açısından böyle bir avantaja sahip Türkiye’de tarım 4.0 da dünyanın gelişmişlerini yakalayamamıştır. Türkiye kaynakları, çevreyi, insanı önemseyen hassas tarım teknolojileri ile üstünlüğü yakalayan ülkelerin uygulamalarını tarımına entegre etmelidir. Son yıllarda Tarım 4.0 da dünyada yaşanan gelişmeler Türkiye’de de ivme kazanmaya başlamıştır. Bu alan Ar-Ge faaliyetleri ve devlet politikaları ile devlet, üniversiteler, araştırma merkezleri ve özel sektör dahil tüm sektörler tarafından desteklenmektedir. GSM şirketleri başta olmak üzere; tarımsal ekipman, ar-ge ve yazılım üreten firmaların sayısı ve patent başvuruları her geçen gün artmaktadır. Özel sektör firmaları arasında da iş birliği örnekleri yayılmaktadır (Anonim, 2020).

2.1. Tarım ve Orman Bakanlığı’nın Tarım 4.0 Ar-Ge Çalışmaları ve Uygulamaları

2019-2023 yıllarını kapsayan 11 inci Kalkınma Planında Türkiye, uluslararası rekabet edebilir ileri teknolojiye dayalı, altyapı sorunlarını çözmüş, verimliliği yüksek, örgütlü, çevresel sosyal ve ekonomik olarak sürdürülebilir bir tarım sektörünün oluşturulması amaçlamıştır.

Dijitalleşme, yapay zekâ ve veriye dayalı iş modelleri ve tarımsal bilgi sistemlerinin geliştirilmesi, tarımsal girdi ve ürüne yönelik piyasa bilgi ve izleme sistemi oluşturulması, tüm ülke için toprak yeteneklerinin detaylı toprak etütleriyle sınıflandırma ve haritalayan bir toprak bilgi sistemi oluşturulması ve buna göre tarımsal arazi kullanım planlaması yapılması, suyu verimli ve tasarruflu kullanan sulama sistemleri kullanılması ve yaygınlaştırılması, modern seraların kurulması ve mevcutların modernizasyonunun sağlanması, etkin ve güvenli pazarlama için e-ticaret düzenlemelerin yapılması, sürdürülebilir tarım için çevreci üretim tekniklerinin geliştirilip desteklenmesi, kamu, üniversite, özel sektör ve sanayi işbirliği ile tarımsal Ar-Ge çalışmalarının etkinlik ve niteliğinin artırılması hedefleri yer almaktadır (Anonim, 2019b).

Bugün bilgi teknolojileri ile insana, bitkiye, hayvana ve çevreye duyarlı, üretimde kalite ve verimlilik faktörlerini ön planda tutan bir üretim için teknolojik değişim sürecineuymak ve rekabet gücüne sahip olmak için anahtar Ar-Ge çalışmalarıdır. Tarımın sürdürülebilirliği ve rekabet gücü; eğitilmiş ve kaliteli insan kaynağına, doğal kaynaklara sahip çıkmaya, verimliliğe ve teknolojiye uyum sağlamaya bağlıdır. Çeşitliliğin arttığı, rekabetin kızıştığı ve sınırların ortadan kalktığı piyasa koşullarında, ülke tarımının rekabet gücü ve sürdürülebilir üretim için Ar-Ge temel dayanak olarak görünmektedir. Ar-Ge yatırımları yapılan harcama miktarından daha fazla bir getiri sağlayabilecek potansiyelinden ötürü yapılmaktadır (Ağır ve Utlu, 2011).

Tarım 4.0 sürecine Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü enstitüleri, devletin diğer araştırma kurumları ve özel sektör ortaklıklarıyla yürütülen birçok proje ile destek vermektedir. Türkiye’de Akıllı Tarım Teknolojilerine yönelik yürütülen çalışmalardan bazıları ise aşağıda sıralanmıştır.

2.1.1. Türk Tarımının Global Entegrasyonu ve Tarım 4.0 Projesi

Kamu ve üniversitelerin bu alandaki çalışmalarının bir örneği İzmir Ticaret Borsası ve Ege Üniversitesi ortaklığıyla yürütülen “Türk Tarımının Global Entegrasyonu: Tarım 4.0” projesinde Türkiye’de tarım sektörünün Tarım 4.0 sürecindeki durumu, Türk tarımının Sanayi 4.0 süreçlerine entegrasyonundaki temel yapısal sorunları ortaya koyularak, bu sürece başarılı bir entegrasyon için çözüm ve öneriler geliştirilmeye çalışılmıştır.

2.1.2. Akıllı Tarım Fizibilite Projesi (AKTAR)

Akıllı Tarım Fizibilite Projesi (AKTAR), TÜBİTAK Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü (UZAY) ve Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi ortaklığı ile Haziran, 2015’te, İç Anadolu Bölgesi’nde yetişen ürünler için hassas tarım modellerinin geliştirilmesi amacıyla başlatılmıştır. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Haymana Araştırma ve Uygulama Çiftliği’nin 400 hektarlık arazisinde 16 ürün için hassas tarım uygulamaları yapılmıştır. Havadan ve yerden veriler toplanarak, analiz edilmiştir. Verim, sulama, hastalık ve zararlıların tespiti, gübreleme ve haritalamada uzaktan

algılama sistemleri ile verinin eldesi ve değerlendirmeleri amaçlanmıştır (Kaya 2019; Akay, 2018; Teke ve ark. 2016).

2.1.3. Traktörlerde Otomatik Dümenleme Sistemi Projesi

GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü ve ASELSAN ortaklığında Traktörlerde Otomatik Dümenleme Sistemi (OTAK) Projesi yürütülmüştür. Geliştirilen OTAK prototipi kullanıcısına arazi profiline göre otomatik kontrol imkânı vermekte, çok küçük sapmalarla aralık bırakmadan ve üst üste bindirmeden daha az toprak sıkışması, hızlı toprak işleme, hassas ekim başarısı, yakıttan yaklaşık %12 oranında tasarruf sağlamaktadır. OTAK'ın neredeyse sıfır operatör yorgunluğu ve memnuniyeti, sonraki işlerde (hasat vs.) kolaylaştıran, ilaçlanmamış ya da gübrenmemiş yer bırakmayan yakıt, ilaç, tohum, gübre ve işçilikten tasarruflayan teknolojisine sahip olduğu belirtilmektedir. Projesi 2017 yılında sonuçlanmıştır (Pakdemirli ve ark, 2021).



Şekil 1. Yerli OTAK

3.1.4. İnsansız Hava Aracı ile Görüntü İşleme Temelli Hassas Tarım Uygulamaları Projesi

ASELSAN'ın ARI-1 Döner Kanatlı İnsansız Uçan Sistemi ile toprağın su ve gübre ihtiyacı, hasat zamanı tahmini ve rekolte hesabı yapılabilmesi amaçlanmıştır. Çeşitli ürünler için bir kütüphane altyapısı

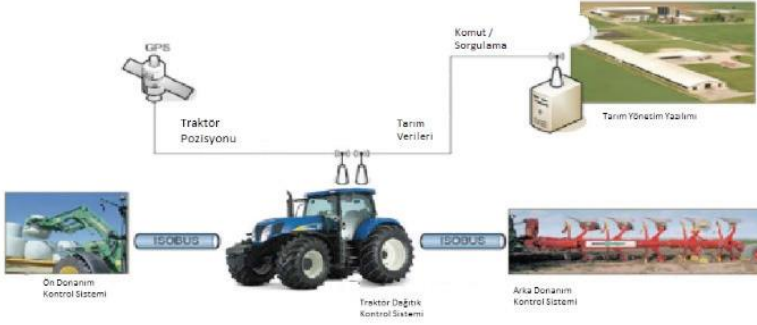
oluşturulması, bu altyapıdan tarım sigortalarına yönelik hasar tespit çalışmalarında da faydalanılması planlanmıştır. Ankara Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Müdürlüğü ve ASELSAN ortaklığında başlatılan bu Ar-Ge projesi 2017 yılında sonuçlanmıştır (Pakdemirli ve ark, 2021).



Şekil 2. Haymana İkizce lokasyonunun multispektral kamera ile alınan buğday tarlası görüntüsü

2.1.5. Çiftlik Yönetim Sistemi Projesi

2017 yılında sonuçlanan bu proje ile tarımsal üretimi süreçlerine ilişkin bütünleşmiş bir bilgi sistemi oluşturmak amaçlanmıştır. Sistem verilerin toplanması, izlenmesi, değerlendirilmesi ve karar verme süreçlerini kapsamakta olup, traktörler ve bağlı oldukları ekipmanlar, üretimin her aşamasında birbirleriyle iletişim halindedir. TAGEM-ASELSAN iş birliği ile gerçekleştirilen projede tarım araçları üzerindeki uluslararası ISO 11783 Standart ara yüzünde toplanan mesajların, telsiz linki üzerinden uzak mesafeye aktararak haberleşebilmeye, toplanan verilerin harita üzerinde işlenmesine, tarihsel olarak görüntülenmesine ve analiz edilmesine olanak sağlayan bir yazılım geliştirilmiştir (Pakdemirli ve ark, 2021).



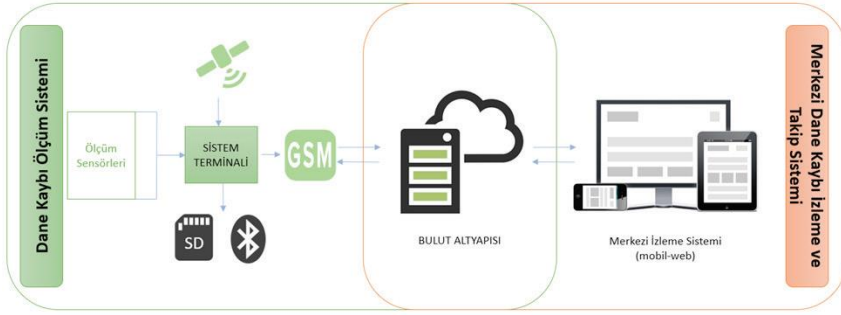
Şekil 3. OTAK ve İHA'nın koordinasyonunu sağlayan Çiftlik Yönetim Sistemi projesi

2.1.6. Ülkesel Hassas Tarım Projesi

Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü ve Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü tarafından yürütülen proje aşırı kimyasalların kullanımı ve sebep olduğu çevre kirliliğinin analize dayalı ve planlı bir girdi kullanımına dönüştürülmesini ve tarım kaynaklı çevre kirliliğinin azaltılmasını amaçlamaktadır. Analize dayalı girdi kullanımı aynı zamanda yüksek maliyetli tarımsal girdilerin çiftçiler üzerindeki ekonomik baskısı da engelleyecektir (Pakdemirli ve ark, 2021).

2.1.7. Merkezi Dane Kaybı İzleme ve Takip Sistemi Projesi

Birleşmiş Milletler Eylül 2015'te Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerikapsamında, "2030'a kadar perakende ve tüketici düzeylerinde kişi başına düşen küreselgıda israfının azaltılması ve hasat sonrası kayıplar ile üretimdeki ve tedarik zincirlerindeki kayıplarının azaltılması" kararını almıştır. Bu proje ile BM'nin hedefleri paralelinde Türkiye için Bulut tabanlı bir sistemde dane kaybınınanlık olarak görüntülenmesi, merkezi izleme birimine iletilmesi,hasat yapan biçerdöverlerinanlık konumu ile işlem/kayıp durumu bilgilerinin mobil ve web tabanlı uygulama altyapıları ile izlenmesi sağlanabilmesi amaçlanmıştır. Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü ile ODTÜ TEKNOKENT-GEOSYS Firması ortaklığı ile Kamu Özel Sektör projeleri kapsamında yürütülmektedir (Pakdemirli ve ark, 2021).



Şekil 4. Dane Kaybı İzleme sisteminin iş akışı şeması

2.1.8. Örtü Altı Sebze Yetiştiriciliğinde Kendi Yürür Pülverizatör Tasarımı

Örtü altı üretim tarımın sürdürülebilirliğinde bir yandan verim ve üretim artışına olanak sağlarken diğer taraftan girdi kullanımında uygulanma yöntemlerinde ve ilaç miktarlarında önemli hatalarla çevre, insan sağlığı ve sürdürülebilir tarıma engel oluşturmaktadır. Proje Bornova Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü tarafından yürütülen bu proje ile örtü altı tarımı için uzaktan kumanda edilebilen kendi yürür pülverizatörün tasarımı ve imalatı yapılmıştır (Pakdemirli ve ark, 2021).

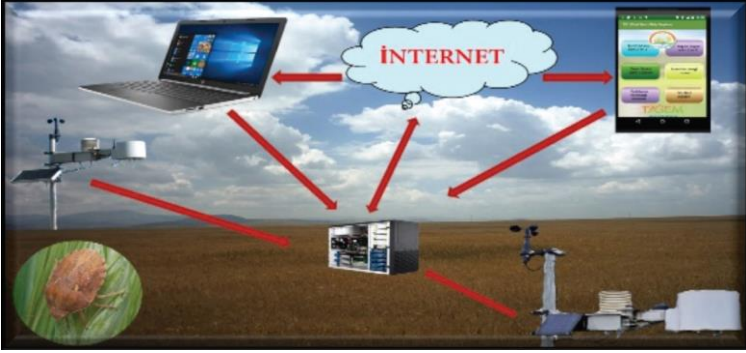


Şekil 5. Yerli örtü altı robotik ilaçlama

2.1.9. Buğday Üretiminde Süneyle Mücadelede Tahmin Uyarı Sistemi

Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından yürütülen bu projede sünenin tüm biyolojik dönemleri, yaşam döngüsü ile

iklim verileri arasındaki ilişki ortaya konulmuş, mücadele için yapay zekâ tekniklerinden yararlanılarak, sürvey ve mücadele zamanını en az hata ile belirleyen bir tahmin-uyarı sistemi oluşturulmuştur. Prototip yazılım iki yıl Aksaray ve Kırşehir’de yazılımın güvenilirliği için test edilmiştir. (Pakdemirli ve ark, 2021).



Şekil 6. Süne Uyarı Sistemi iş akış şeması

2.1.10. Hayvan Takip Sistemi geliştirme çalışmaları HAYBİS ve TÜRKVET

Hayvanların takibi için Hayvancılık Bilgi Sistemi (HAYBİS), hayvanların tam sayımı, hangi koordinatlarda buldukları, canlı olup olmadıkları bilgisini sürekli sağlayan, hayvan sağlığı çalışmalarında uygulayıcılara kolaylıksağlayan bir işletme yönetimine olanak vermektedir. Ayrıca kızgınlık, ruminasyon karakteristiğini, kulak iç yüzey sıcaklığı değişimi değeri gibi hayvan davranışları verilerinin hayvan takip cihazından eldesi ile sürdürülebilir üretimi destekler. TAGEM Uluslararası Hayvancılık Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü ve ASELSANNET tarafından yürütülen projenin pilot uygulamasında 20.000 kadar büyükbaş hayvan sisteme dahil edilerek izlenmiştir (Pakdemirli ve ark, 2021). Ayrıca hayvan sağlığına ilişkin Veteriner Bilgi Sistemi (TÜRKVET) hayata geçirilmiştir (Anonim, 2021a).



Şekil 7. Elektronik Hayvan Takip Sistemi Arayüzü

2.1.11. Dijital Tarım Pazarı DİTAP

Veri toplama yanında tarımsal pazarın dijital platforma taşınması, alıcılı piyasada üreticilerin değer fiyatı satış yapabilmesi, tüketicilere çok çeşitli ürün sunulabilmesi, aracılardan ortadan kalkması ile maliyetlerin düşmesi, fiyat istikrarı sağlanması gibi üreticinin pazar gücünün artıracak uygulamaların hedeflendiği bir projedir ve Dijital Tarım Pazarı (DİTAP) faaliyete geçirilmiştir (Anonim, 2021a).

2.1.12. HİDROTÜRK Modelleme Platformu

Türkiye’de su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi için, su kaynaklarının bütüncül bir modellemesinin yapılmak istenmiş bunun için 2016-2019 yılları arasında Türkiye’ye Özgü Hidrolojik, Su Kalitesi ve Ekolojik Modelleme Aracı Geliştirilmesi Projesi, kapsamında HİDROTÜRK Modelleme Platformu geliştirilmiştir. Bu proje ile su varlıklarının karşılaştığı etkilerin ve bu etkilerin sonuçlarının belirlenmesi ve geleceğe dönük en doğru su yönetimi ve politikalarının oluşturulmasına katkı sağlaması amaçlanmıştır (Anonim, 2020).

2.1.13. Ulusal E-Tarım Stratejisinin Desteklenmesi Projesi

2019 yılında Tarım ve Orman Bakanlığı ile Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) iş birliğinde Türkiye’de tarımın bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanım seviyesini belirlemek, e-tarım ve tarım teknolojilerine ilişkin farkındalık oluşturmak, ulusal bir e-tarım stratejisi geliştirilmesine

destek vermek ve buna ilişkin altyapı hazırlamak,teknolojik kapasiteyi artırmak amacıyla Ulusal E-Tarım Stratejisinin Desteklenmesi Projesi başlatılmıştır ve tarım 4.0 a katkısının yüksek olacağı düşünülen bir projedir (Anonim, 2019b). Üreticilerin arazi bilgileri, ürünleri, hayvansal verileri, nakil işlemleri gibi bilgilere kolayca ulaşılan ve işlem yapılan E-Çiftçi Portalı oluşturulmuştur. Tarım arazilerinin bölünerek küçülmesinin önlemek için, tapu işlemleri ile ilgili, Tarım Arazileri Yönetim Portalı, şeker pancarı üretiminde çiftçi bazında tüm süreçlerin izlenmesi için Pancar Kayıt Sistemi uygulamaya alınmıştır.

2.1.14. Fotovoltaik Pil Destekli Küçükbaş Mobil Süt Sağım Makinası Geliştirme Projesi

Projede yayla ve mera koşullarında yürütülen hayvancılık faaliyetlerindeki ürün elde etme sorunlarının, üretim kayıplarının önlenmesini amaçlanmıştır. Güneydoğu Anadolu bölgesinde, bahsedilen şekilde yapılan küçükbaş süt hayvancılığında elle sağımda sütün % 75– 85 gibi önemli bir kısmının memede kaldığı ve ekonomiye kazandırılmadığı tespit edilmiştir.Bu sorunun çözülmesi ürün kayıplarının önlenmesi amacıyla bu proje kapsamında göçer üreticilerin çayır-merada kullanabilecekleri şekilde, depolanmış solar enerji ile çalışan mobil süt sağım makinası tasarlanmış ve prototipi oluşturulmuştur (Elçin vd., 2015; Anonim, 2018).

2.1.15. Gezen Hibrit Sağımcı Geliştirme Projesi

Bu proje ile küçükbaş hayvancılıkta aynı makine ile çok sayıda üreticiye hizmet vermek, sağımı kolaylaştırmak, çiğ süt kalitesini artırmak, sütün sağım yerinden süt işleme merkezlerine taşınması sağlamak yenilenebilir enerji desteği ile işletme giderlerini azaltmak, üreticinin gelirini artırmak amacıyla, soğutma ünitesi de bulunan ve yenilenebilir enerji destekli bir taşınabilir sağım sistemi geliştirilmiştir. Proje sonucunda 1x24 ve 1x12 üniteli sağım sistemi üretilerek kullanıma sunulmuştur (Anonim 2018).

2.1.16. Küçükbaş Hayvan Islahına Yönelik Akıllı Ölçüm Platformu Prototipinin Geliştirilmesi Projesi

Proje küçükbaş hayvanların kimliklendirilmesi, hayvan ıslahına yönelik ağırlık ve vücut ölçüsü verilerininintakibi ve kayıt altına alınması amacıyla

2018 yılında başlatılmıştır. Proje ile tamamı yerli akıllı ölçüm platformu prototipi geliştirilmesini amaçlamaktadır (Anonim, 2021b; Demirel Atasoy vd., 2019, Anonim, 2020)

Bakanlık direk kendi araştırma enstitüleri aracılığıyla tarım 4.0 uygulamalarının geliştirilip yaygınlaşmasına yönelik projelere ek olarak üniversiteler, özel sektör ve diğer kurumlarla da iş birliği halinde de projeler yürütmektedir.

Gebze Teknik Üniversitesi ve Tarım ve Orman Bakanlığı arasında Akıllı Tarım Uygulamaları İş birliği Protokolü imzalanmış, akıllı tarım tekniklerine yönelik Ar-Ge, eğitim ve uygulama faaliyetlerini yürütmek amacıyla Gebze Üniversitesi bünyesinde Akıllı Tarım Araştırma ve Uygulama Merkezi (ATAM) kurulmuştur (Anonim, 2021c).

TÜBİTAK UZAY Teknolojileri Araştırma Enstitüsü ve GAP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı iş birliğinde hassas ve sürdürülebilir tarım uygulamaları geliştirilip yaygınlaştırılması amacıyla (Anonim, 2021d), Harran Üniversitesi GAP Yenilenebilir Enerji ve Enerji Verimliliği Merkezi (GAP YENEV)'nin yürüttüğü Sulama Pompalarında Enerji verimliliğinin Arttırılması Pilot Projesi de bakanlığın işbirlikli projelerinden bir diğeridir (Anonim, 2019c)

2.2. Türkiye’de Özel Sektör ve Üniversite İşbirliği ile Yürütülen Tarım 4.0 Uygulamaları

Kamuya ait bu akıllı tarım uygulama ve projeler dışında Vodafone Akıllı Köy Projesi, Vodafone Türkiye ve TABİT (Tarımsal Bilişim ve İletişim Teknolojileri), Turkcell Akıllı Tarım, Tarsens, Tarla.io, Doktor vb. yine özel sektör ve üniversite paydaşlarınca yapılan akıllı tarım çalışmalarının diğer örnekleridir (Kaya, 2019).

2.2.1. TABİT Tarımsal Bilişim ve İletişim Teknolojileri A.Ş.

Vodafone’un Aydın ilindeki Akıllı Köy Projesi, Vodafone Türkiye ve TABİT (Tarımsal Bilişim ve İletişim Teknolojileri), Türkiye'nin ilk tarımsal sosyal iletişim ağı ve e-ticaret sistemini hayata geçirmiştir. TABİT çiftçilere uygulamalı teknoloji eğitimi veren dünyanın ilk Akıllı Köyü’dür. TABİT kırsal kalkınmaya destek olmak, tarımda teknoloji kullanımıyla verimliliği

arttırmak, maliyetleri azaltmak, genç nüfusun tarımda istihdamı arttırmak ve kırsal göçü önlemeye katkıda bulunmak, diğer köylere de bu teknolojinin yayılmasını sağlamak ve iş birliğini amaçlamaktadır. TABİT uygulamalarıyla bitkisel üretimde %20, hayvansal üretimde %22, sulamada %20 ve daha fazla tasarruf hedeflenmiştir.

TABİT Türkiye'de tarımın teknoloji ile buluşması konusunda ilk çalışmaları başlatmıştır ve akıllı tarım teknolojilerinin yaygınlaşması konusunda on sekiz yıldır faaliyet göstermektedir. Türkiye'nin ilk tarımsal sosyal iletişim ağı ve e-ticaret sistemini hayata geçiren TABİT, dünyanın ilk Akıllı Köyü'nü kurarak çiftçilere uygulamalı teknoloji eğitimi vermiş, Türkiye'de 1,5 milyondan fazla çiftçinin ve MENA ülkelerinde yaklaşık 7 milyon çiftçinin bilgi ve teknoloji ile buluşmasını sağlamıştır. Merkezi İstanbul'da olan şirket, ayrıca Aydın Koçarlı'da Vodafone Akıllı Köy adı verilen 300 dönümlük bir akıllı kampüste faaliyetlerini sürdürmektedir. Kampüs yerinin seçiminde, geliştirilen teknolojilerin uygulanması açısından uygunluk, Türkiye'de üretilen ürünlerin %93' ünün bu bölgede yetiştirilebiliyor olması, hayvancılık potansiyeli, teknolojiyi kullanacak olan çiftçilerin sosyal yapısının Türkiye ortalamasında olması, tarımsal teknolojilerin geliştirilmesi ve uygulanmasında, hangi dirençlerle karşılaşılacağı durumlarının rahat gözlemlenebilmesi gibi etkenlerin belirleyici olduğu belirtilmektedir (TABİT,2022).

Firma; hasat, hastalık ve zararlılarla mücadele, sulama, planlama yazılımları, pazarlama bilgi sistemleri, seracılık sistemleri, insansız araçlar ve dijital mekanizasyon teknolojilerini iş ortaklarıyla birlikte geliştirip bu uygulamaların aile çiftçileri düzeyinde nasıl kullanılacağını test etmektedir. 2022 yılı itibari ile 1 Milyon 600 bin çiftçiye hizmet verilmiştir (TABİT,2022).

2.2.2.Tarla.io

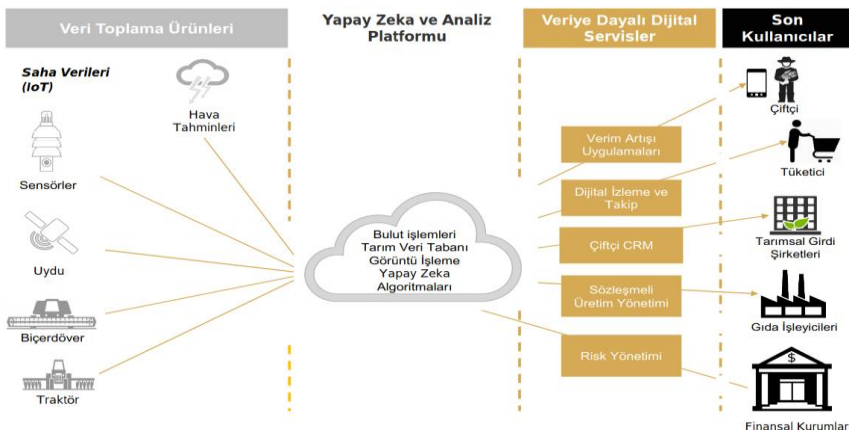
Türkiye'de, Tarım 4.0 sürecinde tarımda akıllı uygulama hizmetleri sunan bir diğer firmadır. Firma hasat, zirai mücadele, sulama, planlama yazılımları, seracılık sistemleri, insansız araçlar ve dijital mekanizasyon teknolojilerinden faydalanarak hem bireysel çiftçiler hem de tarım ile ilişkili tüm kurumlar için bilgi servisleri üretmektedir (Ercan ve ark. 2019).

2.2.3.Doktar

İzmir'de kurulmuş olan Doktor Firması da Tabit gibi coğrafi ve iklimsel özellikleri, bitkisel ve hayvansal üretimdeki çeşitliliği, incir, tütün, pamuk, mısır, buğday gibi Türkiye için önemli tarım ürünlerinin bölgede yetişmesi, ayrıca Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nin bölgede yer alması gibi sebeplerle bu bölgede çalışmayı tercih etmiştir (Ercan ve ark. 2019).

Firma, coğrafi bilgi sistemleri, uzaktan algılama, görüntü analizi, görüntü işleme, büyük veri yönetimi ve analizi, fenolojik modelleme, sensör, nesnelerin interneti, zirai mücadele teknolojileri, planlama yazılımları, pazarlama bilgi sistemleri, seracılık sistemleri, dijital mekanizasyon teknolojilerinden faydalanarak gerek teknolojiyi üretip, bu teknolojiden gelen verileri zirai algoritmalarla aksiyona dönüştürmektedir. Bu teknolojilerle sulama, düzgün su kullanımı ile mantar hastalıklarını önleme, dijital toprak analizi, zararlılara karşı dijital tuzak kullanımı ile 7/24 uzman zirai danışmanlık sağlayarak uçtan uca hizmet vermektedir (Doktar, 2019).

Şekil 8'de kullanıcılarına nasıl hizmet verildiğini gösteren platformu verilmiştir. Araziye çalışan tarım alet ve makinalarına takılan sensörler ve araziye yerleştirilmiş uydu alıcılı ana sensör yardımıyla sağlanan veriler bulut sistemine aktarılmakta yapay zekâ algoritmaları aracılığı ile işlenen veriler paydaş şirketler ve üreticilere iletilmektedir (Doktar, 2019).



Şekil 8: Doktor Veri Platformu

Doktar'ın ile üretici ve gıda şirketlerine verdiği akıllı tarım uygulaması hizmetleri;

2.2.3.1. Doktor Kısa Mesaj (SMS) Bilgilendirme Hizmeti:

Çiftçi arazilerinin konumu, büyüklüğü, üretilen ürün çeşitleri kaydedilerek, gübreleme, koruyucu ilaçlama, ara çapa ve sulama gibi tüm üretim süreçleri çiftçilerin ihtiyaç duyduğu bilgiler cep telefonlarına gönderilir. Yetiştiricilikle ilgili bilgilendirmelere ek olarak araziye özel haftada 3 kez 3 günlük hava tahmini ve ürün/girdi fiyatları, hibe destek bilgileri gönderilmektedir.

2.2.3.2. Doktor Çiftçi Danışma Hattı:Tüm üretim sezonu süresince çiftçilerin her türlü sorunları için bir Danışma Hattı Hizmetidir. Çiftçi Danışma Hattı'nda Şirketin eğitime tabi tutulan ziraat mühendisleri çağrılarını yanıtlanmaktadır. Tüm çağrılarda, çiftçinin adı, ürün çeşidi, tarlanın büyüklüğü ve belirlenen sorun haftalık olarak raporlanmaktadır.

2.2.3.3. Doktor Mobil Hizmetler: Uydudan her gün çekilen tarla görüntüleri ürüne, bitki fenolojik dönemine ve bölgenin iklim verilerine göre yorumlanıp tarla için çeşitli gelişim haritaları hazırlanmakta ve mobil uygulama üzerinden sunulmaktadır. Kullanıcılar bu haritaları birlikte inceleyerek ve farklı tarihlerdeki haritaları karşılaştırarak tarlalarının gelişimini takip edebilmektedir (Doktar, 2019).

2.2.3.4. Doktor Tarla Kontrol Haritası: Kullanıcı arazisine gitmeden önce ona sunulan harita ile arazinin en iyi gelişen ve problem gözlenen noktalarını görebilir ve öncelik vereceği alan ve uygulamaları kolayca belirleyebilir (Doktar, 2019).

2.2.3.5. Doktor Sağlık Haritası: Bu uygulama arazideki ürünün günlük gelişimi uzaktan izlenerek değişimler ve problemler arazinin tamamını gezmeden üreticiye sunulmaktadır. Böylelikle problemler, geç gelişim gösteren, hastalanan alanlarla ve sulama ile ilgili problemler zamanında çözümlenebilmektedir (Doktar, 2019).

2.2.3.6. Doktor Gözlemlerin Yerinde Kaydı Sistemi: Bu sistem, araziye uzaktan izleyerek belirlenen problemlerli bölgelerin konumlarını işaretler ve bu işaretlere notlar, fotoğraflar eklenebilmesine olanak verir. Bu şekilde

yetiştiricilik faaliyetlerine ilişkin notlar alınabilmesi ile bunlara özel etiketleme ve gruplamalar yapıldığı belirtilmektedir (Doktar, 2019).

2.2.3.7. Doktar Değişim Haritası: Bu uygulama tarlanın haftalık değişimlerini görme olanağı sunar. Değişiklikler, ilerleme veya gerileme olarak haritaya yansıtılır, fark haritası ile arazideki performansı düşük alanlara uygulanan işlemlerin etkinliğinin takip edilmesini sağlar. Bir ürünün hasat döngüsüne girip girmediği de bu haritadan gözlemlenebilmektedir (Doktar, 2019).

2.2.4. Tarsens

Tarsens bitki sağlığını algulamak üzere, multispektral kameralar geliştirmek üzere kurulmuş Tarımsal Sensör Sistemleri firmasıdır. Bunun yanı sıra, firma tarımsal üretim alanlarının takibi ve gözlemi için kablosuz sensör ağları (IoT), yapay zekâ hızlandırması, multispektral ve modifiye kamera görüntülerinden faydalanarak, bitki sağlığını, klasik yöntemlere göre %25-%35 daha sağlıklı hesaplayabilmektedir. Tarımsal ürünlerin sağlığı, modifiye ya da multispektral kameralarla toplanıp analiz edilerek ürünün gübreleme, ilaçlama gibi girdi ihtiyacı haritalar oluşturulabilmektedir. Tarsens'in kameralı ve yapay zekâ araçlarıyla, bitkisel üretimde yabancı ot ilacı kullanımını %99'a kadar azaltılabilmektedir (Tarsens, 2018). Bu tür teknolojilerin yurtiçinde üretimi, kullanılması ile, Türkiye'nin, yurt dışına bağımlı olduğu gübre ve ilaç gibi tarımsal üretim girdilerine ihtiyacı ve bağımlılığı azaltılırken çevreyi ve kaynakları koruyun sürdürülebilir tarım güçlenecektir

Hollandalı Levy firması ve Balıkesir'den Onet firmalarının iş birliği ile Türkiye'nin ilk robot teknolojili çiftliği 2017 yılında faaliyete başlamıştır. İneklerin yemlenme, sağım işleri ve çiftlikteki çoğu işin robotların kullanımı ile süt veriminde %15 artış sağlandığı bununla birlikte kalite artışı ve maliyet azalışı gibi avantajlar elde edildiği belirtilmektedir (Tarsens, 2018).

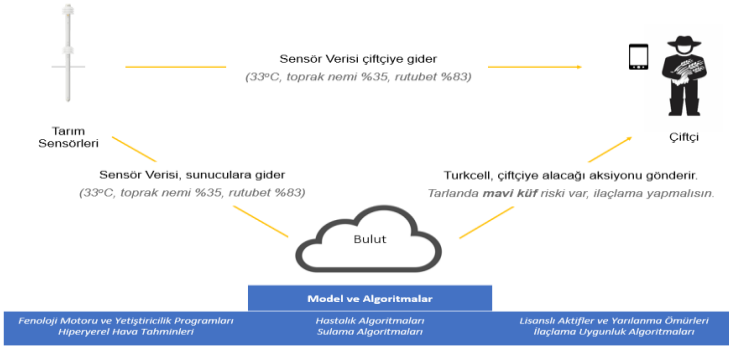
Dijital çağın vazgeçilmez olan mobil cihazlar aracılığı ile aktif operatörlerin çiftçilere sunduğu Tarım 4.0 uygulamaları ise şunlardır;

2.2.5. Turkcell Filiz

Kullanıcılara kendi tarlaları ile ilgili anlık veri sağlayan, toprak-hava istasyonu ve birlikte kullanılan bir mobil uygulamadır. Yetiştiricilerin

verimlerini artırabilmeleri için; ilaçlama ve sulama kararlarını hava ve toprak koşullarına göre vermesine yardımcı olmak üzere çalışmaktadır. Tarlalara yerleştirilen Turkcell Filiz Cihazı 2G ve NB-IoT teknolojisi sayesinde üreticiler sadece mobil uygulama ve M2M sim kart kullanımıyla önemli tarımsal verilere anında ulaşabildikleri görülmektedir. Şekil 9’da, sistemin çalışması verilmiştir. Sensörler aracılığıyla alınan verilerin ilk olarak bulut sistemine aktarılmakta, sunucular aracılığıyla aktarılan verilerin, fenoloji (doğal olayların tekrar etme zamanlarını inceleyen bilim dalı) motoru, yetiştiricilik programları ve yapay zekâ desteği ile yerel hava tahminleri, hastalık ve sulama, ilaçlama için en sağlıklı sonuçlar üreticiye aksiyon alması önerisi ile iletilmektedir (Anonim, 2020).

Üreticiler tarlasında sulama ve ilaçlama ile gibi yetiştiricilik bilgilerine anlık ulaşabildiği mobil uygulama sisteminin içerisinde. Bu uygulamanın bünyesinde 117 bitki için yetiştiricilik bilgisi, saatlik hava, nem ve sıcaklık ölçümü, toprak, toprak tipi ve ürüne özel sulama önerileri, mantar hastalıkları riski uyarısı ve ilaçlama saat önerileri, ziraat mühendislerinden destek, şiddetli yağış, don ve yerel hava durumu tahmini ve ekstrem hava durumlarına karşı uyarı sistemi olduğu ifade edilmektedir.



Şekil 9: Tarım Sensöründen Alınan Verilerin Aktarılma ve Yapay Zekâ Desteği ile Ayrıştırılma Süreci

Bu sistem sayesinde, üreticilerin karşılaşılabilecekleri sorunları önceden tespit ederek, uygun zaman ve miktarda ilaçlama yapılması sağlanmaktadır. Ayrıca doğru sulama yöntemleri, bağıl nem kaynaklı hastalıkların önlenmesi avantajı da sunmaktadır. Üreticiler ziraat mühendisi danışmanları telefonla

ulaşıp danışabilmekte, etkili üreticilik yapma ve zamandan tasarrufu sağlayabilmektedir (Anonim, 2020).

2.2.6. Vodafone Dijital Tarım Çözümleri

Vodafone üretim maliyetlerini azaltmanın yanı sıra verimi artırmak amacıyla çalışan bir destek ve karar sistemi uygulamaktadır. Sistem tarımsal işlemler için sensör ve modüllerle havadan ve kurulu olduğu araziden aldığı verileri analiz ederek işlemler için en iyi zamanlama önerileri sunar ve erken uyarılar vererek ürün kaybı ve ekipman zararından korur.

Vodafone Dijital Tarım Karar Destek Sistemleri 4 aşamadan oluşmaktadır. Bu sayede toprağın canlı olarak nem takibi ve planlanması, oluşabilecek hastalıkların erkenden teşhis edilmesi ve hastalıkların oluşmadan önce uyarı vermesi, zararlıların takip edilmesi ve yine uyarı sisteminin olması, son olarak da meteorolojiden bağımsız olarak iklim değerlerinin iş planına aktarılmasının sağlanmasıdır.

Vodafone'un, Dijital Tarım kullanıcısı bu sistem sayede birçok fayda sağlamaktadır. Sistemin kurulu olduğu arazide meteorolojik değerleri ölçmektedir. Araziye özel 14 günlük hava tahmin raporu sunmakta, fırtına ve don uyarısı vermektedir. Aynı şekilde hastalık ve zararlılar için de erken uyarı oluşturur ve bu uyarılar ilaçlamada %50 'ye yakın tasarruf sağlar. Araziden buharlaşma ile nem kaybını hesaplayarak ve toprak nemini ölçerek etkin sulama ve su tasarrufuna olanak verir. Kuraklık tehdidine göre sulama sağlar. Bölgenin tahminlenmiş meteorolojik verilerinden hareketle ekilecek en doğru ürünü seçmeye yardımcı olur. Fenolojik gözlem modellemesi ile gübrelerin bitki gelişimi üzerindeki etkisini günlük olarak raporlar. Mobil laboratuvar ile toprağın anlık amonyum-nitrat-potasyum-sülfat değerlerini ölçülme olanağı sunar. Gübre tanklarının PH değeri, EC değerleri, doluluğu, nem ve sıcaklığının takibini yapar. Uzun ve yer ile bütünleşmiş solar enerjili erken uyarı ve iş istasyonları kurarak, web ve mobil uygulama aracılığı ile buharlaşma, nem, yaprak ıslaklığı gibi verileri sağlar. (Anonim, 2020).

2.2.7. Türk Telekom

Türk Telekom akıllı tarımda IoT ve M2M çözümleri ile çalışmalar yürütmekte, tarım üreticilerine ekim ve sera alanlarında arazi kontrol ve

yönetimi, akıllı sulama ve sulama yönetimi, hayvan takip ve barınak izleme” konularında çözümler sunmaktadır (Anonim, 2020).

Bahsedilen arazi kontrol hizmeti ile üreticilere don ve kuraklık uyarısı, ısı takibi, uzaktan sulama ile suyun yönetimi, hastalık önleme, ekili alanı kayıt altına alma izleme ve izinsiz giriş takibi olanakları sunmaktadır. Su yönetiminde su kaynaklarını, uzaktan anlık ve sürekli ölçümlerle takip ederek verim artışı ve kayıpların önlemesine olanak tanımaktadır. Hayvan Takip Sistemleri, hayvan kayıplarını önlemeye, hayvan kaybolduğu durumlarda hayvana ulaşmayı kolaylaştırmaya ve arazi dışına çıktığında bilgi vermeye alanlar ile istenmeyen durumları önlemeye yardımcı olmaktadır. Hayvan Barınaklarında yemleme yönetimi, ısı kontrolü, hastalık tespiti ve önleme, izinsiz giriş takibi, uzaktan aydınlatma ile kullanıcıları bilgilendirmektedir. (Anonim, 2020).

3. SONUÇ

Tarımsal üretimde teknoloji kullanarak çevreye zarar vermeyen, verimin artıran, kayıpları azaltan, işgücünü azaltan, girdi kullanımını azaltan, teknolojilerin kullanılması tarımabaşka bir anlayışı geliştirmiştir. Bu üretim şeklinde üretim alanları sürekli izlenerek elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda üretim için doğru kararların alınması ile sürdürülebilir bir tarımsal üretim yapılabilmektedir. Tarım 4.0 ile teknoloji sayesinde geliştirilen tüm yeni teknikler ile tarımın çevre şartlarına bağımlılığı ortadan kalkmakta, bu sayede şehirler, çöller gibi ortamlarda üretim yapılması mümkün olmaktadır.

Tüm üretim süreçlerinde, hızlı, internete bağlanabilir, uzaktan kontrolü mümkün teknolojiler ile hassas üretim yapılabilen tarım 4.0 döneminde Türkiye'nin alt yapı çalışmalarını hızlandırması ve teknoloji kullanımını yaygınlaştırılması gereklidir. Türkiye bu konuyla ilgili Ar-Ge çalışmalarına ağırlık verilmiş olsa da teknolojinin değişim hızı düşünüldüğünde, hızlanmak ve daha fazla yatırımın yapmak zorunlu görünmektedir. Bakanlık akıllı tarım uygulamalarına yönelik pek çok proje yürütüp ve uygulasa bile uygulamaların ithal ve pahalı teknolojilere bağımlılığı olması, üreticilerin yetersiz seviyedeki dijital okur-yazarlıkları,

üretici yaş ortalamasının yüksekliği, altyapının ve politikaların yetersizliği ile birleşince tarım 4.0 uygulamalarıyla tarımın yaygınlaşması zora girmektedir.

Türkiye’de Tarım 4.0’ın yaygın kullanımı için özellikle ve öncelikle yerli teknolojiler geliştirilmesine, üreticilerin bilinçlendirilmesine, destek ve teşviklerle üreticiler cesaretlendirilmesine ihtiyaç vardır. Türkiye’nin rekabet gücünü arttırabilmesi için yeni teknoloji ürünlerinin geliştirilmesi ve teknoloji ihracatının arttırılması önemlidir (Bulut ve Akçacı, 2017). Tüm bunlara ilave olarak, akıllı tarım uygulamalarının yaygın bir etki oluşturabilmesinde tarım sektörü için önemi sürekli vurgulanan örgütlenme konusunun da bu işlere entegre edilmesi gerekir. Tarım 4.0 sürecinde küçük üreticilerin örgütlenerek akıllı tarıma geçmeleri daha kolay görünmektedir. Akıllı tarıma geçişte, iyi tarım ve organik tarım gibi uygulamalar ile sürdürülebilirlikleri ve ekonomik güçlerinin artırılması yönünde desteklenmelidir.

Türkiye’de tarım sektörünün ülke nüfusunu beslemesi ve ihracat katkısı sağlayabilmesi tarımın 4.0 endüstriye uyum sağlamasına bağlıdır. Bu süreç hassas üretim ile tarıma ve sürdürülebilirliğine önemli fırsatlar sunmaktadır. Tarım 4.0 için yapılacak yatırımlar ve harcamaların üretim ve verim artışına, maliyetlerde düşmeye, kalitenin artmasıyla sektörden elde edilen gelirlerin artmasına, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinden kaynaklanan ekonomik kayıpların azalmasına olan katkısı düşünüldüğünde, maliyetleri önemsiz kalacaktır. Tarım 4.0 üreticinin işini kolaylaştıracak, kazancını arttıracaktır. Hareketli ve sensörlü sulama-gübreleme-ilaçlama sistemleri ile hassas üretim, uydu ve insansız hava araçları ile erken hastalık zararlı tahminlerine çiftçinin kendi tecrübesi ve gözlemlerinin eklenmesi, tarımsal üretimin birçok sorunun çözülmesine fayda sağlayacaktır.

Coğrafi konumu sayesinde tarım için sahip olduğu üstünlükler ile tarım ülkesi olarak anılan Türkiye bugüne kadar fırsata döndüremediği üstünlüğünü bugün Tarım 4.0 ile sürdürülebilir bir fırsata dönüştürebilir. Türkiye’de arazi parçalılığı teknoloji kullanımında dezavantaj oluşturmakta, tarımsal teknoloji kullanımını zorlaştırmakta hem de girdi maliyetlerini arttırmaktadır. Bu noktada kooperatiflerden destek alarak, ortak kullanımın yaygınlaşması küçük ölçekli işletmelerin teknolojiden yararlanmasını ve ekonomik avantaj elde etmesini mümkün kılacaktır. Ziraat mühendislerinin ve teknisyenlerin yetiştiği üniversitelerin lisans ve ön lisans programlarında müfredat dahilinde akıllı

tarımın öğretilmesi; üniversitelerin sürekli eğitim merkezlerinde bu konuya yönelik sertifika programları düzenlenmesi farkındalığı ve bilinç düzeyini artıracaktır (Ercan ve ark., 2019).

Tarım 4.0'ın yaygınlaştırılması, iyi örneklerin duyurulması ve uygulamaların yayımı konusunda araştırma enstitüler, bakanlıklar, üniversiteler, kamu kuruluşları ve özel firmalar iş birliği içinde çalışmalıdır. Pilot bölgelerde uygulanmaya başlanarak destekler artırılmalı, uygulamalar çoğalmalı ve başarılı projelerin duyurulması sağlanmalıdır. Yapılacak çalışmaların ardından sürdürülebilirliği sağlanmalı ve izlenmelidir.

KAYNAKLAR

- Ağır, H., Utlu, S. (2011). “Ar-Ge Harcamaları ile Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensellik İlişkileri: OECD Ülkeleri Örneği”, Uluslararası 9. Bilgi, Ekonomi ve Yönetim Kongresi, Saraybosna.
- Akay, M., (2018). Endüstri 4.0'la Akıllı Tarıma Geçiş, https://www.researchgate.net/publication/326550785_ENDUSTRI_40_ILE_AKILLI_TARIMA_GECIS, Erişim Tarihi: 06.11.2023.
- Anonim, (2018). Endüstri 4.0 Nedir?, Ne Değildir?, Kullanım Alanları Nereledir?, <https://www.dia.com.tr/endustri-4-0-nedir-ne-degildir-kullanim-alanlari-nereledir/>, Erişim tarihi 08.11.2023.
- Anonim, (2019a). Türk Tarımının Global Entegrasyonu ve Tarım 4.0. <https://itb.org.tr/dosya/akillitarimrapor/proje-sonuc-raporu.pdf?1553592263>
- Anonim, (2019b). Resmi Gazete. 11. Kalkınma Planı 2019-2013. (23 Temmuz 2019 tarih ve 30840 Mükerrer sayılı Resmi Gazete (www.resmigazete.gov.tr)
- Anonim, (2019c). Robotics Online Marketing Team, “Robotics in Agriculture: Types and Applications”, <https://www.robotics.org/blog-article.cfm/Robotics-in-Agriculture-Types-and-Applications/74>. Erişim tarihi 05.10.2023
- Anonim, (2020). Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu Akıllı tarım raporu, <https://www.btk.gov.tr/uploads/pages/arastirma-raporlari/akilli-tarim.pdf>, Erişim tarihi 28.09.2023.
- Anonim, (2021a). <https://ticaret.gov.tr/data/5b8a43355c7495406a22755b/Tar%C4%B1m.pdf> Hollanda Sektörel Rapor Tarım 2021 Erişim tarihi 05.09.2023.
- Anonim, (2021b). Tarımda Teknolojik Dönüşümler Grubu Çalışma Belgesi. Tarım Orman Şûrası, <https://cdn.nys.tarimorman.gov.tr/api/File/GetGaleriFile/330/DosyaGal>

eri/

956/17%20Tar%C4%B1mda%20Teknolojik%20D%C3%B6n%C3%BC

%C5%9F%C3%BCmler%20Grubu%20%C3%87al%C4%B1%C5%9Fm a%20Belgesi.pdf, Erişim tarihi: 15.10.2023

Anonim, (2021c). Akıllı Tarım Uygulamaları ile İlişkili Projelerimiz. Gebze Teknik Üniversitesi Akıllı Tarım Uygulama Merkezi, (Gebze Teknik Üniversitesi - Akıllı Tarım Araştırma ve Uygulama Merkezi (gtu.edu.tr), Erişim Tarihi: 22.09.2023

Anonim, (2021d). Hassas Tarım ve Sürdürülebilir Uygulamaların Yaygınlaştırılması Projesi. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı GAP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, <http://www.gap.gov.tr/gap-bolgesindehasas-tarim-ve-surdurulebilir-uyg.-yayg.-prj.-sayfa-53.html>, Erişim tarihi: 22.09.2023

Bulut, E., Akçacı, T. (2017). Endüstri 4.0 ve İnovasyon Göstergeleri Kapsamında Türkiye Analizi .ASSAM Uluslararası Hakemli Dergi , 4 (7) , 55-77 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/pub/assam/issue/31544/345689>

Coffey, M., Bewley, J., 2014. Precision Dairy Farming (PDF). https://ruralfuturesconf.agresearch.co.nz/mediawiki/images/e/e9/Precision_Dairying_NZ_MC_V2.ppt.

Değerlendirilmesi. Tarım Ekonomisi Dergisi, 2019, 25:2, 259-265.

Demirel Atasoy, Z., Velioğlu, H., İleri, S., Gezici, M., Koç, C. (2019). Türkiye’de Akıllı Tarımın Mevcut Durum Raporu. Akıllı Tarım Platformu, Ocak 2019, AnkaraDergisi Sayı: 75, 130-156.

Doktar, (2019). Doktar Tarım, Dökümanlar (<https://www.doktar.com/tr/dokumanlar>) Erişim tarihi 07.11.2023

Elçin, A. K., Gezici, M., Gürhan, R., Şireli, H.D., Vural, M.E., Karataş, A. (2015). Fotovoltaik Pil Destekli Küçükbaş Mobil Süt Sağım Makinasının Prototipinin Tasarımı. Tarım Makineleri Bilimi Dergisi, 2015, 11(4), 355-362

- Ercan, Ş. ,Öztep, R. , Güler, D., Saner, G. (2019). Tarım 4.0 ve Türkiye'de Uygulanabilirliğinin Değerlendirilmesi . *Tarım Ekonomisi Dergisi* , 25 (2) , 259-265 . DOI: 10.24181/tarekoder.650762
- Kaya, M. (2019). Ağrı'nın Kalkınması İçin Akıllı Tarım (Tarım 4.0) Önerisi . *Akademik Bakış Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler Dergisi* , (75) , 130-156 .
Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/abuhsbd/issue/51780/673507>
- Kılavuz, E., Erdem, İ. 2019. Dünyada Tarım 4.0 Uygulamaları ve Türk Tarımının Dönüşümü, *Social Sciences*, 14.4: 133-157.
- Pakdemirli, B., Birişik, N., Aslan, İ., Sönmez, B., Gezici, M., *Türk Tarımında Dijital Teknolojilerin Kullanımı ve Tarım-Gıda Zincirinde Tarım 4.0. Toprak Su Dergisi*, 2021, 10 (1): (78-87).
- TABİT, (2022). *Tabit Akıllı Tarım Teknolojileri A.Ş.*, 2022, <http://www.tabit.com.tr/> Erişim tarihi 05.10.2023
- Tarsens, 2018, <https://www.yieldestimator.com/tarsens> Erişim tarihi 10.11.2023
- Teke, M., Deveci, H.S., Öztoprak, F., Efendioğlu, M., Küpçü, R., Demirkesen, C., Yıldırım, E., (2016). Akıllı Tarım Fizibilite Projesi: Hassas Tarım Uygulamaları için Havadan ve Yerden Veri Toplanması, İşlenmesi ve Analiz, *Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu*, 5-7 Ekim, Adana. Tekin, B., 2018, *Tarımsal Üretimin Gel.*,

BÖLÜM 6

SÜRDÜRÜLEBİLİR PAZARLAMAYA KAVRAMSAL BİR BAKIŞ

Doç. Dr. Niyazi GÜMÜŞ¹

Doç. Dr. Ebru ONURLUBAŞ²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10214688>

¹ Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu MYO, Yönetim ve Organizasyon Bölümü, Bolu/Türkiye, niyazigumus@ibu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-8737-3114>

²Trakya Üniversitesi, Keşan Yusuf Çapraz UBYO, Uluslararası Ticaret ve Finansman Bölümü, /Edirne/Türkiye ebruonurlubas@trakya.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-2341-0788>

GİRİŞ

1960'lardan bu yana pek çok önde gelen bilim insanı, iklim değişikliği, kaynak tükenmesi, kirlilik ve adaletsizlikten kaynaklanan tehditleri azaltabilecek sürdürülebilir tüketim davranışlarının ve çevre dostu/etik ürünlerin benimsenmesini artırmanın bir yolu olarak pazarlamanın ikna ve müşteri anlayışı araçlarının kullanımını teşvik etmiştir (Olson, 2022). Ne yazık ki, bilim insanlarının ve uygulayıcıların aradan geçen on yıllar boyunca sürdürülebilirlik çabaları umulduğu kadar başarılı olmamıştır. Bununla birlikte kişi başına kaynak kullanımı ve buna bağlı sera gazı emisyonları çoğu gelişmiş ülkelerde nispeten az azalmakta ve küresel olarak artmaya devam etmektedir. Kamu ve özel sektörün daha sürdürülebilir tüketimi teşvik etmek için onlarca yıldır yürüttüğü pazarlama çabalarına rağmen, küresel kaynak kullanımı ve buna bağlı emisyonlar artmaya devam etmektedir.

Uzun yıllardır yaşanan ancak 21. yüzyılda daha fazla görünür hale gelen sosyal ve ekolojik zorluklar, doğal kaynak yönetimi, iklim değişikliği ve sosyal çatışma gibi sorunlar işletmelerin önceliklerini önemli ölçüde değiştirmeye başlamıştır. Bununla birlikte pazarlama perspektifinin gelişimi, kendilerini pazarda farklılaştırmak isteyen firmaların rekabette öne çıkmalarını zorunlu hale getirmiştir. Firmalar sürekli değişen çevresel ortamda rekabet etmeye çalışırken, çabalarını giderek artan bir şekilde kurumsal sosyal sorumluluğa, özellikle de sürdürülebilir pazarlama stratejilerine odaklanışlardır. Günümüzde işletmelerin, modern ekonominin neden olduğu ekolojik hasarı kolektif olarak azaltamaması durumunda, gelecek nesiller kasvetli bir yaşamla karşı karşıya kalacaktır. Bu nedenle, pazarlama departmanları da dâhil olmak üzere işletmelerin sürdürülebilir uygulamalar geliştirme yeteneği büyük bir önem kazanmıştır (Raza vd., 2019). Bu nedenle birçok şirket, işine değer katmak için yeşil ürünlere, enerji tasarrufu uygulamalarına ve çalışan tutma programlarına büyük miktarlarda yatırım yapmaya başlamıştır. Ayrıca tüketiciler ve yatırımcılar artık sürdürülebilir iş uygulamaları konusunda daha bilinçli hale gelmiş ve bu uygulamalar da tüketici satın alma kararlarını daha fazla etkilemeye başlamıştır (Bhasin 2019).

Bununla birlikte, çevreyle uyumlu, geri dönüşüme uygun ve çevrenin korunmasına duyarlı mal ve hizmetlerin bir trend haline dönüştürülmesi için

daha planlı çalışmalara ihtiyaç vardır. Ülke yönetimlerinden başlayarak en alt kademedeki karar vericilere kadar sürdürülebilir pazarlama anlayışının bir rehber olarak kabul edilmesiyle, doğal kaynakların gelecek nesillere taşınabilmesi mümkün olacaktır. Tüketim anlayışının değişimiyle birlikte pazarlama anlayışının da değişmesiyle sürdürülebilir pazarlama anlayışı, sağlam temeller üzerinde gelecek nesiller için yükselen bir değer olmayı başarabilecektir.

1. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAVRAMI VE GELİŞİMİ

İlk defa 1982’de Dünya Doğayı Koruma Birliği (IUCN) tarafından tanımlanan sürdürülebilirlik genel olarak değerlendirildiğinde, yeryüzündeki kaynakların bizden sonraki nesiller düşünülerek verimli kullanılmasını ve gerek miktar olarak gerekse özellik olarak iyi analiz edilmesi gereken bilinçli bir yönetim sistemi olarak ifade edilebilir. Bu tanımdan hareketle sürdürülebilir pazarlama anlayışı; müşteriye merkeze alan, çevrenin korunması anlayışını benimsemiş, toplumun değer yargılarını önemseyen, uygun maliyetli, çözüm odaklı ve müşteriye değer temelli mal veya hizmet sunma yolu olarak açıklanabilir. Değişen ve gelişen çevre koşulları işletmeleri farklı pazarlama anlayışlarına yöneltmektedir. Özellikle müşterilerin bilinç düzeylerinin artması ve sorgulayan taraflarının gelişmesi sürdürülebilir pazarlama anlayışının ortaya çıkmasına neden olmuştur (Kayıkcı vd., 2019).

Sürdürülebilirlik “gelecek nesillerin ihtiyaçlarını tehlikeye atmadan temel ihtiyaçları ve yaşam kalitesini karşılayan mal ve hizmetlerin tüketimi” olarak tanımlanmaktadır (OECD 2002). Bu tanım şüphesiz çeşitli şekillerde yorumlanabilir, ancak esas olarak sürdürülebilirlik, mevcut kaynakların en iyi şekilde kullanılmasıyla birlikte kaynakların veriminin sınırlandırılmasıyla ilgilidir. Sürdürülebilirlik artık ana akım bir konudur ve sürdürülebilir konulara gösterilen ilginin artmasıyla da kanıtlanmaktadır (Cooper, 2005)

Sürdürülebilirlik kavramı on üçüncü yüzyıldan beri varlığını sürdürmektedir. Ancak araştırmacılar bunun iş dünyası üzerindeki etkilerini araştırmaya 1950’lerde başlamışlardır. İlk çalışmalar 1970’li yıllarda ortaya çıkmış ve şirketlerin yalnızca hissedarlarını ödüllendirmeye odaklanıp odaklanmaması gerektiği tartışılmaya başlanmıştır (Costa ve Villa, 2014).

Günümüzde hızlı nüfus artışı, çevre kirliliği, doğal kaynakların tükenmeye başlaması, iklim değişiklikleri, ekonomik krizler, sosyal eşitsizliğin artması gibi birçok problemde görülen artış sürdürülebilirliğin önemini daha da arttırmıştır. Gelecek nesillere daha adil, refah düzeyi yüksek ve yaşanabilir bir dünya bırakmak adına işletmelerin sürdürülebilir pazarlamayı anlamaları ve tüketicilerin çevre bilincine sahip olarak sürdürülebilir tüketim gerçekleştirmeleri oldukça önemlidir (Küçükyörük ve Kurtuldu, 2022).

Pazarlama ve sürdürülebilir iş tanımlarından başlayarak, pazarlama stratejilerinin geliştirilmesine doğrudan odaklanılarak bir şirketin sürdürülebilir bir yaklaşıma sahip olması sağlanabilir. Günümüzde, pazarlama, aşırı tüketim malzemelerinin azaltılmasını, emisyonların ve karbon ayak izinin azaltılmasını etkileyerek, paydaşları ve ekonomik, sosyal ve ekolojik çevre ile sağlıklı bir şekilde etkileşime girerek, yapı genelinde üstün değer üretmek için vazgeçilmez bir disiplin haline gelmiştir (Flores, 2022).

Bütün bunların ışığında içinde bulunduğumuz olumsuz koşulları ve sorunları bilmek büyük önem taşımaktadır. Ancak sorunların farkına varıldığında çözüm üretilebileceği unutulmamalıdır. Bu kapsamda temel sürdürülebilirlik bağlamında ortaya konan sorunlar, çözüm önerileri ve gerekçeleri aşağıdaki tabloda belirtilmiştir:

Tablo 1. Temel Sürdürülebilirlik Kalkınma Hedefleri

Sürdürülebilirlik Hedefleri	Operasyonel Direktifler ve Gerekçeler
Yoksulluk Yok	Yoksulluğun her biçiminin her yerde sona erdirilmesi. 100 milyondan fazla insan hâlâ aşırı yoksulluk içinde yaşıyor. Ekonomik büyüme, sürdürülebilir istihdam sağlamayı ve eşitliği teşvik etmeyi kapsamalıdır.
Sıfır Açlık	Açlığa son verilmesi, gıda güvenliğinin sağlanması ve beslenme koşullarının iyileştirilmesi. Dünyadaki gıdanın üçte biri israf olmasına rağmen 821 milyon insan yetersiz besleniyor. Gıda israfı azaltılmalı ve yerel çiftçiler desteklenmeli.
İyi Sağlık ve Refah	Herkes için sağlıklı yaşamlar sağlanması ve her yaşta refahın teşvik edilmesi. Küresel anne, bebek ve çocuk ölüm oranlarını

	azaltılması; AIDS, tüberküloz ve sıtma salgınlarına son verilmesi; karayolu ve tehlikeli kimyasal kazalarından kaynaklanan ölümler azaltılmalı.
Kaliteli Eğitim	Kapsayıcı ve eşitlikçi, kaliteli eğitim sunulması ve herkes için yaşam boyu öğrenme fırsatlarının teşvik edilmesi. 617 milyon çocuk ve ergen okuma ve matematikte asgari yeterliliğe sahip değil.
Cinsiyet Eşitliği	Cinsiyet eşitliğinin sağlanması, tüm kadınların ve kız çocuklarının güçlendirilmesi. 15-49 yaş arası her 3 kadından 1'i fiziksel ve/veya cinsel şiddete maruz kalıyor. Kadınların eğitime, sağlık hizmetlerine, insana yakışır işe ve siyasi ve ekonomik temsile eşit erişimi sağlanmalı.
Temiz Su ve Sanitasyon	Herkes için su ve sanitasyonun kullanılabilirliğinin ve sürdürülebilir yönetiminin sağlanması. Su kıtlığı dünya nüfusunun %40'ından fazlasını etkiliyor ve 2 milyardan fazla insan susuzluk riskiyle yaşıyor. Tatlı su kaynaklarına erişim artırılmalı.
Uygun Fiyatlı ve Temiz Enerji	Herkesin uygun fiyatlı, güvenilir, sürdürülebilir modern enerjiye erişimi sağlanmalı. 3 milyar insan hâlâ temiz pişirme çözümlerine erişemiyor ve tehlikeli düzeylerde hava kirliliğine maruz kalıyor.
İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme	Herkes için kapsayıcı ve sürdürülebilir ekonomik büyümeyi, tam ve üretken istihdamı ve insana yakışır iş teşvik edilmeli. Gençlerin beşte biri ne eğitimde ne istihdamda ne de eğitimde. Dünya nüfusunun yaklaşık yarısı hâlâ günde yaklaşık 2 ABD dolarına eşdeğer bir gelire yaşıyor ve pek çok yerde yoksulluktan kurtulmayı garanti etmeyen bir işe sahip.
Sanayi, İnovasyon ve Altyapı	Dayanıklı altyapı oluşturulması, sürdürülebilir sanayileşmenin, yeniliğin teşvik edilmesi. Kişi başına imalat katma değeri şu anda en az gelişmiş ülkelerde yalnızca 100 ABD Doları iken, Avrupa ve Kuzey Amerika'da 4.500 ABD Dolarının üzerindedir.
Eşitsizliklerin Azaltılması	Ülke içi ve ülkeler arası eşitsizliğin azaltılması. Nüfusun en yoksul % 40'ı küresel gelirin % 25'inden azını kazanıyor. Eğitim hizmetlerinde eşitsizlik devam ediyor ve sağlığa erişim konusunda büyük eşitsizlikler sürüyor.
Sürdürülebilir Şehirler ve	Şehirlerin insan yerleşimlerini kapsayıcı, güvenli, dayanıklı ve sürdürülebilir hale getirilmesi. 2030 yılına gelindiğinde

Topluluklar	şehirlerde yaşayan insan sayısının 5 milyara ulaşması bekleniyor. Üstelik kentlerde yaşayan her 10 kişiden 9'u kirli hava soluyor. Yaygın kentsel zorluklar arasında trafik sıkışıklığı, birçok kişi için temel hizmetlerin eksikliği, yeterli konut sıkıntısı, azalan altyapı, katı atık bertarafı ve şehirlerdeki kirlilik yer alıyor.
Sorumlu Tüketim ve Üretim	Sürdürülebilir tüketim ve üretim modellerinin oluşturulması. Doğal kaynakların maddi tüketimi artıyor. 2050 yılına gelindiğinde mevcut yaşam tarzlarını sürdürmek için üç gezegene eşdeğer bir miktara ihtiyaç duyulabilir.
İklim Eylemi	İklim değişikliği ve etkileriyle mücadele için acilen harekete geçilmesi. Küresel karbondioksit (CO ₂) emisyonları 1990'dan bu yana neredeyse %50 arttı. Harekete geçilmezse, dünyanın ortalama yüzey sıcaklığının bu yüzyılda muhtemelen 3 santigrat derece artması bekleniyor.
Suyun Altındaki Yaşam	Okyanusların, denizlerin ve deniz kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir şekilde kullanılması. Kıyı sularının asit kirliliği nedeniyle sürekli olarak bozulması, deniz ve kıyı biyolojik çeşitliliğine bağlı üç milyardan fazla insanın geçimini olumsuz yönde etkilemektedir.
Karada Yaşam	Karasal ekosistemlerin korunması, onarım ve sürdürülebilir kullanımının teşvik edilmesi, ormanları yönetilmesi, çölleşmeyle mücadele edilmesi ve arazi bozulmasını ve biyolojik çeşitlilik kaybının durdurulması. Her yıl üç milyon hektar orman kayboluyor ve kurak alanların sürekli olarak bozulması, 3,6 milyar hektar alanın çölleşmesine yol açarak milyonlarca insanın yaşamını ve geçimini olumsuz etkiliyor.
Barış, Adalet ve Güçlü Kurumlar	Sürdürülebilir kalkınma için adil, barışçıl ve kapsayıcı toplumların teşvik edilmesi. 2018 yılında savaştan, zulümden ve çatışmalardan kaçanların sayısı 70 milyonu aştı. Uluslararası cinayet, insan ticareti, cinsel şiddet ve çocuklara yönelik şiddet tehditlerinin ele alınması gerekiyor.
Ortaklıklar	Sürdürülebilir kalkınma için hükümetler, özel sektör ve sivil toplum arasındaki küresel ortaklıkları canlandıracak uygulama araçlarının güçlendirilmesi. Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'nin hayata geçirilmesi, 2030 yılına kadar 12 trilyon

	ABD doları tutarında pazar fırsatı yaratabilir ve 300 milyon yeni iş yaratarak özel kaynakların dönüştürücü gücünün kilidini açabilir.
--	--

Kaynak: Sheth ve Parvatiyar (2021).

Tablo 1 de belirtilen hedef ve gerekçelere günlük faaliyetlerle ulaşılamayacağı açıktır. İşletmelerin bu hedeflere destek olma noktasında benimsemek durumunda olduğu ilkeler büyük önem taşımaktadır. Sürdürülebilir iş ilkeleri, işletmeleri örnek vatandaşlara dönüştürmek için tasarlanmış çok çeşitli iş özellikleriyle ilgilidir. Sürdürülebilirlik hedeflerine katkı sağlayan ilke ve uygulamalara bazı örnekler (Park vd., 2022):

- Risk Yönetimi,
- Doğal Kaynakların Optimum Kullanımı,
- "Üçlü Sonuç" Bileşenlerinin (İnsanlar, Gezegen Ve Kâr) İş Hedefleriyle Uyumlaştırılması,
- Toplum İçin Sosyoekonomik Planlamaya Katılım,
- En İyi İş Uygulamalarına Bağlılık,
- Sürekli Gelişme Ve Yenilik,
- Mükemmel Yönetişim.

Yukarıda belirtilen sürdürülebilirlik ilkelerini benimseyen işletmeler araştırmalara göre kazanç sağlayan örgütsel ve teknolojik inovasyonlar konusunda rakipleri karşısında avantaj sahibi olmaktadır. İşletmeler bu ilkeler doğrultusunda hareket ettiklerinde, girdileri azaltma yoluna gittikleri için çevre dostu olmak maliyetlerini düşürmekte, daha iyi ürünlerle ilave gelirler sağlamakta ve yeni işler yaratmalarına da olanak sağlanmaktadır (Ergen, 2014).

Sonuç olarak sürdürülebilirliğin sadece belirli bir dönem kabul edip sonra bırakılacak bir bakış olmadığı bilinmelidir. Sürdürülebilirliğin sürekli olarak devam edebilmesi için yaşam tarzı olarak benimsenmesi büyük önem taşımaktadır. Sürdürülebilirlik kavramı hayatın her alanını etkileyen, değişimi ve gelişimi sürekli kılan bir kavramdır. Sürdürülebilirliğin hedefleri, ekolojik tahribatın engellenmesi, tüm insanların adil ve daha iyi şartlarda yaşamalarının sağlanması, kaynakların eşit dağıtılması, ekolojik sistemde oluşan tahribatın onarılması şeklinde ifade edilmektedir ve tüm bu hedeflere yönelik insanların

davranışlarının yeniden düzenlenerek bunu bir yaşam tarzı olarak kabul etmelerinin sağlanması gerekmektedir. Sürdürülebilirliğin gerçekleşebilmesi için ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması son derece önemlidir (Kayıkçı, vd., 2019).

2. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK PAZARLAMA KAVRAMI

Pazarlama ve sürdürülebilirlik arasındaki ilişki, bir kavramın daha fazla satmayı, diğerinin ise daha az satın almayı içerdiği göz önüne alındığında uzlaşmaz olarak görülebilir (Jones vd., 2008). Ancak söz konusu olan gelecek nesiller olduğunda sahip olduğumuz sınırlı kaynakları gelecek kuşakları da dikkate alarak rasyonel biçimde kullanma fikri her iki kavramı ortak bir noktada buluşturmaktadır. Dolayısı ile sürdürülebilir pazarlama kavramına, bir kuruluşun, günümüz tüketicilerinin ihtiyaçlarını, gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılama kabiliyetinden ödün vermeden karşılması gerektiğini ifade ederek (Kotler ve Armstrong, 2010) yaklaşmak daha mantıklı olacaktır. Bu bakış açısı doğrultusunda Sürdürülebilir pazarlama kavramını, müşterilerle, sosyal çevreyle ve doğal çevreyle sürdürülebilir ilişkiler kurmak ve sürdürmek olarak tanımlamak mümkün olacaktır. Sürdürülebilir pazarlamanın uzun vadeli ve ilişki odaklı olduğunu da belirtmek gerekmektedir (Belz ve Schmidt-Riediger, 2009; Belz ve Peattie 2012).

Sürdürülebilir pazarlama, geleneksel pazarlama düşüncesinin ötesinde bir kavramdır. Eğer pazarlamayı tüketicilerin ihtiyaçlarını tatmin eden ve uzun vadeli tüketici ilişkisini beraberinde getiren bir olgu olarak tanımlarsak, sürdürülebilir pazarlama da tüketiciler, sosyal çevre ve doğal çevre ile sürdürülebilir ilişkiler kurmak ve yaratmak olarak tanımlanabilmektedir. Sürdürülebilir pazarlama; müşteri değeri, sosyal değer ve çevresel değer yaratmayı hedeflemektedir. Sosyal, ekonomik ve ekolojik yönleri ile sürdürülebilir pazarlamaya makro pazarlama perspektifinden bakılmakta ve işletmeler ile ekolojik çevrenin birbirleri ile olan ilişkilerini dengelemektedir (Önce ve Marangoz, 2012). Sürdürülebilirlik pazarlaması, kendisini modern pazarlamanın kısa vadeli hedeflerinden ayıran ilişkiyel pazarlamaya uzun vadeli bir yönelim sağlar. Modern pazarlamanın sürdürülebilir pazarlamaya dönüştürülmesi için sosyal ve çevresel kaygıların geleneksel pazarlama konularıyla bütünleştirilmesi gerekmektedir. Dolayısıyla bu geçiş, pazarları parçalamak ve tüketicileri hedeflemek için yeni bir temel oluşturuyor.

Sürdürülebilir pazarlama dört ana alanda yeni ve yenilikçi fikirler gerektirir (Ingenbleek ve Frambach 2010):

- Sosyal ve çevresel konular,
- Tüketici davranışının bütünsel analizi,
- Pazarlama karmasının yeniden tasarlanması,
- İş ilişkileri kurmak için ileriye dönük pazarlama faaliyetlerinin kullanılması

Sürdürülebilir pazarlamanın ilk aşaması, müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamak ve kurumsal hedeflere ulaşmak adına alınacak olan tüm kararların ekonomik, sosyal ve çevresel kriterler ön planda tutularak alınmasını içermektedir. İkinci aşama ise tüketicilerin sosyal ve doğal çevreyle sürdürülebilir ilişkiler yürütmelerinin sağlanmasıdır (Belz ve Peattie, 2012). Sürdürülebilir pazarlamanın başarıya ulaşabilmesi için tüketicilerin çevre bilinçlerinin artması ve çevre sorunlarına daha duyarlı olan tüketicilerin çevreci ürünler talep etmeleri gerekmektedir. Özellikle üretim aşamasında yenilenebilir kaynakların kullanılması ve tüketicilere bunun önemini sürdürülebilir pazarlama yardımıyla doğru bir şekilde aktararak çevre bilinçlerinin artmasına da katkı sağlanması gerekmektedir. Çevre bilinci, çevreyi koruyarak ve geliştirerek, daha sonraki nesillere temiz ve yaşanabilir bir çevre bırakmak adına doğaya karşı saygılı bir tutum sergilenmesi olarak tanımlanmaktadır (Küçükyörük ve Kurtuldu, 2022). Bir başka bakış açısıyla Gordon vd.,(2011) sürdürülebilir pazarlama faaliyetlerinin başarıya ulaşması için yeşil pazarlama, sosyal pazarlama, eleştirel pazarlama olarak ifade ettikleri üç pazarlama anlayışının birlikte ele alınması gerektiğini ifade ederek bir sürdürülebilir pazarlama çerçevesi oluşturmuşlardır:

Yeşil Pazarlama – Sürdürülebilirlik çabalarını pazarlama ve iş sürecinin merkezine yerleştirirken, daha sürdürülebilir ürün ve hizmetler geliştirmek ve pazarlamak.

Sosyal Pazarlama – Sürdürülebilir davranışı teşvik etmek için yukarı ve aşağı pazarlama müdahalelerinin gücünü kullanmak.

Eleştirel Pazarlama – Sürdürülebilirliğe odaklanarak piyasalarda düzenleme ve kontrolü yönlendirmek ve yenilikçiliği teşvik etmek için eleştirel teoriye dayalı bir yaklaşım kullanarak pazarlamayı analiz etmek,

ancak dahası, daha sürdürülebilir bir pazarlama disiplini oluşturmak için kapitalist ve pazarlama sistemlerinin bazı baskın kurumlarına meydan okumak.

Sürdürülebilir pazarlama, çevre dostu özelliklere sahip, sosyal olarak kabul edilebilir ve çevreye uygun mal ve hizmetler üreterek hem çevreyi hem de işletmeyi teşvik eden bir tekniktir. Bu olumlu özellikler marka sadakatini artırmaya ve en iyi uygulamaları teşvik etmeye yardımcı olur. Sürdürülebilir pazarlama belirli ürünlerle veya kısa vadeli kampanyalarla sınırlı değildir; tüm şirketin amaçlarını temsil eder. Ancak işletmenin bazı benzersiz satış noktalarını popülerleştirmek gibi belirli nedenlerle kısa süreliğine vurgu yapılabilir (White vd. 2019). Bu noktada yeşil göz boyama kavramı aklı gelmektedir. Bir ürün veya hizmetin çevresel faydalarını abartma uygulaması olan “yeşil göz boyama” firmaların tüketicileri etkilemek amaçlı yaptıkları çevre dostu sürdürülebilir çalışmalar yapıyor gibi görünmeye yönelik çabalarıdır. Ancak günümüzde pek çok müşteri çevresel iddialara karşı temkinli davranıyor ve bunların yanıltıcı olduğunu düşünüyor, bu da ne yazık ki pazarlamaya kötü bir ün kazandırıyor. Bu nedenle gerçek sürdürülebilirlik pazarlaması agresif satış tekniklerinden uzaklaşmış ve çevresel iddiaların geçerliliğini ortaya koymak için uzun vadeli stratejilere odaklanmıştır. Pek çok şirket, sürdürülebilirliğe ulaşma izlenimi yaratmak için pazarlamada görselleri kullanmaktadır ancak bu yöntemler, işi daha sürdürülebilir hale getirmeden yalnızca geliri artırmayı hedeflemektedir denilebilir (Lee ve Jin 2019). Sürdürülebilir pazarlama çalışmaları yapıyor gibi görünmek kısa vadede müşterileri bir ürüne yönlendirebilir ancak tüketicilerin değerlerini şirketin sürdürülebilir değerleriyle uyumlu hale getirmek için hiçbir işe yaramayacaktır.

Sürdürülebilir pazarlama, pazarlama stratejilerinin geliştirilmesinde çevresel, sosyal eşitlik ve ekonomik kaygılara eşit önem veren bütüncül, bütünleştirici bir yaklaşımdır. Pazarlama uygulamaları da dahil olmak üzere ticari faaliyetlerin gezegendeki ekosistemler üzerinde zararlı etkisi vardır. Ancak sürdürülebilir iş uygulamalarının benimsenmesi, yöneticilerin bu tür uygulamaları uygulamak için gerekli eğitim ve motivasyona sahip olmaları şartıyla bu sorunların çoğuna çözüm sağlayabilir ve sağlamaktadır (Bridges ve Wilhelm, 2008). Sürdürülebilir pazarlama, hedef pazar seçiminden ürün

üretilmesine kadar pazarlama stratejisi planlamasının tüm öğelerinde çevresel, ekonomik ve sosyal konuların dikkate alınmasını gerektirir. Bu nedenle bildiğimiz geleneksel pazarlama karmasının sürdürülebilirlik bakış açısı ile yeniden tasarlanması ve ele alınması gerekmektedir.

3. SÜRDÜRÜLEBİLİR PAZARLAMA KARMASI

Geleneksel pazarlama karması, bir markanın veya ürünün benzersiz satış noktalarını, onu rakiplerinden farklılaştıran unsurları yakalamaya ve tanıtmaya katkıda bulunan unsurları içerir. "Dört P" olarak da bilinen pazarlama karması, ürün, fiyat, dağıtım ve tutundurma olmak üzere, dört geniş pazarlama kararı seviyesini ifade eder. Pazarlama karmasının farklı yönlerine verilen önem, belirli bir pazara bağlı olarak değişiklik gösterebilir (Charter vd., 2002). Sürdürülebilirlik pazarlama karması içinde, sürdürülebilirlik kriterlerinin pazarlama stratejisine dahil edilmesi amacıyla "Dört P", "Dört C"ye dönüştürülerek ele alınmaktadır. Geleneksel 4P'ler (Ürün, Fiyat, Dağıtım ve Tutundurma), 4C'ye göre şekillendirilmiştir; yani Müşteri çözümü, Müşteri maliyeti, Kolaylık ve İletişim (Kumar, vd., 2012). Sürdürülebilir pazarlama; Tüketicilerin sürekli memnuniyetini sağlayacak ve kurumsal hedeflere ulaşılmasını garanti edecek ve aynı zamanda sosyal ve ekolojik etkiyi azaltacak şekilde tüm piyasa işlemlerinin planlanması, koordinasyonu, uygulanması ve kontrolü, ekolojik ve sosyal sağlığın restorasyonunu teşvik edecek şekilde kurgulanmalıdır (Flores, 2022). Bu kapsamda her bir pazarlama karmasının bu anlayış çerçevesinde yeniden ele alınması gerekmektedir.

3.1. Müşteri Çözümü

Bir şirketin malları veya hizmetleri, her zaman değişen ve katılaştan mevzuatın yanı sıra müşterilerin tutumlarına göre de büyük ölçüde değiştirilmeli ve uyarlanmalıdır. Ancak bazen sadece kurumsal faaliyet alanında değişiklik yapmak yeterli olmayıp, farklı paydaşlarla birlikte genel tüketim sisteminde de değişiklik yapılması gerekebilmektedir. Şirketler sürdürülebilir yenilikçiliği, yaratıcılığı ve işbirliğini teşvik etmelidir (Charter vd., 2002). Sürdürülebilir bir mal veya hizmet, meşru bir insan ihtiyacını karşılamak için üretilen, insan sağlığına ve çevreye zarar vermeyen bir ürün veya hizmet olarak tanımlanabilir. Daha sürdürülebilir ürünlerin bazı arzu

edilen özellikleri, enerji tasarruflu olması ve çevreyi kirletmemesi, uzun ömürlü olması ve kolay onarılabılır olması, yeniden kullanılabilir ve geri dönüştürülebilir olması, minimum ambalajlama vb. olmasıdır. Ambalaj konusu, hem perakendeciler hem de üreticiler için önemli bir sorun olmakla birlikte tüketicilerin çevresel kaygıları listesinde üst sıralarda yer almakta ve giderek daha da önem kazanan bir konu haline gelmektedir. Daha sürdürülebilir ürünler üretmek aynı zamanda “kaynak döngülerinin” üretimini de gerektirecek, bu da sistemde kullanılan malzemelerin geri kazanılıp yeniden kullanılacağı anlamına gelmektedir. Şirketler için geri dönüşüm, paradan tasarruf etmek, gelir elde etmek ve topluluk ilişkilerini geliştirmek için kullanılacaktır (Charter vd., 2002).

3.2. Müşteri Maliyeti

Sürdürülebilir pazarlama söz konusu olduğunda fiyat önemli bir unsurdur. Çoğu durumda çevresel ve sosyal maliyetler 'dışsallıklar' olarak ele alınır. Bu, kirlilikle bağlantılı olanlar gibi dış maliyetlerin, müşterilerin satın aldığı ürünlerin fiyatlarında veya üretici şirketlerin maliyet muhasebesinde gösterilmediği anlamına gelir. Bu durum giderek değişiyor ve mevzuat ve paydaş baskısıyla bu “dış” maliyetlerin çoğunun artık bir bedeli söz konusudur. Örneğin mevzuat, şirketleri emisyonlardan daha sorumlu hale getirebilmektedir. Hükümetler, daha faydalı ikamelerin satın alınmasını teşvik etmek için yeşil olmayan ürünlerin göreceli fiyatlarını artırabilmektedir. Burada fiyat ayarlamaları, tüketimin akışını sosyal ve çevresel açıdan yararlı alanlara yönlendirme yeteneğine sahip olmaktadır (Charter vd., 2002).

3.3. Kolaylık

Bir şirketin ürün ve hizmetlerinin fiziksel dağıtımı, toptan ve perakende satışının hem doğrudan hem de dolaylı çevresel etkileri olabilir. Geleneksel pazarlama karmaşasının bir unsuru olan dağıtım, tüketicilerin malları nereden satın aldıkları ve aynı zamanda malların firma içindeki hareketlerini ifade etmektedir. Daha belirgin bir sürdürülebilirlik yaklaşımı için, dağıtımla ilgili kararlar söz konusu olduğunda şirketler, fiziksel dağıtım sürecinin nasıl daha çevreci olup olamayacağı ve bunu nasıl yapabilecekleri konusunda çalışmalıdırlar (Charter vd., 2002).

3.4. İletişim

Şirketlerin stratejileri ve iddiaları sağlam araştırma ve bilgilere dayanmalıdır. Bilgilerin müşterilere ve diğer paydaşlara tutarlı bir şekilde iletilmesi önemlidir ve şirketlerin aşırı olarak görülebilecek her türlü iddia veya iletişime karşı dikkatli olması büyük önem taşımaktadır (Charter vd., 2002).

Sürdürülebilir pazarlama, işletme faaliyetlerine bilinçli bir şekilde entegre edildiğinde işletmeye fayda sağlama potansiyeline sahiptir. Sürdürülebilir pazarlama stratejileri, tüketiciler nezdinde marka imajını iyileştirerek rekabet avantajı geliştirmeye yardımcı olur. Natural Marketing Institute, Amerika Birleşik Devletleri'nde 55.000'den fazla tüketiciyle yaptığı araştırmada tüketicilerin yaklaşık % 60'ının sürdürülebilir uygulamaları takip eden bir şirketten ürün ve hizmet satın alma olasılığının daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Bu 70 milyon tüketici anlamına gelmektedir. Katılımcıların çoğu, sosyal ve ekolojik değerlere ulaşma konusunda olumlu bir geçmişe sahip şirketlere karşı olumlu tutumlar sergilemiştir (Story, 2019).

Sürdürülebilirlik kavramına inanmayanlar, sürdürülebilir pazarlama faaliyetlerinin şirketlerin kârlarını azaltacağını ileri sürmektedir. Ancak sürdürülebilir iş uygulamaları, etkili iş operasyonlarının sürdürülmesine, çalışanların verimliliğinin artırılmasına, üretkenliğin artırılmasına ve genel maliyetlerin azaltılmasına yardımcı olmaktadır (McDonagh ve Prothero 2014). Örneğin, elektrik tüketimini azaltmak basit görünebilir ancak elektrikli ekipmanları kullanılmadığında kapatma alışkanlığını geliştirmek aslında organizasyonel düzeyde karmaşık bir iştir. Enerji azaltma projelerinin uygulanması başlangıçta çok maliyetli görünebilir, ancak uzun vadede sonuçlar yatırımı haklı çıkarabilmektedir.

Sürdürülebilir iş uygulamaları aynı zamanda çalışanların işletmeye bağlılıklarının artırılması ve işe alım oranlarının iyileştirilmesine de yardımcı olmaktadır. Son zamanlarda çalışanlar çevresel sürdürülebilirliği destekleyen şirketlerde çalışmayı tercih etmektedir. Adecco, 2021 yılında gerçekleştirdiği araştırma sonucunda çalışanların % 51'inden fazlasının şirketlerinin toplum, çevre ve topluluklar için "iyilik" yapmasını beklediğini ve bu yönde çalışan bir şirketle ilişkilendirilmek istediklerini tespit etmiştir. Yine benzer şekilde

Bank of America çalışanlara evlerine güneş paneli kurmaları, müşterilere ise elektrikli bisiklet veya hibrit otomobil satın almaları konusunda teşvik sağlamaktadır. Coca-Cola, PepsiCo, Tom's of Maine, Hershey ve Schneider Electric gibi şirketler, enerji ve su kullanımının azaltılması, toplumsal katılım ve diğer sürdürülebilirlik biçimlerine yönelik büyük ilerlemeler kaydetmişler ve başarılarını hissedarlara, paydaşlara ve kamuoyuna aktarmışlardır. Şirketlerin, tüketici güvenini artırmak için sürdürülebilir iş uygulamalarına yönelik taahhütleriyle tüketicileriyle sürekli etkileşim kurmaları büyük önem taşımaktadır. Bununla birlikte hükümetler iklim değişikliği ve diğer acil sorunlara yanıt verme konusunda inisiyatif almakta yavaş olduğundan, özel şirketlerin halkı eğiterek bu boşluğu doldurması son derece önemlidir (Park vd., 2022).

4. SÜRDÜRÜLEBİLİR TÜKETİM

Sürdürülebilir tüketim, tükenen kaynakların sürdürülebilirliğe uygun şekilde kullanılmasını, doğanın ve canlıların korunmasını ön planda tutan bir tüketim anlayışıdır. Sürdürülebilir tüketim, gelecek nesillerin de kendi ihtiyaçlarını karşılayabilmeleri için doğal kaynakların ve çevreye zararlı maddelerin kullanımının en aza indirildiği hizmet ve ürünlerin kullanılması olarak ifade edilmektedir. Sürdürülebilir tüketimin gerçekleştirilmesi için üretim ve tüketim aşamalarının tamamında sürdürülebilirliğin sağlanmış olması gerekmektedir. Üretimde az enerji harcayan makinelerin kullanılması, doğal kaynakların en az seviyede kullanılması ve üretim aşamaları neticesinde ortaya çıkan atıkların da en az seviye de olması için çaba gösterilmesi gerekmektedir. Bu nedenle sürdürülebilir tüketim anlayışı, çevrenin korunması, ekonomik kalkınma, toplumun yaşam kalitesinin artırılması ve verimlilik gibi birçok konuyu kapsamaktadır (Demirer, 2006). Genel olarak işletme faaliyetlerinin özel olarak da pazarlama faaliyetlerinin sürdürülebilir gelişmedeki önemini anlamak için öncelikle yönetim anlayışının değişmesi gerekir. İşletmeler pazarlama faaliyetleri ile özellikle tüketicilerde sürdürülebilir tüketim bilinci oluşturmali ve arkasından çevreye duyarlı üretim, tanıtım, tedarik, ambalajlama ve etiketleme faaliyetlerine önem vermelidirler (Önce ve Marangoz, 2012). Tüketiciler eğitim yoluyla çevre bilinci kazanmaktadırlar (Jaderná ve Přikrylová, 2018). Bu nedenle, tüketiciler çevre konusunda giderek daha bilinçli olmakta ve daha fazla yeşil ürün satın almaktadır. Bu da

birçok şirketin yeşil pazarlama uygulamasına ve yeşil bilincinin artmasını beraberinde getirmektedir (Apaydin ve Szczepaniak, 2017).

Günümüzde pek çok şirket sürdürülebilir ürünler üretilip iş performansını sürdürüyor olsa da, tüketiciler bir şey satın almadan önce ürünlerin yaşam standartlarını nasıl iyileştireceği konusunda çok düşünüyor. COVID-19, tüketim önceliklerini değiştirerek tüketicilerin satın alma davranışlarında değişikliklere yol açmıştır. Sürdürülebilirlik çabaları ancak tüketicilerin çevreyi ve toplumu koruyacak şekilde üretilmiş ürünleri satın almanın değerini anlaması durumunda başarılı olacaktır. Bu amaçla, pazarlama çabaları tüketiciler için sürdürülebilir bir ekonominin önemini desteklemelidir. Bu hem çevreye hem de işletmelerin kârlılığına yardımcı olacaktır. Araştırmalar, tüketicilerin sürdürülebilir ticari faaliyetler istediğini ve bunları iş dünyasından talep ettiğini göstermektedir, ancak satın alma davranışları bazı kararsızlıkları ve çıkara yönelik bir eğilimi de ortaya koymaktadır (Park vd., 2022). Sürdürülebilir satın alma alışkanlıkları zaman içinde geliştirilir ve müşterilerin değerli bir amaç için duygusal ve entelektüel katılımına dayanır. Bu nedenle, müşterinin satın aldığı giysinin oluşturulmasında yer alan tedarik zinciri faaliyetlerinin insani etkileri hakkında bilgi sahibi olmaları, müşterilerin sürdürülebilir satın alma alışkanlıklarına olan bağlılığını derinleştirmeye yardımcı olacaktır (Fuxman vd., 2022). Bununla birlikte gelişmiş pazarlarda, tüketicilerin çevrelerinin ihtiyaçlarının ve zorluklarının giderek daha fazla farkına vardığı ve dolayısıyla sürdürülebilirliğin acil önemini anladığı göz önüne alındığında, çevresel ve sosyal konular giderek daha önemli hale gelmektedir (Fuxman vd., 2022).

Araştırmalar, işletmelerin ve devletlerin sürdürülebilir pazarlama faaliyetlerinin toplumun ve tüketicilerin çevre bilinci düzeyinde pozitif ve anlamlı bir artışa neden olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca çevre bilinci artan tüketicilerin sürdürülebilir tüketime daha fazla önem verdikleri görülmektedir. Sürdürülebilir pazarlama ile sürdürülebilir tüketimi birlikte ele aldığımızda aralarında pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir. Bu ilişkiye çevre bilincini de dahil ettiğimizde, çevre bilinci ne kadar artarsa sürdürülebilir tüketimin de o kadar arttığı görülmektedir (Küçüküyörük ve Kurtuldu, 2022).

5. SONUÇ

Sürdürülebilirlik olgusunun bir konu ve kavram olarak kalıcı olduğunu yaşadığımız dünya ve gelecek nesiller için son derece önemli bir konu olduğunu öncelikle kabul etmek gerekmektedir. Her gün haberlerde karşı karşıya kaldığımız gibi türler kaybolmakta, gıda ve orman üretimi azalmakta, kirliliği hava ve su ile bağlantılı sağlık sorunları artmakta, altyapıya ve üst yapıya zarar veren daha güçlü fırtına olaylarına daha sık rastlanmakta ve iklim değişiklikleri nedeniyle daha fazla insan kendi toprağını terk etmektedir. Bu nedenle son on yılda tüketiciler, sosyal ve çevresel sorunlarla baş etme konusunda samimi bir çaba göstermeleri için işletmelere baskı yapmaktadır. Bazı şirketler bu konuları ciddiye almakta ve sürdürülebilirliği şirket faaliyetlerinin her aşamasına dahil etmektedir. Ancak sürdürülebilirlik vizyonuna uygun yaşamayı reddeden şirketler, zamanla rekabet avantajlarını kaybedecek ve yerlerine yenileri eklenecektir. Sürdürülebilir şirketler, uzun vadede kâr sağlayacak marka sadakati yaratacaklardır.

Bugün tüketiciler şirketlerin tüm bölümlerinin en yüksek etik standartlara uygun olduğundan emin olmak için şirketlerin işçilere makul ücretler ödemesini, enerji kullanımını azaltmasını ve sürdürülebilir tedarik zincirlerini izlemesini beklemektedir. Bu değişikliklerin çoğu maliyetleri düşürerek kârı artıracak, ancak diğerleri yeni maliyetler ekleyecek ve bunlar tüketicilere daha yüksek fiyatlar şeklinde yansıtılmak durumunda olacaktır. Tüketiciler sürdürülebilir kaynaklardan elde edilen ürünlere daha yüksek fiyatlar ödeme konusunda isteksiz olabilirler. Bu nedenle sürdürülebilir pazarlamanın görevi, sadece ürün satmaktan, onarılabilen ve yeniden kullanılabilen ürünlere yatırım yapan ve böylece uzun vadede daha az kaynak kullanan bir yaşam tarzının satışına kadar genişletilmelidir. Günün sonunda tüketicileri toplum için yeni bir rota belirleme konusunda kendilerine katılmaya davet eden şirketler, tüketicileri yalnızca bir ürünün arzu edilir olduğuna ikna eden şirketlere kıyasla tüketiciler arasında uzun soluklu ve çok daha derin bir sadakat elde edeceklerdir. Sonuç olarak şirketler, tüketicileri sürdürülebilir ürünleri kullanmaya teşvik etmek amacıyla daha ideal ürünlerle tüketici mutluluğunu ve memnuniyetini artırmaya dolayısıyla de toplumsal ve çevresel faydayı artırmaya odaklanmalıdırlar.

KAYNAKÇA

- Adecco. (2021). *The U.S. Workforce Report: Attracting Talent and Retaining Employees*. Zurich, Switzerland: Adecco.
- Apaydin, F., Szczepaniak, M. (2017). Analyzing the Profile and Purchase Intentions of Green Consumers in Poland. *Economics*, 96(1), 93–112. <https://doi.org/10.15388/Ekon.2017.1.10666>
- Belz, F-M., Peattie, K. (2012). *Sustainability marketing: A global perspective*. 2. ed., Chichester: Wiley.
- Belz, F.-M., Schmidt-Riediger, B., (2009). Marketing strategies in the age of sustainable development: evidence from the food industry. *Bus. Strateg. Environ.* 19 (7). <https://doi.org/10.1002/bse.649>.
- Bhasin, Hitesh. (2019). *Sustainable Marketing Strategy, Importance and Principles*. Old Forge, NY: Marketing 91. <https://www.marketing91.com/sustainable-marketing/>
- Bridges, Claudia M., Wilhelm, Wendy Bryce 2008. Going Beyond Green: The "Why and how" of Integrating Sustainability into the Marketing Curriculum. *Journal of Marketing Education*, 30 (1), 33-46.
- Charter, M., Peattie, K., Ottman, J., Polonsky, M.J. (2002) Marketing and sustainability. <http://www.cfsd.org.uk/smart-know-net/links/smart-know-net.pdf>, Sustainable Marketing Knowledge Network
- Cooper, T. (2005). Slower Consumption Reflections on Product Life Spans and the "Throwaway Society", *J. Ind. Ecol.*, 9., 51-67.
- Costa, G., Villa, M. (2014). Sustainable Marketing: An Exploratory Study of the Perceptions of Marketing Managers in International Spanish Hotels, *Journal of Management for Global Sustainability*, 2(1), 73-94
- Demirer, G.N. (2006). Sürdürülebilir tüketim ve üretim: Türkiye yolun neresinde?. AB Katılım Sürecinde Türkiye İçin Sürdürülebilir Üretim ve Tüketim Yaklaşımları, REC Türkiye, İstanbul
- Ergen, A. (2014). Maddi değerler, gönüllü sade yaşam biçimi, çevre bilgisi: sürdürülebilir tüketim davranışı açısından bir araştırma, Yayınlanmamış doktora tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

- Flores, M. R. (2022). A Qualitative Study On Sustainable Marketing And Strategy Applied To Creation Of Value According To Sdg's 2030 *Marketing Science & Inspirations*, 17(4), 14–22. <https://doi.org/10.46286/msi.2022.17.4.2>
- Fuxman L., Iris, M., Mahmoud, A. B., Nicholas, G. (2022), “The New 3Ps of Sustainability Marketing: The Case of Fashion,” *Sustainable Production and Consumption*, 31 (May), 384-396.
- Ingenbleek, Paul T. M., Ruud T Frambach. (2010). “Marketing Strategies for Sustainable Development.” In *Towards Effective Food Chains. Models and Applications*. Eds. Jacques Trienekens, Jan Top, Jack Vorst, and Adrie Beulens, 25–46. Wageningen, The Netherlands: Wageningen Academic Publishers.
- Jaderná, E., Picková, R., Přikrylová, J., Samek, K. (2018). Selected Aspects of Green Behaviour of Czech Consumers. *Marketing Science & Inspirations*, 13(3), 2–10. Retrieved from: <http://0-search.ebscohost.com.ustlib.ust.edu.ph/login.aspx?direct=true&db=bsu&AN=132793753&site=eds-live>
- Jones, P., Clarke-Hill, C., Comfort, D., Hillier, D. 2008. Marketing and sustainability. *Marketing Intelligence & Planning*, 26(2): 123–130.
- Kayıkçı, P., Armağan, K., Dal, N. E. (2019). Sürdürülebilir Pazarlama: Kavramsal Bir Çalışma, *MAKÜ-BİFD*, 2(1),77 -93
- Kotler, P. J., Armstrong, G. M. 2010. Principles of marketing. New Jersey: Pearson Education.
- Kumar, V., Rahman, Z., Kazmi, A.A., Goyal, P. (2012). Evolution of sustainability as marketing strategy: Beginning of new era. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 37, 482-489.
- Küçükçörük, G., Kurtuldu, G. (2022). Sürdürülebilir pazarlamanın sürdürülebilir tüketim üzerindeki etkisinde çevre bilincinin aracılık rolü. *Trakya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi e-Dergi*, 11(2), 141-162, <https://doi.org/10.47934/tife.11.02.04>

- Lee, Jung-Yong, Jin, Chang-Hyun. (2019). "The Role of Ethical Marketing Issues in Consumer-Brand Relationship." *Sustainability* (23): 6536. <https://doi.org/10.3390/su11236536>
- McDonagh, Pierre, Andrea Prothero. (2014). "Introduction to the Special Issue: Sustainability as Megatrend, I." *Journal of Macromarketing* 34: 248–252.
- Olson, E. L. (2022). 'Sustainable' marketing mixes and the paradoxical consequences of good intentions, *Journal of Business Research* 150, 389–398
- Önce, A. G., Marangoz, M. (2012). Pazarlamanın Sürdürülebilir Gelişmedeki Rolü, International Conference On Eurasian Economies
- Jin Yong Park, Sriram Veeraiya Perumal & Shouvik Sanyal & Binh Ah Nguyen & Samrat Ray & Ravishankar Krishnan & Ramakrishna Narasimhaiah & Dhanabalan Thangam, 2022. "Sustainable Marketing Strategies as an Essential Tool of Business," *American Journal of Economics and Sociology*, Wiley Blackwell, 81(2), 359-379.
- Raza, Ali, Ali Razzaq, Sundas Mehmood, Xiling Zou, Xuekun Zhang, Yan Lv, Jinsong Xu. (2019). "Impact of Climate Change on Crops Adaptation and Strategies to Tackle its Outcome: A Review." *Plants* 8(34): 1–29. <https://doi.org/10.3390/plants8020034>
- Sheth, N. J., Prvatiyar, A. (2021). Sustainable Marketing: Market-Driving, Not Market-Driven, *Journal of Macromarketing*, 41(1) 150-165 DOI: 10.1177/0276146720961836
- Story, James. (2019). "What Is Sustainable Marketing and How Should You Use It?" *Smart Insights* October 23. <https://www.smartinsights.com/online-brand-strategy/brand-positioning/sustainable-marketing-how-should-you-use-it/>
- White, K., Habib, R., Hardisty, D. J. (2019). How to SHIFT consumer behaviors to be more sustainable: A literature review and guiding framework. *Journal of Marketing*, 83(3), 22–49. <https://doi.org/10.1177/0022242919825649>

BÖLÜM 7

YEŞİL PAZARLAMAYA KAVRAMSAL BİR BAKIŞ

Doç. Dr. Ebru ONURLUBAŞ¹

Doç. Dr. Niyazi GÜMÜŞ²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10214697>

¹Trakya Üniversitesi, Keşan Yusuf Çapraz UBYO, Uluslararası Ticaret ve Finansman Bölümü, /Edirne/Türkiye ebruonurlubas@trakya.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-2341-0788>

² Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu MYO, Yönetim ve Organizasyon Bölümü, Bolu/Türkiye, niyazigumus@ibu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-8737-3114>

GİRİŞ

Günümüzde küresel düzeyde hızla artan çevresel sorunlar, ekonomik faaliyetlerin ve tüketim alışkanlıklarının çevresel etkilerini daha yakından göz önüne sermekte ve sürdürülebilirlik gerekliliklerini daha da vurgulamaktadır. Bu kapsamda, işletmelerin ve tüketicilerin çevresel sorumluluklarını daha etkin bir şekilde ele almalarını sağlamayı amaçlayan yeşil pazarlama yaklaşımı, modern iş dünyasında ve tüketim toplumunda çevresel sürdürülebilirlik ilkelerine yönelik önemli bir strateji olarak öne çıkmaktadır.

Yeşil pazarlama, geleneksel pazarlama anlayışını aşarak, işletmelerin faaliyetlerini çevresel etkileri göz önünde bulundurarak planlamalarını ve tüketicilerin de çevre dostu ürün ve hizmetleri tercih etmelerini teşvik etmeyi amaçlamaktadır. Temelinde çevre ve sürdürülebilirlik prensipleri yatan bu yaklaşım, işletmelerin ürünlerini sadece işlevselliği değil aynı zamanda çevresel etkileri ile birlikte sunarak, tüketicilerin çevre dostu seçimler yapmalarını kolaylaştırmayı hedeflemektedir.

Bu çerçevede, yeşil pazarlama stratejisinin temel odak noktasını çevre dostu ürün ve hizmetlerin geliştirilmesi oluşturmaktadır. Bu ürünler, enerji ve kaynak verimliliği, azaltılmış atık üretimi, geri dönüşüm olanakları gibi çevresel açılardan olumlu nitelikleri içermektedir. İşletmeler, bu ürünlerin çevre dostu özelliklerini vurgulayarak tüketicilere çevre bilincine uygun alternatifler sunmaktadır. Ayrıca, yeşil pazarlama yaklaşımı, tüketicilerin çevresel sorumluluklarını daha iyi kavramalarını teşvik ederek, sadece anlık gereksinimleri değil aynı zamanda gelecek nesillerin gereksinimlerini de gözetmelerini sağlamayı amaçlamaktadır.

Bu çerçevede, yeşil pazarlama yaklaşımı işletmelerin sadece kâr hedeflemek yerine toplumsal ve çevresel değerleri öne çıkarmalarını öngörmektedir. İşletmeler, çevresel performanslarını ve ürünlerinin çevresel etkilerini şeffaf bir şekilde sunarken, tüketicilerin de bu bilgileri değerlendirerek daha sürdürülebilir seçimler yapmalarını sağlamaktadır. Aynı zamanda, işletmelerin çevre dostu ürün ve hizmetlerini tanıtarak, marka sadakati oluşturmanın yanı sıra toplumsal farkındalığı artırma fırsatı da sunmaktadır.

Bu makalenin ana hedefi, yeşil pazarlama kavramının teorik temellerini incelemektir. Bu çalışma gelecekte daha sürdürülebilir ve çevre dostu bir dünya yaratma hedefine doğru atılan önemli adımların değerlendirilmesine yardımcı olacaktır.

1. YEŞİL PAZARLAMA

1970 yılında ortaya çıkan "yeşil pazarlama" anlayışı, ürünlerin yaşam döngüsünün her aşamasında çevresel etkilerin göz önünde bulundurulmasını gerektirmektedir. Ürün tasarımı aşamasında, malzemelerin seçimi, üretim süreçleri ve ambalajlama gibi faktörler çevresel sürdürülebilirliği destekleyecek şekilde ele alınmaktadır. Aynı zamanda ürünlerin maliyetlendirilmesi, tüketicilerin sürdürülebilir ürünlere erişebilirliğini sağlayacak şekilde dengelenmektedir. Yeşil pazarlama, sadece ekolojik değil aynı zamanda ekonomik ve sosyal sürdürülebilirliği de göz önünde bulundurmaktadır. İşletmelerin çevre dostu ürünler üreterek, tüketicilerin çevresel değerlere olan ilgisini karşılayabilirken aynı zamanda rekabet avantajı elde etmesi hedeflenmektedir. Bu yaklaşım, uzun vadeli iş başarısı için önemli bir stratejik avantaj sunmaktadır (Tabavar vd., 2021, s. 120).

Yeşil pazarlama, çevreci pazarlama, sorumlu pazarlama (Onurlubaş, 2019) ve Amerikan Pazarlama Birliği tarafından "ekolojik pazarlama" olarak da adlandırılan bir kavram olarak öne sürülmüş ve esas olarak müşteri istek ve ihtiyaçlarının, doğal çevreye herhangi bir olumsuz etki yaratmadan karşılanmasını amaçlayan etik temelli bir pazarlama yaklaşımı olarak tanımlanmıştır (Yan ve Yazdanifard, 2014: 33). Bir başka tanıma göre ise, yeşil pazarlama, doğa ile uyumlu ürünlerin tüketici taleplerini tatmin etmek amacıyla pazarlama stratejileri kullanılarak sunulmasıdır (Onurlubaş, 2016). Bu kavram, geleneksel pazarlama paradigmasının sınırlamalarına alternatif bir çözüm sunarak, işletmelerin sadece ekonomik kazanç hedeflemek yerine, uzun vadeli sürdürülebilirliği ve çevresel entegrasyonu da gözetmelerini önermektedir. Başka bir tanıma göre yeşil pazarlama, günümüzün giderek artan çevresel endişeleri ve sürdürülebilirlik kaygıları çerçevesinde, tüketicilerin taleplerini ve beklentilerini karşılamayı amaçlayan bir pazarlama yaklaşımıdır. Bu yaklaşım, çevre ve doğa dostu pazarlama faaliyetlerinin etkin bir şekilde yürütülmesini içermektedir, böylece hem işletmelerin hem de

toplumun uzun vadeli çıkarlarının gözetildiği bir denge sağlamaktadır (Erbaşlar, 2012: 95).

Yeşil pazarlama stratejilerini uygulayan şirketler, çevresel sürdürülebilirlik ilkesini temel alarak iş yapma biçimlerini dönüştürmeyi hedeflemektedirler. Bu dönüşüm sürecinde, iki temel yaklaşım dikkat çekmektedir. Birincisi, müşterilerin çevresel ihtiyaçlarını karşılayan ürünleri geliştirmektir. Bu, tüketicilere doğrudan çevresel fayda sağlamayı amaçlamaktadır. Örneğin, enerji verimliliği yüksek beyaz eşyalar veya atık üretimi minimum seviyede olan ürünler bu kategoriye örnek olarak verilebilir. Diğer yaklaşım ise, daha az çevresel zarara yol açan çevre dostu ürünlerin üretilmesidir. Bu tür ürünler, üretim aşamasından kullanım ve atık yönetimine kadar olan süreçlerde çevresel etkileri azaltmayı amaçlamaktadır. Geri dönüştürülebilir malzemelerin kullanılması, atık miktarının azaltılması, yeniden kullanılabilir ürünlerin tasarlanması gibi stratejiler bu kategoride yer almaktadır (Fan ve Zeng, 2011, sayfa 22).

1.1. Yeşil Pazarlamanın Amaçları

Yeşil pazarlama, Singh'in (2012) ortaya koyduğu perspektife göre, çeşitli hedeflere yönelik evrim geçirmektedir. Bu hedeflerin temel amacı, çevresel sürdürülebilirliği ve işletme performansını bir araya getirerek daha kapsayıcı bir iş modeli oluşturmaktır. Bunlar;

- ✓ İlk olarak, atık yönetimine odaklanmak, yeşil pazarlamanın öncelikli amaçlarından biridir. Bu amaçla, üretim ve tüketim süreçlerinde ortaya çıkan atık miktarını minimize etmek ve en aza indirmek hedeflenmektedir. Bu sadece çevresel etkileri azaltmakla kalmaz, aynı zamanda maliyet tasarrufu ve işletme verimliliği sağlamaktadır.
- ✓ Ürün konseptinin gözden geçirilmesi, işletmelerin çevresel etkileri azaltacak şekilde ürün tasarımlarını revize etmelerini içermektedir. Bu, ürünlerin yaşam döngüsünün her aşamasında çevresel etkilerin dikkate alındığı bir yaklaşımı gerektirmektedir. Bu şekilde, çevre dostu ürünlerin geliştirilmesi ve pazara sunulması amaçlanmaktadır.
- ✓ Ekolojik perspektifin işletme kararlarına entegre edilmesi, hem çevresel sürdürülebilirliği hem de finansal performansı artırmayı hedeflemektedir. Bu yaklaşım, çevresel sorumluluğun iş

stratejilerine dahil edilerek uzun vadeli sürdürülebilir başarı sağlama amacını taşımaktadır.

- ✓ Ürün modifikasyonu, mevcut ürünlerin çevre dostu özelliklerle geliştirilmesini ifade etmektedir. Bu değişiklikler, ürünlerin enerji ve kaynak tüketimini azaltmak, geri dönüşüme uygun hale getirmek veya daha dayanıklı hale getirmek gibi çeşitli yollarla gerçekleştirilebilir.
- ✓ Üretim süreçlerinde yapılan değişiklikler, çevre dostu üretim tekniklerinin benimsenmesini içermektedir. Bu, enerji ve su verimliliğini artırmayı, atık üretimini azaltmayı ve çevresel kaynakların daha etkili kullanımını amaçlamaktadır.
- ✓ Ambalaj değişiklikleri, ürünlerin ambalaj malzemeleri ve tasarımlarının çevresel etkilerini azaltacak şekilde yeniden düşünülmesini ifade etmektedir. Daha az atık üreten, geri dönüştürülebilir veya yeniden kullanılabilir ambalaj alternatifleri üzerine odaklanmak, çevresel açıdan daha sürdürülebilir bir yaklaşımı yansıtmaktadır.
- ✓ Son olarak, reklamların değiştirilmesi, yeşil pazarlamayı destekleyen içeriklerin vurgulanması anlamına gelmektedir. Ürünlerin çevresel avantajları ve çevre dostu özellikleri, tüketicilere daha etkili bir şekilde iletilmekte ve çevre bilincinin artırılmasına katkı sağlamaktadır.

Ayyıldız ve Genç (2008: 514) tarafından sıralanan yeşil pazarlamanın diğer amaçları aşağıdaki şekildedir:

- ✓ Çevre bilincine uygun pazarlama yapmak: Yeşil pazarlama, çevre bilincini topluma aktarmayı amaçlamaktadır. İşletmeler, pazarlama ile çevresel sorunlara dikkat çekerek ve çözüm önerileri sunarak tüketicilerin çevre konusundaki farkındalığını artırabilirler.
- ✓ Yeşil ürünler geliştirmek: İşletmeler, çevresel etkileri azaltan veya minimuma indiren ürünlerin tasarımını ve üretimini teşvik ederek, sürdürülebilir ürün portföyü oluşturabilirler.
- ✓ Çevresel sürdürülebilirlik açısından müşteri ihtiyaçlarını karşılamak: İşletmeler, müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamak için çevresel etkileri minimize eden ürün ve hizmetler sunarak hem tüketici taleplerini

karşılabilir hem de çevre üzerindeki olumsuz etkileri azaltabilirler.

- ✓ Geri dönüşümü esas almak: Ürünlerin ve ambalajların geri dönüştürülebilirliğini artırmak, atık miktarını azaltarak çevresel etkiyi minimize etmeyi amaçlamaktadır.
- ✓ Çevreci etiketleme yapmak: Ürünlerin çevre dostu özelliklerini vurgulamak ve tüketicilere doğru ürün seçimi konusunda rehberlik sağlamak amacıyla, işletmeler ve üreticiler çeşitli yöntemler kullanmaktadır. Bu yöntemlerden biri, çevreci etiketler veya sertifikaların kullanımınıdır. Çevreci etiketler, ürünlerin çevresel etkilerini, sürdürülebilirlik performansını ve belirli çevresel standartları yansıtan görsel veya yazılı sembollerdir. Bu etiketler, tüketicilere ürünlerin çevre dostu olduğunu vurgulayarak, bilinçli tüketim yapmalarına olanak tanımaktadırlar.
- ✓ Dağıtımda yaşam devri değerlendirmelerine yer vermek: Ürünün yaşam döngüsünün her aşamasında çevresel etkileri göz önünde bulundurarak, ürünün üretiminden tüketimine ve atığın yönetimine kadar olan süreçlerde sürdürülebilirlik ilkesine uygun kararlar alabilmektedir.
- ✓ Kaynakları etkili bir biçimde kullanmak ve kaynakların sınırlı olduğu bilinciyle hareket etmek: Enerji, su, hammadde gibi doğal kaynakların etkili ve verimli bir şekilde kullanılması, sürdürülebilirlik ilkelerine dayalı bir yaklaşımın vazgeçilmez bir parçası olarak öne çıkmaktadır. Bu yaklaşımın temel amacı, mevcut nesillerin ihtiyaçlarını karşılarken aynı zamanda gelecek nesillerin gereksinimlerini tehlikeye atmamaktır.
- ✓ Çevreye verilen zararı ortadan kaldırma ya da minimum seviyeye indirgeme: Ürün ve hizmetlerin çevresel etkilerini azaltarak çevreye verilen zararı en aza indirme amacıyla çaba göstermek.
- ✓ Toplumun ilgisini çevre dostu pazarlama faaliyetleri aracılığıyla çekmeyi başarmak: Çevre dostu pazarlama kampanyaları, işletmelerin toplumun dikkatini çekmeyi ve sürdürülebilirlik konusundaki farkındalığı artırmayı amaçlayan güçlü bir araçtır. Bu tür kampanyalar, hem toplumun hem de bireylerin çevresel sorumlulukları daha derinlemesine anlamalarına yardımcı olurken,

aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine katkıda bulunma fırsatı sunmaktadır.

- ✓ Şirket karlılığını yeşil süreçlerle gerçekleştirmek: Yeşil pazarlama stratejileri, sürdürülebilirlik odaklı iş süreçlerinin benimsenmesiyle hem çevresel etkileri azaltmayı hem de uzun vadeli karlılığı artırmayı amaçlamaktadır.
- ✓ Sürdürülebilir çevre yaklaşımıyla hareket ederek tüketici istek ve ihtiyaçlarını karşılamak: İşletmeler, tüketici taleplerini sürdürülebilirlik ilkeleriyle uyumlu bir şekilde karşılayarak hem müşteri memnuniyetini sağlayabilir hem de çevreye duyarlı bir yaklaşım sergileyebilir.

Bu amaçlar, işletmelerin ve tüketicilerin çevresel sorumluluk bilincini artırarak sürdürülebilirlik ilkelerine daha sıkı bir bağlılık geliştirmeyi amaçlayan yeşil pazarlama yaklaşımının temel taşlarını oluşturmaktadır. Bu yaklaşım, modern iş dünyasının ve tüketim alışkanlıklarının yol açtığı çevresel zorluklara karşı alternatif bir çözüm yolu sunarak, işletmelerin ve tüketicilerin çevreyle uyumlu bir şekilde hareket etmelerini teşvik etmektedir.

1.2. Yeşil Pazarlamanın Özellikleri

Yeşil pazarlamanın öne çıkan bazı özellikleri aşağıda verilmiştir (<https://www.ticimax.com/blog/yesil-pazarlama-green-marketing-nedir-ornekleri-nelerdir>);

1. Sürdürülebilirlik İlkesi: Yeşil pazarlama, öncelikli olarak sürdürülebilirlik ilkesini benimsemektedir. Bu yaklaşım, çevresel kaynakların dengeli bir şekilde kullanılmasını ve gelecek nesillere de sağlıklı bir yaşam alanı bırakılmasını amaçlamaktadır. Ürün ve hizmetlerin sürdürülebilir bir şekilde üretim ve tüketim döngüsü içinde yer alması hedeflenmektedir.
2. Sürdürülebilir Ambalaj Tasarımı: Tüketici bilincinin arttığı günümüzde, ambalaj tasarımı da önemli bir yere sahip olmaktadır. Yeşil pazarlama stratejileri, sürdürülebilir ambalaj tasarımları ile tüketicilere çevre dostu bir yaklaşım sergilemektedir. Kolayca geri dönüştürülebilen, atık miktarını azaltan ambalajlar tercih edilmektedir.

3. Çevreye Fayda Sağlayan Ürünler: Yeşil pazarlama, ürünlerin üretim veya dağıtım aşamalarında çevreye fayda sağlayacak prosedürlerin kullanılmasını amaçlamaktadır. Bu şekilde, çevresel etkiler minimize edilmekte ve doğal kaynakların korunması desteklenmektedir. Örneğin, enerji tasarruflu ürünler veya geri dönüştürülebilir materyaller kullanılarak üretilen ürünler bu stratejinin örneklerindedir.
4. Çevre Dostu Bilinçlendirme: Yeşil pazarlama, tüketicileri çevre dostu uygulamalar konusunda bilinçlendirmeyi amaçlamaktadır. Tüketicilerin ürün seçimlerini çevresel etkileri göz önünde bulundurarak yapmalarını teşvik etmektedir. Bu tür bilinçlendirme kampanyaları, toplumun genelinde çevre bilincinin artmasına katkı sağlamaktadır.
5. Sosyal Sorumluluk Projeleri: Bazı şirketler, sürdürülebilirlik girişimlerine odaklanan kar amacı gütmeyen kuruluşlara destek sağlamaktadır. Yeşil pazarlama stratejileri kapsamında, bu tür kuruluşlara yapılan kamu bağışları, çevre ve toplumsal sorunlara duyarlılığın bir göstergesi olarak kullanılmaktadır.
6. Çevre Bilinci Oluşturma: Ürünlerin pazarlanmasında iklim değişikliği, karbon salınımı gibi çevresel konuların vurgulanmasıyla, tüketicilerde çevre bilinci oluşturulmaktadır. Bu strateji, sadece ürünün değil, aynı zamanda markanın da çevre dostu bir yaklaşım sergilediği algısını oluşturmayı hedeflemektedir.

2. YEŞİL PAZARLAMA AŞAMALARI

Yeşil pazarlama yaklaşımı, işletmelerin çevre dostu ve sürdürülebilir iş stratejilerini benimsemeleri ve bu çerçevede üç aşamalı bir süreci takip etmeyi içermektedir. Bu aşamalar sırasıyla "Yeşil Hedefleme", "Yeşil Stratejilerin Geliştirilmesi" ve "Çevresel Oryantasyon" olarak adlandırılmaktadır. Bu aşamalar, işletmelerin çevresel etkileri en aza indirmeyi ve sürdürülebilirlik ilkelerini gözetmeyi amaçlayan bir yaklaşımın evrimsel seyirlerini yansıtmaktadır (Özcan ve Özgül, 2019);

2.1. Yeşil Hedefleme:

Yeşil pazarlama sürecinin temel adımlarından biri olan "Yeşil Hedefleme" aşaması, işletmelerin çevresel sürdürülebilirlik prensiplerini benimsemeye yönelik ilk adımları attıkları kritik bir evredir. Bu aşama, işletmelerin çevresel etkiyi azaltma amacıyla çevre dostu ürünlerin ve hizmetlerin üretimine yönelik hedefler belirledikleri, çevresel duyarlılık ve sorumluluklarını artırmaya başladıkları bir dönem olarak öne çıkmaktadır.

Yeşil hedefleme aşamasının en temel amacı, işletmelerin ürün portföylerini ve operasyonel süreçlerini çevresel açıdan gözden geçirmeleri ve bu bağlamda sürdürülebilirlik ilkesini entegre etmeleridir. Bu aşamada, işletmeler, mevcut ürünlerin ve hizmetlerin çevresel etkilerini değerlendirmek ve bu etkileri azaltmak için stratejiler geliştirmek adına adım atmaktadırlar.

Öte yandan, "Yeşil Hedefleme" aşamasında işletmelerin hem çevre dostu ürünlerin üretimine yönelik faaliyetlerde bulunabileceği hem de hala çevre dostu olmayan ürünleri üretmeye devam edebileceği bir gerçektir. Bu, işletmelerin süreçleri ve ürün portföylerini kademeli olarak sürdürülebilir bir şekilde dönüştürme sürecinin bir yansıması olarak değerlendirilebilir. Ancak, bu aşamanın nihai hedefi, çevre dostu ürünlerin önceliklendirilmesi ve sürdürülebilirlik çabalarının güçlendirilmesidir.

2.2. Yeşil Stratejilerin Geliştirilmesi:

Yeşil pazarlama sürecinin ikinci aşaması olarak tanımlanan "Yeşil Stratejilerin Geliştirilmesi" evresi, işletmelerin çevresel sürdürülebilirliğe daha derinlemesine bir yaklaşım sergiledikleri kritik bir dönemi temsil etmektedir. Bu aşamada, işletmeler çevre dostu ürün ve hizmetlerin ötesinde, operasyonel süreçlerini ve iş stratejilerini çevresel etkileri minimize edecek şekilde optimize etmeye odaklanmaktadırlar.

İkinci aşama olan "Yeşil Stratejilerin Geliştirilmesi", işletmelerin yeşil hedeflemeye kıyasla daha fazla çevresel ilgi gösterdikleri bir evredir. İşletmeler, "Yeşil Stratejilerin Geliştirilmesi" aşamasında, hem çevre dostu hem de çevre dostu olmayan ürünlerin üretimine devam edebilirken, bu ürünlerin etkilerini en aza indirmek için çeşitli stratejiler benimsemektedirler. Bu stratejiler, kaynakların etkin kullanımı, atık

oluşumunun en aza indirilmesi, enerji verimliliği ve çevresel kaynakların sürdürülebilir şekilde kullanımı gibi çevresel faktörleri içermektedir. Aynı zamanda, işletmeler iş faaliyetlerini çevresel etkileri minimize edecek şekillerde düzenlemek amacıyla operasyonel süreçlerini yeniden değerlendirmekte ve uyarlamaktadırlar.

2.3. Çevresel Oryantasyon:

Üçüncü aşama olarak adlandırılan "Çevresel Oryantasyon" evresi, işletmelerin faaliyetlerini çevresel etkilerin merkezine yerleştirdiği bir aşamadır. Bu aşamada, işletmeler yalnızca çevre dostu ürünlerin üretimine odaklanmakla kalmaz, aynı zamanda çevresel faktörler, karar alırken temel bir belirleyici ilke olarak kabul edilmektedir. Sürdürülebilirlik ilkeleri, işletmelerin tüm stratejik ve operasyonel kararlarını yönlendirir hale gelmektedir.

Bu dönemde çevre dostu olmayan ürünlerin üretimi kesintiye uğramakta ve işletmeler, üretim portföylerini yalnızca çevre dostu ürünlerle sınırlı tutarak çevresel etkileri minimize etmeye odaklanmaktadır. İşletmelerin vizyonu ve misyonu, çevresel sürdürülebilirliği en yüksek öncelik olarak belirlenmekte ve bu doğrultuda faaliyetlerini şekillendirmektedir.

Söz konusu evre, işletmelerin sadece ekonomik getirileri değil, aynı zamanda çevresel ve toplumsal sonuçları da dikkate aldıkları bir dönemi temsil etmektedir. İşletmeler, çevre dostu ürünlerin yanı sıra üretim süreçlerini de sürdürülebilir hale getirmek için çaba göstermektedirler. Bu dönemde, işletmelerin çevresel etki analizleri, yaşam döngüsü değerlendirmeleri ve yeşil tasarım gibi araçları kullanarak çevresel performanslarını sürekli olarak değerlendirdiği gözlemlenmektedir.

3. YEŞİL PAZARLAMA KARMASI

3.1. Yeşil Ürün

Yeşil ürünler genellikle dayanıklılığa sahip olup, toksik etkileri bulunmayan ve geri dönüştürülmüş malzemelerden üretilmiş veya düşük düzeyde ambalajlanmış ürünlerdir. Üretim süreçlerinde çevresel farkındalığı esas alan yaklaşımlar benimsenmektedir; böylelikle atık miktarının azaltılması veya tamamen ortadan kaldırılması, enerji kullanımının düşürülmesi,

hammadde kullanımının verimliliğinin artırılması ve örgütsel güvenliğin güçlendirilmesi gibi hedefler ön planda tutulmaktadır (Torlak, 2003: 51). Bu bağlamda, yeşil ürünler ve onların üretim süreçleri, çevresel sürdürülebilirlik ilkeleriyle uyum içinde hareket etmeyi amaçlamaktadır.

Yeşil ürünlerin özellikleri, Moisaner'ın (2007, s. 405) belirttiği şekilde şu şekilde ayrıntılı bir şekilde açıklanabilir:

Sağlık ve Çevre Duyarlılığı: Yeşil ürünler, insanların ve diğer canlı varlıkların sağlığını tehlikeye atmayacak şekilde tasarlanmış ürünlerdir. Üretim, kullanım ve atık aşamalarında çevre üzerinde olumsuz etkilere neden olmamaktadırlar.

Çevre Koruma: Yeşil ürünler, çevre koruma ilkesini üretim aşamasından tüketim noktasına kadar tüm süreçlerde benimsemektedirler. Üretim, taşıma, kullanım ve atık yönetimi evrelerinde çevreye zarar verme riskini minimize etmeyi hedeflemektedirler. Bu bağlamda, üretim süreçlerinden başlayarak ürünün son kullanıcıya ulaştığı noktaya kadar geçen her aşamada çevresel dostluk ve sürdürülebilirlik prensipleri göz önünde bulundurmaktadırlar.

Üretim aşamasında, hammaddelerin seçimi ve işlenmesi gibi faktörler, çevresel etkileri en aza indirmek amacıyla özenle planlanmaktadır. Enerji ve su gibi kaynakların etkin kullanımı sağlanarak üretim süreçlerinin çevresel yükü minimize edilmektedir. Taşıma aşamasında ise, düşük emisyonlu nakliye yöntemleri tercih edilmekte ve bu şekilde taşıma sırasında çevreye verilen zarar en aza indirgenmektedir.

Ambalaj İstisnası: Yeşil ürünler, gereksiz ambalaj malzemelerinin kullanımını en aza indirmekte veya tamamen ortadan kaldırarak çevresel etkileri minimize etmektedirler. Ambalajın sınırlı ve gereksinime yönelik kullanımı, fazla ambalaj atığının oluşmasını engellemektedir. Bu strateji, sadece ürünün tüketiciye ulaştırılmasını değil, aynı zamanda ambalajın tüketici tarafından atılmasını da içermektedir

Bu çerçevede, ambalaj malzemelerinin çeşitliliği ve miktarı dikkatle değerlendirilmektedir. Ambalajın gerekliliği ve geri dönüştürülebilirliği göz önünde bulundurularak, çevre dostu ve sürdürülebilir ambalaj seçenekleri

tercih edilmektedir. Gereksiz ambalaj kullanımının azaltılmasıyla, atık miktarının ve çevresel etkilerin minimize edilmesi hedeflenmektedir.

Hayvan Deneylerinden Kaçınma: Ürünlerin üretimi veya test aşamalarında canlı hayvanların kullanımından kaçınılmaktadır. Hayvan işkencesine neden olacak uygulamalardan uzak durulmaktadır.

Dayanıklılık ve Uzun Ömürlülük: Yeşil ürünler, öne çıkan özellikleri arasında dayanıklılık ve uzun ömür taşıma yetenekleriyle ön plana çıkmaktadırlar. Bu temel nitelikler, ürünlerin uzun süre boyunca işlevsel ve etkili olmalarını sağlamaktadır. Bu da demektir ki, tüketiciler daha az sıklıkla ürünleri yenileme veya değiştirme ihtiyacı duymaktadırlar.

Geri Dönüşüme Uygun Hammaddeler:** Ürünler, geri dönüşüme uygun hammaddeler içermektedir. Bu, ürünün ömrü sona erdiğinde malzemelerin geri kazanımını kolaylaştırmaktadır.

Düşük Emisyon: Üretim ve kullanım aşamalarında az miktarda emisyon salınımına neden olmaktadır. Çevreye zararlı gazların salınımı minimize edilmektedir.

Sertifikasyon ve Denetim: Yeşil ürünler, belirli standartları karşılamış ve denetimden geçmiş ürünlerdir. Sertifikaasyon süreçleri sayesinde çevresel uyumları doğrulanmıştır.

Geri Dönüştürülebilir Ambalaj: Ambalaj malzemeleri geri dönüştürülebilir ve çevre dostu özelliklere sahip olmaktadır.

Tüketici Bilinçlendirme: Tüketicilere ürünlerin çevresel etkileri ve sürdürülebilirlikleri hakkında bilgi verilmektedir. Bu sayede tüketicilerin bilinçli seçimler yapmaları teşvik edilmektedir.

Uzun Vadeli Planlama: Ürünler uzun vadeli planlamalar sonucu üretilmektedir. Bu, çevresel etkilerin önceden değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır.

Zararlı Madde Reddi: Ürünler, üretim aşamalarında zararlı kimyasal maddelerin kullanımından kaçınılmaktadırlar ve bu maddelerin çevresel etkilerini en aza indirmektedirler.

3.2. Yeşil fiyat:

"Yeşil fiyat", genellikle çevre dostu veya sürdürülebilir ürünlerin, geleneksel alternatiflere göre daha yüksek bir maliyetle satılmasını ifade etmektedir. Bu kavram, tüketicilerin çevresel etkileri ve sürdürülebilirliği değerlendirirken, bu tür ürünler için ek maliyetleri göze almayı kabul ettiklerini göstermektedir. Örneğin, bir çevre dostu ürünün üretimi, daha sürdürülebilir. Malzemelerin kullanılması veya enerji verimliliğinin artırılması gibi nedenlerle geleneksel ürünlere göre daha yüksek bir maliyetle gerçekleşebilir. Tüketiciler, çevre dostu ürünlerin daha az doğal kaynağı tükettiğini veya daha az çevresel zarara neden olduğunu düşünerek, bu ek maliyeti ödemeye istekli olabilirler.

Yeşil fiyat, tüketicilerin tercihlerini şekillendiren önemli bir faktördür. Bu konuyla ilgili olarak 1990 yılında Thompson tarafından yapılan bir çalışma, Amerikalı tüketicilerin %82'sinin çevre dostu ürünler için diğer alternatiflere göre %5 daha fazla ödeme yapmaya razı olduklarını ortaya koymuştur (Peattie, 2001).

İşletmeler, her zaman çevre dostu ürünleri üretmek için fazladan masraflar yapmak zorunda değildir. Bazen, çevre dostu ürünler kullanarak aslında tasarruf sağlayabilirler, örneğin daha sürdürülebilir hammadde seçimi veya daha verimli lojistik düzenlemeleri sayesinde. Ancak, bu maliyet avantajları genellikle müşterilere yansıtılmaz. Ancak, işletmeler çevre dostu ürünler nedeniyle ürün fiyatlarını artırdığında, tüketiciler arasında güvensizlik oluşabilir. Tüketiciler, fiyat artışının sadece çevresel nedenlerden kaynaklanmadığını, aynı zamanda işletmenin kârını artırmak amacıyla yapıldığını düşünebilirler. Bu durumda, tüketicilerin güveni sarsılabilir ve işletme hakkında olumsuz düşünceler oluşabilir (Özkaya, 2010, s. 253).

3.3. Yeşil Dağıtım:

Yeşil Dağıtım'ın ilkesel olarak hayata geçebilmesi için çevresel etkilerin en aza indirilmesi hedeflenmektedir. Bu amacı gerçekleştirmek adına, öncelikli olarak faaliyetlerin verimliliği artırılmalı, böylece kaynak kullanımını en optimize edilen düzeye getirilmelidir. Hammaddelerin kullanımının minimize edilmesi de çevresel etkilerin azaltılmasında kritik bir

rol oynamaktadır. Bu çerçevede, atıkların azaltılması ve yeniden kullanılabilir ürün bileşenlerinin tespiti öne çıkmaktadır. (Esty ve Winston, 2008: 102).

Yeşil Dağıtım faaliyetleri, çevresel sürdürülebilirlik ilkelerini gözeterek yapılan fiziksel ürün taşıma süreçlerini kapsayan bir dizi aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar şunlardır (Erbaşlar, 2012):

1. **Yeşil Fiziksel Dağıtım:** Bu aşama, ürünlerin çevresel etkilerini minimize edecek şekilde planlanmış ve optimize edilmiş taşıma yöntemlerini içermektedir. Daha verimli rota planlamaları, düşük emisyonlu taşıma araçlarının tercih edilmesi ve yakıt tasarruflu sürüş tekniklerinin kullanımı gibi stratejiler, çevresel etkilerin azaltılmasına yardımcı olmaktadır.
2. **Depolama:** Bu aşamada, ürünlerin geçici olarak depolanması süreci ele alınmaktadır. Çevresel sürdürülebilirliği artırmak için depolama alanlarının enerji verimliliği ve malzeme kullanımı göz önünde bulundurulmaktadır. Ayrıca, depolama alanlarında geri dönüşüm ve atık yönetimi gibi çevresel uygulamalar da entegre edilebilmektedir.
3. **Stok Yönetimi:** Doğru stok yönetimi, aşırı stok tutma ve israfi önlemek açısından önemlidir. Çevresel açıdan, sadece gerektiği kadar stok tutarak kaynakların optimum kullanımını sağlamak ve atık üretimini minimize etmek hedeflenmektedir.
4. **Sipariş Alma ve Yerine Getirme:** Siparişlerin verilmesi, yönetilmesi ve yerine getirilmesi aşamalarında çevre dostu uygulamaların benimsenmesi önemlidir. Elektronik sipariş yönetimi ve dijital belgeleme gibi yöntemler kağıt tüketimini azaltabilir, böylece kaynak tasarrufu sağlanabilir.
5. **Yükleme ve Boşaltma:** Ürünlerin taşıma araçlarına yükleme ve boşaltma süreçlerinde çevre dostu pratikler uygulanmalıdır. Verimli yükleme düzenlemeleri ve ambalaj optimizasyonu, taşıma kapasitesinin maksimize edilmesine yardımcı olmakta ve gereksiz taşıma seferlerini azaltmaktadır.
6. **Ters Lojistik:** Ürün iade süreçleri ve geri dönüşüm yönetimi olarak da bilinen ters lojistik, ürünlerin tüketicilerden geri alınması,

yeniden değerlendirilmesi, yeniden kullanılması veya doğru şekilde atılmasını içermektedir. Bu aşama, atık yönetimi ve dögüsel ekonomi prensipleri doğrultusunda çevresel açıdan sürdürülebilir yaklaşımları içermektedir.

Yeşil Dağıtım faaliyetleri, tüm bu aşamaların koordinasyonu, çevresel etkileri azaltarak ve kaynakları daha verimli kullanarak ürünlerin tüketiciye ulaştırılmasını amaçlayan bir yaklaşımı temsil etmektedir.

3.4. Yeşil tutundurma:

Bugünün işletmeleri, sadece ürünlerinin kalitesi ve işlevselliğiyle değil, aynı zamanda çevresel etkileriyle de ön planda olmak durumundadır. Bu bağlamda, işletmeler ürünlerini "yeşil" yaklaşımla adlandırmak ve bu adlandırmayı somut adımlarla desteklemek suretiyle, çevreye zarar vermediklerini ve sürdürülebilir bir geleceği desteklediklerini hedef tüketicilerine iletmeye çalışmaktadırlar. Bu amaçla kullanılan "yeşil tutundurma", günümüz pazarlama stratejilerinde taşıdığı önemle öne çıkmaktadır.

Üreticiler, sadece ürünlerinin özelliklerini değil, aynı zamanda işletmelerinin çevresel değerleri ve taahhütlerini de tüketicilere aktarmak istemektedirler. Yeşil tutundurma stratejisi, bu bağlamda işletmelerin çevre dostu yaklaşımlarını, ürünlerinin yaşam döngüsündeki çevresel etkileri azaltmaya yönelik çalışmalarını ve sürdürülebilir üretim uygulamalarını vurgulamak için kullanılan etkili bir araçtır. Bu tutundurma, tüketicilere daha fazla bilinç kazandırmanın yanı sıra, işletmelerin çevresel sorumluluklarını önemseyen ve bu değerlere uygun ürünleri tercih etmeye teşvik eden bir rol üstlenmektedir.

Yeşil kimliğe sahip olan işletmeler, bu kimliği tüketicilere aktarmak için çeşitli iletişim yöntemlerine başvurmaktadırlar. Halkla ilişkiler kampanyaları, işletmelerin çevre dostu uygulamalarını ve sürdürülebilirlik hedeflerini açıkça iletebilmeleri için önemli bir platform sunmaktadır. Reklamlar, ürünlerin çevresel etkilerini azaltmaya yönelik adımları ve inovasyonları vurgulayarak tüketicilerin dikkatini çekmektedir. Aynı şekilde, kişisel satış yaklaşımları da tüketicilere doğrudan dokunma ve çevresel faydaları birebir anlatma fırsatı sunmaktadır (Uydacı, 2011).

1997 yılında Ottman, ürünlerin çevreye uyum sağlama sürecinde beş strateji önerisinde bulunmuştur (Kinoti, 2011, s. 269):

1. Tüketicileri Eğitmek: Yeşil ürünlerin potansiyel çevresel sorunlara nasıl çözüm sağlayabileceği konusunda tüketicileri bilinçlendirmek önem arz etmektedir. Bu strateji, tüketicilerin ürünlerin çevresel etkilerini anlamalarını ve bu ürünleri tercih etmelerinin nedenlerini kavramalarını sağlamayı amaçlamaktadır.
2. Tüketici Güçlendirmek: Çevre dostu ürünler ve hizmetlerin tüketicilerin sağlığını koruyabileceğini ve çevreyi olumlu yönde etkileyebileceğini göstererek, tüketicilerin kendi tercihlerini daha bilinçli bir şekilde yapmalarını teşvik etmek gereklidir. Bu yaklaşım, tüketicilerin çevresel etkileri dikkate alarak daha sürdürülebilir seçimler yapmalarına yardımcı olmaktadır.
3. Algılanan Değerleri Artırmak: Birçok tüketici, yeşil ürünleri geleneksel alternatiflere göre daha az değerli olarak algılayabilir. Bu nedenle, yeşil ürünlerin kalitesi, etkinliği ve uzun ömürlülüğü gibi özelliklerini vurgulayarak, tüketicilere bu ürünlerin değerini açıkça iletme gerekmektedir.
4. Doğru İletişim Kanalları: Çevre odaklı tüketiciler, genellikle direkt satış ve halkla ilişkiler gibi kişisel iletişim kanallarından gelen mesajlara daha duyarlıdır. Bu nedenle, iletişim stratejilerini bu kanallara odaklamak ve çevre dostu ürünlerin faydalarını etkili bir şekilde iletme önemli olmaktadır.
5. Faydaları Vurgulamak: Hem mevcut hem de potansiyel tüketicilerin ilgisini çekmek için, yeşil ürünlerin sunduğu somut faydaları vurgulamak gerekmektedir. Bu, enerji tasarrufu, uzun ömürlülük, çevre dostu malzemelerin kullanımı gibi avantajları vurgulayarak tüketicilerin ilgisini çekmeyi amaçlamaktadır.

4. İŞLETMELERİN YEŞİL PAZARLAMAYI TERCİH ETME NEDENLERİ

4.1. Sosyal Sorumluluk

Sosyal sorumluluklar, genel olarak bir organizasyonun sadece ekonomik ve finansal hedeflere odaklanmanın ötesine geçerek, çeşitli alanlarda sorumluluklar üstlenmesini ifade etmektedir. Bu kapsamda, işletmelerin sadece kâr elde etme amacına yönelik olmayan bir perspektif benimsemeleri ve toplumsal etkiyi göz önünde bulundurmaları beklenmektedir. Sosyal sorumluluklar, etik değerlere olan bağlılığı vurgularken, aynı zamanda iş yerindeki çalışanların, tüketicilerin, tedarikçilerin ve genel olarak toplumun beklentilerine uygun bir iş stratejisi ve politika izlemeyi içermektedir. Bu yaklaşım, sadece karşılıklı ilişkilerin geliştirilmesine ve işletme içi ve dışında olumlu bir etki yaratmaya yardımcı olmakla kalmamakta, aynı zamanda uzun vadeli sürdürülebilirliği teşvik eder. İnsanların iş yerlerinde mutlu ve tatmin olmaları da sosyal sorumlulukların bir yansıması olmaktadır, çünkü bu durum hem çalışanların refahını artırmakta hem de işletmenin verimliliğini ve itibarını olumlu şekilde etkilemektedir (Eren, 1990).

Bazı işletmelerin, çevresel ve sosyal uygulamalarıyla ilgili olumlu yönleri vurgulayarak, olumsuz detayları ise göz ardı ederek gerçekleştirdikleri faaliyetlere genellikle 'yeşil beyin yıkama' adı verilmektedir. Bu tür işletmeler, çevresel ve toplumsal sorumluluklarıyla ilgili olumlu bilgileri tüketicilerle paylaşarak olumlu bir imaj oluşturmayı amaçlamaktadır. Ancak, bu süreçte negatif yönleri veya eksiklikleri gizlemek suretiyle gerçek durumu çarpıtarak tüketicileri yanıltabilirler. Bu yaklaşım, sadece işletmelerin itibarına zarar vermekle kalmaz, aynı zamanda tüketicilerin de güvenini sarsabilir. bu tür pratikler, çevresel ve sosyal sorumluluk alanında şeffaflığın önemini vurgulamaktadır (Lyon ve Maxwell, 2006).

Günümüzde modern işletmecilik ve sosyal devlet anlayışı, bireyin sahip olduğu kaynakların yalnızca kişisel çıkarlarını değil, aynı zamanda toplumun refahını da etkilediği görüşünü benimsemektedir. Bu perspektife göre, bir bireyin biriktirdiği tasarruflar sadece bireyin mülkiyeti olarak değil, aynı zamanda toplumun ortak varlığı olarak kabul edilmelidir. Bu nedenle, bireyler

elde ettikleri kaynakları sadece kendi çıkarları doğrultusunda değil, aynı zamanda genel toplumsal yarar gözetilerek kullanılmalıdır. Bu anlayış, bireylerin bu kaynakları israf etmek yerine verimli ve sürdürülebilir bir şekilde kullanmalarını teşvik ederken, toplumun genel çıkarlarına aykırı amaçlar için kullanımına karşı da bir duyarlılık oluşturmaktadır. İşletme yöneticileri ise, sermayeyi sadece kendi kâr hedeflerine ulaşmak için değil, aynı zamanda işletmenin etkisiyle topluma katkı sağlamak amacıyla kullanılmalıdır. Sosyal sorumluluk bilinci, işletme yöneticilerinin kararlarını alırken çevresel, toplumsal ve etik faktörleri dikkate almalarını teşvik etmektedir. Bu şekilde işletmeler, sadece kâr amacı güden kuruluşlar olmanın ötesine geçerek, toplumun refahına olumlu etkiler sağlamayı amaçlayan önemli aktörler haline gelebilirler (Halıcı, 2001).

4.2. Devlet Baskısı (Politikaları)

Devlet, işletmelerin ürettikleri atık miktarını gözlemlemek ve düzenlemek amacıyla yönetmelikler oluşturmakta ve işletmelerin bu düzenlemelere uyum sağlaması için denetimler gerçekleştirmektedir. Devletler, yasal düzenlemeleri kullanarak işletmelere çevresel sorumluluklarını yerine getirme zorunluluğu getirerek baskı uygulamaktadır. İşletmelerin büyük bir bölümü, bu yasal düzenlemeleri kendi avantajlarına dönüştürme amacı gütmektedirler. Günümüzde, yalnızca yasalara uyum sağlamak artık yeterli görülmemektedir. Sadece yasal düzenlemelere uymak, sınırlı bir strateji olabilir ve finansal olarak yetersiz kalabilir. Bunun yerine, çevre dostu bir yaklaşım benimsemek isteyen işletmeler, ürünlerini "çevre dostu" hale getirme fırsatını yasal düzenlemelere uyum sağlama olarak değil, aynı zamanda sürdürülebilirlik ve çevresel bilinçlilik açısından bir fırsat olarak görmelidirler (D'Souza ve Peretiacka, 2002).

4.3. Rekabet Baskısı

İşletmeler, çevresel pazarlama açısından büyük bir etki yaratmak için rekabetçi konumlarını koruma isteği taşımaktadırlar. Bu nedenle şirketler, rakip firmaların çevresel adımlarını yakından takip ederek, daha iyisini yapma yolunda bir rekabet içine girmektedirler. Piyasada mevcut olan bu rekabet baskısı, tüm sektörün değişim ve çevresel zararı azaltma yönünde çabalarını artırmasına neden olmaktadır. Örnek vermek gerekirse, Xerox firmasının

%100 geri dönüştürülebilir kağıtları piyasaya sürmesi, rakip firmalara ilham kaynağı olmakta ve onları da geri dönüşüme uygun fotokopi kağıtları üretmeye yönlendirmektedir (Aytekin, 2007).

4.4. Çevreci Grupların Baskısı

Gönüllü kuruluşlar, çevresel sorunların önlenmesi için çeşitli politikaları etkili bir şekilde uygulayarak küresel kirliliğe karşı mücadelede önemli bir rol oynamaktadır. Bu organizasyonlar, çevreye zarar veren çok uluslu şirketlere karşı etkili bir şekilde tepki göstermek için boykot gibi etkili araçları kullanmaktadır. Örnek olarak, Burger King gibi büyük bir şirketin yağmur ormanlarının kesilmesine yol açan uygulamalarını durdurmak için yapılan bir boykot kampanyası, çevresel bilinç oluşturmak ve şirketi olumlu bir yöne yönlendirmek adına başarılı bir örnek olmuştur (Özpençe ve Özen, 2004).

4. YEŞİL TÜKETİCİ VE YEŞİL TÜKETİM

Çevresel endişelerin, tüketici davranışlarını etkileyebileceği düşüncesi, "Yeşil Tüketici" kavramının ortaya çıkmasına yol açmıştır. Bu mesele, "The Green Consumer Guide" adlı kitabın piyasaya sürülmesiyle daha fazla tartışılabilir hale gelmiştir. Bu kitap, yeşil tüketicileri, çevresel etkileri ciddi şekilde etkileyen ürünlerden kaçınan kişiler olarak tanımlamaktadır. Bu ürünler çevreye zarar veren, kaynakların gereksiz tüketimine yol açan, aşırı ambalajlı olan, hızla atık üreten ve hayvanlara eziyet eden uygulamaları içeren ürünlerdir (Özcan ve Özgül, 2019).

Yeşil tüketiciler, diğer tüketicilere göre daha fazla çevresel duyarlılık taşıyan ve satın alma ile tüketim kararlarını çevresel faktörler üzerine inşa eden bireylerdir. Ancak yeşil tüketici olmak, sadece ürünün çevresel etkilerini değil, aynı zamanda üretim süreçlerini, kaynakların sürdürülebilir kullanımını ve ürünlerin kullanım sonrası atıklarını da düşünmeyi içermektedir. Bu, yeşil tüketicilerin daha kapsamlı bir bakış açısına sahip oldukları anlamına gelmektedir ve sadece satın alırken değil, aynı zamanda ürünlerin yaşam döngüsü boyunca çevresel etkileri azaltmaya yönelik çaba gösterirken de çevresel sorumluluklarını yerine getirmektedirler (Zinkhan ve Carlson, 1995).

Yeşil tüketiciler, ürünlerin ve hizmetlerin hem üretim hem de kullanım aşamalarının çevresel etkilerine duyarlıdır. ABD'deki bir yeşil tüketici, aşağıdaki özelliklere sahip olabilir (Durali, 2002);

- Toplum içinde etkin bir rol oynamakta ve haberler ile politika konularına ilgi göstermektedir.
- Fikirlerini rahatlıkla ifade etmekte ve zaman zaman görüşlerini gazetelerde paylaşmaktadır.
- Dengeli ve sağlıklı beslenmeye özen göstermektedir.
- Alışveriş listesini dikkatlice hazırlamakta, ürünlerin içeriğini ve fiyatlarını kontrol etmektedir.
- Arkadaşlarıyla ürünler hakkında tartışmakta, tüketici raporlarına ve diğer bilgilere başvurmaktadır.
- Reklamlarda sosyal sorumluluk taşıyan, bilgilendirici ve şiddet içermeyen içerikleri tercih etmektedir.
- Çevre kirliliğinin insan sağlığı için tehdit oluşturduğuna ve yaşam kalitesini düşürdüğüne inanmaktadır.
- Çevresel standartların daha sıkı hale getirilmesini desteklemekte ve bu standartların tam olarak uygulanmasını savunmaktadır.
- Çevre bilincinin sadece bir geçici akım olmadığına inanmaktadır.

Yeşil tüketim, modern toplumların çevresel sorunlara duyarlı bir yaklaşım benimsemesinin bir yansımasıdır. Bu kavram, doğal kaynakların sürdürülebilir bir şekilde kullanılması, çevrenin korunması ve ekosistemlerin dengesinin sağlanması gibi önemli hedefleri içermektedir. Yeşil tüketim, sadece bireylerin yaşam tarzlarını değiştirmesi anlamına gelmez, aynı zamanda üreticilerin ve hükümetlerin de bu çevresel hedeflere yönelik politika ve uygulamalar geliştirmelerini gerektirir.

Yeşil veya çevre dostu ürünler, çevresel etkilerini minimize etmek amacıyla tasarlanmış ürünlerdir. Bu ürünlerin özellikleri arasında doğal kaynakların etkili bir şekilde kullanılması, atıkların azaltılması ve geri dönüşüme uygun olmaları bulunur. Örnek olarak, geri dönüştürülebilir veya tekrar kullanılabilir ambalajlar, enerji verimliliği sağlayan LED ampuller, biyolojik olarak parçalanabilen maddeler içeren çevre dostu deterjanlar ve

kirliliğe neden olmayan doğal boya veya parfümler gösterilebilir (Mostafa, 2006).

6. SONUÇ

Yeşil pazarlama, tüketim ve pazarlama faaliyetlerinin çevresel sürdürülebilirlik prensipleri doğrultusunda şekillendirilmesini amaçlayan bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışmanın amacı, yeşil pazarlama kavramının teorik temellerini incelemektir. Yeşil pazarlama, günümüzün önemli bir pazarlama yaklaşımı olarak ortaya çıkmakta ve çevresel sürdürülebilirlik ile iş dünyası arasındaki kritik ilişkiyi ele alırken çeşitli teorik çerçeveleri içermektedir.

Günümüzde tüketicilerin çevresel bilincinin arttığı ve çevre konularına daha fazla duyarlılık geliştirdiği gözlemlenmektedir. Yeşil pazarlama, bu bilincin artmasına katkı sağlamak ve tüketicileri çevre dostu ürünler ve hizmetler konusunda daha bilinçli hale getirmektedir. Ancak, tüketiciler, yeşil pazarlama ile sunulan çevre dostu ürünlerin gerçekten sürdürülebilir ve çevre dostu olup olmadığını sorgulamaktadır. Bu nedenle, yeşil pazarlama stratejilerinin dürüstlük ve şeffaflık üzerine kurulması önem arz etmektedir. Ayrıca, yeşil ürünlerin genellikle daha yüksek fiyatlı olabileceği göz önüne alındığında, tüketiciler fiyat farklılıklarını ve çevresel faydanın maliyeti karşılayıp karşılayamayacağını değerlendirmektedir. Bu bağlamda, işletmelerin çevresel faydaları vurgulayarak tüketicilere ek maliyetin çevresel etkiyi azaltma açısından değerli olduğunu iletmeye çalışmaları önemlidir. İşletmeler çevresel bilinçle uyumlu ürünler ve hizmetler sunma konusundaki taahhütlerini tüketicilere ileterek çevresel farkındalığı artırabilir. Bu, tüketicilerin alışveriş yaparken çevresel etkileri daha fazla göz önünde bulundurmalarına yol açabilir. Özellikle tüketiciler, çevreye duyarlı ürünleri tercih etmeye teşvik edilirken, işletmeler de bu talebi karşılamak için yeşil ürünler geliştirmeye yönlendirilirler.

İşletmeler için çevresel sorumluluk, sürdürülebilirlik ve rekabet üstünlüğü açısından önemli bir araçtır. İşletmeler, çevre dostu yaklaşımları benimseyerek ve bunları müşterilere açıkça ileterek hem çevreye hem de kendi iş stratejilerine katkı sağlayabilirler.

Yeşil pazarlama stratejileri, işletmelere diğerlerinden farklılaşma ve rekabet avantajı elde etme fırsatı sunabilir. Bu nedenle işletmelerin buna dikkat etmesi önem arz etmektedir.

Sonuç olarak, yeşil pazarlama ve tüketiciler arasındaki bu etkileşim, çevresel sürdürülebilirliğin teşvik edilmesinde önemli bir faktördür. Tüketicilerin çevresel bilincinin artması ve yeşil ürünlere olan taleplerin büyümesi, iş dünyasını çevresel etkilere daha duyarlı hale getirmektedir. Bu işbirliği, gelecekte daha sürdürülebilir bir dünya inşa etme çabalarına önemli bir katkı sağlayabilir. Bu nedenle, yeşil pazarlama ve tüketiciler arasındaki bu etkileşim, çevresel sürdürülebilirliği teşvik etmek ve sürdürülebilir bir geleceği inşa etmek için devam ettirilebilir.

KAYNAKÇA

- Aytekin, P. (2007). Yeşil pazarlama stratejileri. Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 5 (2), 1-20
- Ayyıldız, H., Genç, K.Y. (2008). Çevreye duyarlı pazarlama. Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 12 (2), 505-527.
- Durali, Hülya (2002). "Pazarlama-Çevre İlişkisi ve Anadolu Üniversitesi Öğrencilerinin Tüketici Olarak Çevreye İlgili Tutum ve Davranışlarını Belirlemeye Yönelik Bir Araştırma", Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir
- D'Souza, C., Peretiatka, R. (2002). The Nexus Between Industrialization and Environment. Environmental Management and Health, 13(1), 90.
- Erbaşlar, G. (2012). Yeşil pazarlama. Mesleki Bilimler Dergisi, 1 (2), 94-101.
- Eren E., (1990). İşletmelerde Stratejik Planlama ve Yönetim, Ü.İ. Fak. Yayın, Cilt1,3. Baskı
- Esty, Daniel C., Winston, Andrew S. (2008). Yeşilden Altına: Akıllı Şirketler Çevreci Stratejiler ile Nasıl Avantaj Yaratır? Media Cat Yayıncılık, İstanbul
- Halıcı, A. (2001). "İşletmelerde Sosyal Sorumluluk Stratejileri: Çanakkale İlinde Bir Araştırma". Yönetim ve Ekonomi Dergisi, Celal Bayar Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi. 7(1). 11-26.
- Kinoti, M. (2011). Green Marketing Intervention Strategies and Sustainable Development: A Conceptual Paper. International Journal of Business and Social Science, 2(23), 263-273.
- Lyon, P., Maxwell, W. (2006). Greenwash: Corporate Environmental Disclosure under Threat of Audit. Ross School of Business (1055), 60.
- Moisander, J. (2007). Motivational Complexity of Green Consumerism. International Journal of Consumer Studies, 404-409.
- Mostafa. Mohamed M. (2006). "Gender Differences in Egyptian Consumers"Green Purchase Behaviour: The Effects of Enviromental

- Knowledge, Concern and Attitude". *International Journal of Consumer Studies*. I-14.
- Onurlubaş, E. (2016). Factor That Affect Green Product Purchasing Behavior Of Consumers, *Yalova Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6(11), 70-106.
- Onurlubaş, E. (2019). Sosyal Etki, Çevresel Duyarlılık ve Çevresel Bilincin Yeşil Ürün Satın Alma Davranışı Üzerindeki Etkileri, *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(3): 447-457.
- Özkaya, B. (2010). İşletmelerin Sosyal Sorumluluk Anlayışının Uzantısı Olarak Yeşil Pazarlama Bağlamında Yeşil Reklamlar. *Marmara Üniversitesi Öneri Dergisi* (34), 247-58.
- Özpençe, Ö., Özen, A. (2004). Hızlı Şehirleşme, Sanayileşme ve Çevre Sorunları: Sorun Çözümünde Siyasi Erkin Rolü. *Türk İdare Dergisi*, 444.
- Özcan, H., Özgül, B. (2019). Yeşil pazarlama ve tüketicilerin yeşil ürün tercihlerini etkileyen faktörler. *Türkiye Mesleki ve Sosyal Bilimler Dergisi*, (1), 1- 18.
- Peattie, K. (2001). Towards sustainability: the third age of green marketing. *The marketing review*, 2(2), 129-146.
- Singh, S. (2012). Green marketing: Challenges and strategy in the changing scenario. *International Journal of Advanced Research in Management and Social Sciences*, 1(6), 164-172.
- Tabavar, A. A., Aramesh, H., Vakili, N., Vakili, N. (2021). Effects of green marketing strategies on entrepreneurship in medicinal herbs in Sistan and Baluchestan Province. *Asia Pacific Journal of Tourism Research*, 26(2), 119- 131.
- Torlak, Ömer (2003). *Pazarlama Ahlakı, Sosyal Sorumluluklar Ekseninde Pazarlama Kararları ve Tüketici Davranışlarının Analizi*, BetaYayınevi, İstanbul.
- Uydacı, M., (2011). *Yeşil pazarlama*. İstanbul: Türkmen Kitabevi.

Yan, Y.K., Yazdanifard, R. (2014). The concept of green marketing and green product development on consumer buying approach. *Global Journal of Commerce & Management Perspective*, 3 (2), 33-38.

Zinkhan, George M., Carlson Les (1995). "Green Advertasing and The Reluctant Consumer". *Journal of Advertising*, 24 (2).

İnternet adresi

<https://www.ticimax.com/blog/yesil-pazarlama-green-marketing-nedir-ornekleri-nelerdir>

BÖLÜM 8

KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİMİNİN DENİZ EKOSİSTEMLERİ VE EKOSİSTEM HİZMETLERİNE ETKİLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Ekrem BUHAN^{1*}

Prof. Dr. Nihat YEŞİLAYER^{2*}

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10214703>

^{1*}Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootehni Bölümü, Su Ürünleri Yetiştiriciliği, Tokat, Türkiye, ekrem.buhan@gop.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-4338-1758

^{2*}Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootehni Bölümü, Su Ürünleri Yetiştiriciliği, Tokat, Türkiye, nihat.yesilayer@gop.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-6995-5855

GİRİŞ

Okyanus, insan refahı ve geçiminin tüm yönleri için gereklidir. Enerji bütçesi, karbon döngüsü ve besin döngüsü yoluyla iklim düzenlemesi gibi temel hizmetleri sağlar. Okyanus, açık pelajik ve kıyı okyanuslarında çok çeşitli ekosistemler oluşturan mikroskobik canlılardan iri cüsseli deniz memelilerine kadar uzanan biyolojik çeşitliliğin evidir (Bindoff ve ark.,2019). Küresel okyanus, toplam $\sim 3,61 \times 10^{14}$ km²'lik bir alanla dünya yüzeyinin yaklaşık %70'ini kaplar ; okyanusların yaklaşık %40'ı Kuzey Yarımküre'de, yaklaşık %60'ı ise Güney Yarımküre'de bulunmaktadır. Deniz suyunun ortalama yoğunluğu ~ 1025 kg m⁻³ (havadan 1000 kat daha büyük, topraktan 1~4 kat daha büyük) ve deniz suyunun özgül ısısı ~ 4200 J/kg K'dir (havadan 4 kat daha fazla). Okyanusun ortalama derinliği, karanın aktif termal katmanını çok aşan 3.800 m derinliktedir. Büyük kütle ve ısı kapasitesi, okyanusun hava veya karadan çok daha fazla ısı depolama kapasitesine sahip olduğu ve dolayısıyla okyanusun dünya ikliminin en önemli kontrol bileşeni olduğu anlamına gelir; okyanus, ısının ve gaz halindeki atmosferik bileşenlerin alınmasından sorumludur, ayrıca atmosferle ısı ve nem alışverişinde bulunarak havayı da etkiler. Okyanus ısınması; insan toplumu için uzun zaman ölçeklerini aşan, geri dönüşü olmayan okyanus ekosistem değişimlerine önemli bir etkisi vardır (Abraham ve ark.,2022).

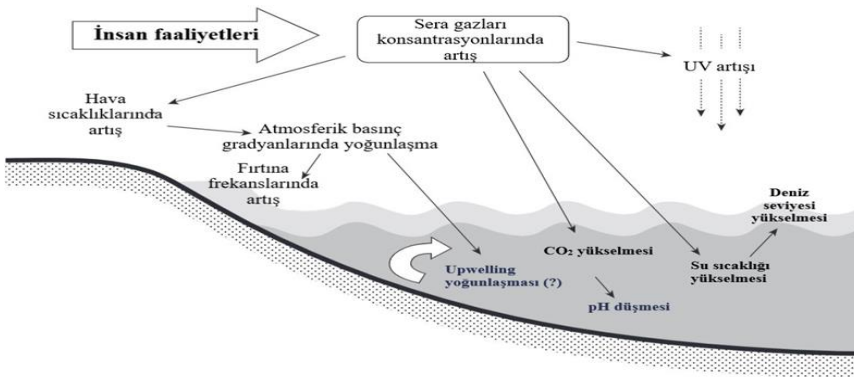
Copernicus Deniz Hizmetleri Okyanus Durum Raporu; "dünyadaki tüm insanlar doğrudan veya dolaylı olarak okyanusa ve kriyosfere bağımlıdır" diye başlamaktadır. Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'nde (SKH'ler) sürdürülebilirliğin her boyutu ile okyanus ve kriyosferi ilişkilendirilme çalışmaları süregelmektedir. Rapor, hızla ısınan, giderek katmanlaşan, artan yüzey asitleşmesine uğrayan ve yüzeyden 1000 metreye kadar oksijeni azalan, deniz seviyesindeki yükselişi hızlanan ve hem kara hem de deniz buzları hızla eriyen bir okyanusu tanımlamaktadır. Üstelik son yıllarda SROCC tahminleri 21. yüzyılda okyanusun, artan sıcaklıklar , daha büyük üst okyanus tabakalaşması , daha fazla asitlenme , hızlı oksijen azalması ve değişen net birincil üretim ile benzeri görülmemiş koşullara geçeceğini tahmin etmektedir. Ayrıca deniz sıcak hava dalgalarının ve aşırı El Niño ve La Niña olaylarının daha sık olacağı öngörülmektedir (SROCC,2019).

Büyük ölçüde antropojenik faaliyetlerden kaynaklanan sera gazı emisyonlarının yol açtığı küresel iklim değişikliği, okyanusların fiziksel ve kimyasal özelliklerini değiştirmiştir (Asch ve ark.,2018). Dünya, acil iklim durumu olarak nitelendirilen (Ripple ve ark. 2019) benzeri görülmemiş bir ısınma döneminden geçmektedir (Cheng ve ark. 2019). Su sıcaklığı ve birincil üretim ; deniz ekolojik süreçlerinde kritik rol oynar; daha yüksek sıcaklıklar, moleküler ölçekten ekosistem ölçeğine kadar değişen sonuçlarla reaksiyonları hızlandırırken, birincil üretim neredeyse tüm deniz yaşamı için temel enerji kaynağını teşkil eder (Chavez ve ark., 2011). İklim değişikliğinin hem su sıcaklığı hem de birincil üretim üzerindeki etkileri deniz ekosistemlerini temelden değiştirecektir (Pörtner ve ark., 2014).

Büyük ölçüde antropojenik faaliyetlerden kaynaklanan sera gazı emisyonlarının yol açtığı küresel iklim değişikliği, okyanusların fiziksel ve kimyasal özelliklerini değiştirmektedir (Stocker ve ark.,2013). Deniz ekosistemlerinde artan atmosferik CO₂ ve iklim değişikliği, sıcaklık , dolaşım, tabakalaşma, besin maddesi girdisi, oksijen içeriği ve okyanus asitlenmesindeki eşzamanlı değişimlerle ve potansiyel olarak geniş kapsamlı biyolojik etkilerle ilişkilidir (Doney ve ark.,2012). Antropojenik sera gazı emisyonları küresel okyanus sıcaklıklarını artırır, tabakalaşmayı ve karışık katman derinliklerini değiştirir, pH ve çözülmüş oksijeni azaltır (Stocker ve ark., 2013). Bu etkiler besin zinciri boyunca yayılarak ikincil üreticiler ve daha yüksek trofik düzeyler üzerinde artan etkilere yol açar. Benzer şekilde, iklim değişikliği farklı türleri, ekolojik ortamlarına bağlı olarak orantısız bir şekilde etkileyebilir (Petrik ve ark.,2020). İnsan faaliyetlerinden kaynaklanan karbon emisyonları okyanusların ısınmasına, asitlenmeye ve oksijen kaybına neden oluyor ve besin döngüsünde ve birincil üretimde bazı değişikliklere yol açar; ısınan okyanus, deniz organizmalarını çeşitli trofik düzeylerde etkilerken; gıda üretimi ve insan toplulukları üzerinde de etkileri olacak şekilde balıkçılığı da etkiler (Bindoff ve ark.,2019). 1980'lerin başlarından bu yana, zararlı alg çoğalmalarının (HAB'ler) ve patojen organizmaların ısınma, deoksijenasyon ve ötrofikasyona tepki olarak kıyı bölgelerinde artış göstererek gıda tedariki, turizm, ekonomi ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkiler oluşturduğu bilinmektedir (Bindoff ve ark.,2019).

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC 2007) tarafından sunulduğu üzere, küresel ısınma, büyük okyanus akıntılarında ve kıyı sistemlerindeki yerel dolaşım düzenleri gibi su sistemlerindeki fiziksel süreçlerde değişikliklere yol açmaktadır; El Niño Güney Salınımının (ENSO) sıklığı ve şiddetindeki değişiklikler; ve termal genleşme ve okyanuslara buz erimesinin eklenmesi, deniz seviyesinin yükselmesine neden olur (Şekil 1). Tatlı sularda yağış ve nehir akış düzenleri ve buharlaşma-terleme oranları değişmektedir. Fırtınalar, seller ve kuraklıkların sıklığı ve şiddeti değişmektedir. Artan atmosferik CO₂ seviyelerinin neden olduğu kimyasal değişiklikler, okyanusların asitleşmesine de yol açmakta ve bunun okyanus besin zincirleri ve mercan resifleri açısından sonuçları ağır olmaktadır (Allison ve ark.,2011).

Yükselen denizler kıyıları ve alçak bölgeleri, artan okyanus asitlenmesi ise deniz organizmalarını ve ekosistemleri tehdit etmekte ve deniz buzu geri çekilmektedir. Okyanus kıyısında yaşayan milyarlarca insanın; üç milyardan fazlası geçimlerini denizdeki biyolojik çeşitlilikten sağlamaktadır. Sonuç olarak, bu değişiklikler dünyanın her yerindeki insanları okyanusla bir arada yaşama biçimlerini temelden değiştirmeye zorlamaktadır (CMS,2020). Bu kitap bölümünde denizlerin önemi, denizlerin ekosistem hizmetleri ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine katkıları üzerinde durulacak ayrıca bu hususlar özelinde iklim değişiminin etkileri de sunulacaktır.



Şekil 1. Antropojenik küresel ısınmaya atfedilebilecek okyanustaki ana fiziksel değişiklikler (Harley ve ark., 2006; Allison ve ark.,2011'den değiştirilmiştir).

1. Ekosistem Hizmetleri

İnsanlar doğanın sağladığı şeylerden yararlanır ve ona güven duyarlar. Toprak, hava, su ve tüm canlılar dahil olmak üzere dünyanın doğal varlık stoklarından insanlara sağlanan faydalar açısından kapsayıcılık “*doğal sermaye*” kavramıdır. Doğal sermaye; insanlara sosyal, çevresel ve ekonomik faydalar sağlayan habitatları ve ekosistemleri kapsar ve dünya üzerindeki yaşam için temel olan okyanus da buna dahildir. Doğanın insanlara fayda sağlayan belirli işlevlerine ve kaynaklarına “*ekosistem hizmetleri*” adı verilmektedir (SMA,2020). Deniz ekosistemleri tarafından sağlanan faydaların parasal değerinin güvenilir tahminleri, ekolojik, sosyal ve ekonomik öncelikler arasındaki dengeyi sağlamanın anahtarıdır (NOAA,2023). Beaumont ve ark. (2007) ekosistem hizmetleri terimi için; ekosistem ürün ve hizmetlerinden “*insanların ekosistemlerden elde ettiği doğrudan ve dolaylı faydalar*” olarak söz etmektedir. Dolayısıyla değerlendirme çerçeveleri şunları içerir:

- a. Ekosistemden elde edilen ürün ve hizmetleri içeren *üretim hizmetleri*,
- b. Ekosistem süreçlerinin düzenlenmesinden elde edilen faydalar olan *düzenleyici hizmetler*,
- c. İnsanların ekosistemlerden elde ettiği maddi olmayan faydalar olan *kültürel hizmetler*,
- d. Belirsiz bir gelecekte ekosistemi kullanma seçeneğinin korunmasıyla ilişkili kullanım değerleri,
- e. Diğer tüm ekosistem hizmetlerinin üretimi için gerekli olan ancak insanlara doğrudan fayda sağlamayan *destek hizmetleri*.

Bir ekosistem hizmetinin ekonomik değerini bilmek, karar vericilerin farklı ekosistem hizmetleri ve insan faaliyetleri arasındaki dengeleri karşılaştırmasına imkân verir. Ekosistem hizmetlerinin ekonomik değerleri aşağıdaki amaçlarla da kullanılabilir (NOAA,2023);

- a. Çevresel bir hizmetin bir bütün olarak toplum için (parasal açıdan) önemine ilişkin kamu bilincini artırmak,
- b. Doğal varlıkların değerinde zaman içinde meydana gelen değişiklikleri takip etmek,

- c. Kullanıcı veya erişim ücretleri gibi ekosistem hizmetlerine yönelik ödemeleri içeren yönetim programları tasarlamak,
- d. Kamu için yaratacağı değeri aşmayacak bir proje veya program bütçesi belirlemek,
- e. Yasal ortamlarda doğal kaynak hasarı maliyet tespitlerini belgelemek.

2.1.Denizlerin Ekosistem Hizmetleri

Okyanus, dünya iklim sisteminin merkezi bir bileşenidir ve insan toplulukları büyük ölçüde okyanusun sağladığı mal ve hizmetlere bağımlıdır; okyanus, gezegendeki neredeyse tüm yaşam için hem doğrudan hem de dolaylı olarak gereklidir. İnsan refahı ve medeniyetler okyanuslara güvenir; milyarlarca insan geçimlerini okyanuslara bağlar. Deniz ve kıyı kaynaklarının ve endüstrilerinin piyasa değerinin trilyonlarca ABD Doları olduğu tahmin edilmektedir. Okyanus büyük bir kısmını oluşturduğu çevre sağlığının, insan toplumlarının ve ekonomilerinin üzerine inşa edildiği temeldir (CMS,2020). Deniz ekosistemleri, gıda sağlamaktan iklimimizi yumuşatmaya ve soluduğumuz havayı düzenlemeye kadar insanlara sayısız fayda sağlar. Deniz ekosistemlerinin insanlara sağladığı birçok hizmet iki ekonomik kategoriye ayrılır; piyasalarda alınıp satılanlar ve satılmayanlar. Deniz ürünleri gibi deniz ekosistemi hizmetleri pazarlarda alınıp satılır ve pazar işlemlerinin analiz edilmesiyle değerlendirilebilir. Piyasalarda alınıp satılmayan ekosistem hizmetlerinin değerini tahmin etmek için ekonomistler sıklıkla belirlenen yöntemlerini kullanır. Bu yöntemler, röportajlarda veya anketlerde dikkatlice oluşturulmuş sorulara verilen yanıtlarda, insanların tercihleri ve değerleri hakkında söylediklerinden değeri tahmin ederler. Genellikle belirtilen tercih kullanılarak değerlendirilen deniz ekosistemi hizmetleri şunları içerir (NOAA,2023);

- a. Eğlence amaçlı balıkçılık
- b. Diğer deniz ve kıyı eğlence faaliyetleri
- c. Deniz koruma alanları
- d. Kıyı ve deniz habitatları
- e. Tehdit altındaki ve nesli tükenmekte olan türler.



Şekil 2. Denizin sayısız ve çeşitli faydalarından örnekler. Bunlar destekleyici, düzenleyici, kültürel ve tedarik şeklinde gruplandırılabilir (SMA,2020.'den değiştirilerek).

İnsan toplulukları büyük ölçüde deniz ekosistemlerinin sağladığı mal ve hizmetlere bağımlıdır. Ancak okyanusun ısınması, asitlenmesi, oksijen kaybı ve deniz seviyesindeki yükselme dahil olmak üzere okyanusta meydana gelen değişiklikler; bu deniz ekosistemlerini etkilemektedir ve sürdürülemez sınırlara kadar genişletmektedir. Şekil 1’de gösterildiği üzere; tüm deniz ekosistemi hizmetleri birbirine bağlı olsa da bu hizmetler dört kategoriye ayrılabilir: düzenleyici hizmetler, destekleyici hizmetler, kültürel hizmetler ve tedarik hizmetleri (CMS,2020).

2.2. Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ve Okyanus Ekosistem Hizmetleri İlişkisi

Okyanuslarda iklim değişikliğinin sonuçlarına hazırlanan toplumlar için birçok zorluklar bulunmaktadır. Yakın vadede (~2030) Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH'ler) kritik öneme sahip olacaktır. Daha uzun zamanlarda (yaklaşık 2050–2060 ve sonrası), ülkeler emisyonları

azaltmaya yönelik çalışmaya devam ettikçe küresel karbon nötrlüğü hedeflerine ulaşılabilir (Abraham ve ark.,2022). Kritik konulardan biri, genel olarak iklim değişikliğine ve özel olarak okyanus ısınmasına ilişkin bilginin, uyum ve hafifletmeyle ilgili sosyal kararları bilgilendirmek için nasıl kullanılabilirizdir. İklimi insan toplumunu etkileyen sorunlarla ilişkilendirmek için, bizi hep birlikte daha sağlıklı ve daha sürdürülebilir bir geleceğe yönlendirecek hedefleri belirlemek gereklidir. Geliştirilen bu tür çerçevelerden biri, Birleşmiş Milletler'in **Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri** 'dir. Bu hedefler, dünyada hem ekonomik kalkınma hem de çevresel açıdan sürdürülebilir bir ilerleme sağlamak için kritik öneme sahiptir. Sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak oldukça zorlu geçecektir; etkili kararların, geçmiş iklim değişikliğine ilişkin bilgilerin yanı sıra gelecekteki değişikliklere ilişkin tahminlere göre yönlendirilmek gerekmektedir(Abraham ve ark.,2022). Okyanusun sağlığı; sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşma ve genel olarak ekonomi/sağlık/toplum açısından hayati önemdedir. Okyanustaki değişikliklerin sosyal ve ekonomik sistemler üzerindeki etkisi, okyanusun fiziksel durumuna ve değişikliklere karşı yerel hassasiyetin yanı sıra hem gelecekteki iklim değişikliğini hafifletmeye hem de mevcut ve gelecek değişikliklere uyum sağlamaya yönelik küresel çapta gayretlere bağlıdır (Abraham ve ark.,2022).



Şekil 4. Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (UN,2020).

Şekil 4’de gösterildiği üzere Birleşmiş Milletler, 2015 yılında 2030 yılına kadar; dünya çapında insan toplumlarının ve doğal ekosistemlerin sağlığını ve canlılığını korumaya odaklanan 17 amaç ve 169 hedef önermiştir (<https://sdgs.un.org/goals>). Bazı hedefler doğrudan dünya okyanuslarının sağlığıyla ilgilidir (SKH 13 ve 14). SKH 13 (İklim Eylemi), okyanus değişiklikleri ve bunların etkileri de dahil olmak üzere iklim değişikliğini açıkça ele almaktadır. Okyanus ısınması, tuzluluk, tabakalaşma ve pH değişiklikleri Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi 14’ü (Suyun Altındaki Yaşam) doğrudan etkiler. Bazı deniz türlerinin üretkenliği ve dağılımları, deniz türlerinin sağlığını ve bulunabilirliğini değiştirecek ve balıkçılık üretimini etkileyecek şekilde değişmektedir (Abraham ve ark.,2022). Bunlara ek olarak birçok başka hedef de okyanusa bağlıdır. Örneğin, okyanus ve okyanus sıcaklıklarındaki değişiklikler hava sistemlerini ve hidrolojik döngüyü etkilediği ölçüde, bu değişikliklerin etkileri okyanus sınırlarının çok ötesine uzanır. Bu tür değişiklikler hem karasal hem de okyanus bazlı gıda üretimini doğrudan etkiler ve dolayısıyla toplumları ve insan refahını sayısız şekilde etkiler. Sonuç olarak, en azından SKH 1, 2, 3, 6, 10, 12, 15 ve 16 ; dünya okyanuslarından dolayı olarak etkilenmektedir. Ayrıca, okyanustaki değişiklikler aşırı hava koşullarını da etkilediğinden, Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri 9 ve 11 de okyanus sağlığından dolayı olarak etkilenmektedir. Okyanusun sağlığı, sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin çoğuna doğrudan veya dolaylı olarak temas etmekte ve bu da okyanusun geleceğimiz üzerindeki inanılmaz önemini vurgulamaktadır. Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (Şekil 4) okyanuslardan doğrudan (kırmızı çizgiler) veya dolaylı olarak (mavi çizgiler) etkilenmektedir. (Abraham ve ark.,2022).

Okyanus yöneticileri SDG 14’e odaklanma eğilimindedir (Şekil 5). Bununla birlikte, ekosistem sağlığını korumaya ek olarak, gerçekten sürdürülebilir bir okyanus ekonomisi; yoksulluğu ve açlığı azaltan (örneğin, okyanustan yiyecek ve deniz faaliyetleriyle ilgili işlerden gelir sağlayarak), sağlığı ve refahı iyileştiren (örneğin, rekreasyon için fırsatlar sunarak) ekonomidir. Temiz ve sağlıklı kıyı ve okyanus ortamları, eğitim fırsatları sağlar, yenilenebilir deniz kaynaklarından temiz enerji sağlar, hem erkekler hem de kadınlar ve farklı sosyal kesimlerden gelen insanlar için bu faydalara eşit erişim imkanı bulur (Lieberknecht, 2020).



Şekil 5 . Dünya okyanuslarıyla doğrudan (kırmızı çizgi) veya dolaylı olarak (gri çizgi) ilgili olan BM Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (Lieberknecht, 2020'den değiştirilerek).

2. İklim Değişimi

İklim değişikliği, küresel ölçekte deniz ve kıyı ekosistemlerini temelden değiştirirken; bildiğimiz dünyayı dönüştürüyor, fiziksel iklimde temel değişikliklere neden oluyor ve ardından biyolojik çeşitliliği, ekosistem işleyişini ve sosyoekonomik geçimimizi yönlendiriyor. İklim değişikliği hâlihazırda insan sistemleri üzerinde yaygın etkilere ve buna bağlı kayıp ve hasarlara neden olmuş ve dünya çapında kara, tatlı su ve okyanus ekosistemlerini değiştirmiştir (IPCC, 2023).

Uluslararası İklim Paneli (IPCC,2023) son iklim değişimlerini aşağıdakiler gibi özetlemiştir;

- i. İnsan faaliyetleri, özellikle sera gazı emisyonları yoluyla, tartışmasız biçimde küresel ısınmaya neden olmuş ve küresel yüzey sıcaklığı 2011-2020'de 1850-1900 sıcaklığının 1,1°C üzerine çıkmıştır. Sürdürülebilir olmayan enerji kullanımı, arazi kullanımı ve arazi kullanımı değişikliği, bölgeler arasında, ülkeler arasında ve içinde ve bireyler arasında yaşam tarzları ve tüketim ve üretim kalıplarından kaynaklanan eşitsiz; tarihsel ve devam eden katkılarla birlikte küresel sera gazı emisyonları artmaya devam ettirmektedir .

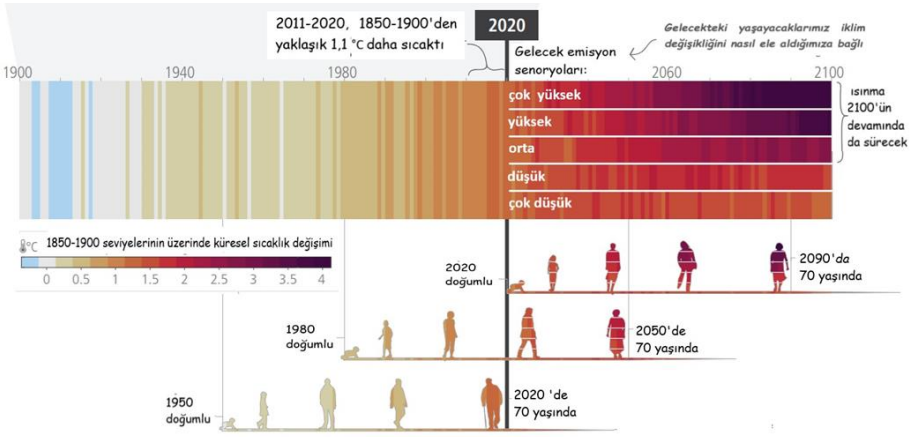
- ii. Atmosferde, okyanusta, kriyosferde ve biyosferde yaygın ve hızlı değişiklikler meydana gelmiştir. İnsan kaynaklı iklim değişikliği halihazırda dünyanın her bölgesindeki pek çok hava ve iklim aşırılığını etkilemektedir. Bu durum, yaygın olumsuz etkilere ve buna bağlı olarak doğa ve insanlar üzerinde kayıp ve hasarlara yol açmıştır. Tarihsel olarak mevcut iklim değişikliğine en az katkıda bulunan hassas topluluklar orantısız bir şekilde etkilenmektedir .
- iii. İklim değişikliği gıda ve su güvenliğini etkileyerek sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşma çabalarını engellemiştir. Her ne kadar genel tarımsal üretkenlik artmış olsa da, iklim değişikliği son 50 yılda küresel olarak bu büyümeyi yavaşlatmıştır, ilgili olumsuz etkiler çoğunlukla orta ve alçak enlem bölgelerinde görülürken, bazı yüksek enlem bölgelerinde olumlu etkiler olmuştur. Okyanus ısınması ve okyanus asitlenmesi, bazı okyanus bölgelerinde balıkçılık ve kabuklu deniz ürünleri yetiştiriciliğinden elde edilen gıda üretimini olumsuz yönde etkilemiştir. Dünya nüfusunun kabaca yarısı, iklimsel ve iklimsel olmayan etmenlerin birleşiminden dolayı yılın en azından bir bölümünde şiddetli su kıtlığı yaşamaktadır.

Etkiler, giderek daha fazla insan etkisine atfedilen çoklu fiziksel iklim koşullarındaki değişikliklerden kaynaklanmaktadır (Şekil 6).



Şekil 6 . Gözlemlenen etkiler, gösterilen seçilmiş iklimsel etki etkenleri gibi insan etkisine atfedilen birçok etki dahil olmak üzere fiziksel iklim değişiklikleriyle bağlantılıdır.

Şimdiki ve gelecek nesillerin ne ölçüde daha sıcak ve farklı bir dünyayı deneyimleyeceği şimdiki ve yakın vadedeki tercihlere bağlıdır.



Şekil 7. İklim koşulları ve etkilerindeki değişikliklerle bağlantılı olan küresel yüzey sıcaklığında (1850-1900'e göre) gözlemlenen (1900–2020) ve öngörülen (2021–2100) değişiklikler, üç temsili neslin (1950, 1980 ve 2020 doğumlular) ömrü boyunca iklimin halihazırda nasıl değiştiğini ve değişeceğini göstermektedir. Küresel yüzey sıcaklığındaki değişikliklere ilişkin gelecek tahminleri (2021–2100) çok düşük (SSP1-1.9), düşük (SSP1-2.6), orta (SSP2-4.5), yüksek (SSP3-7.0) ve çok yüksek (SSP5-) olarak gösterilmektedir.

Doney ve ark.(2012) iklim değişiminin etkilerini aşağıda maddeler halinde verilen ana unsurlar gibi özetlemişlerdir;

- i. Yükselen atmosferik CO₂ , atmosfer ve okyanus sıcaklıklarının artmasına neden olmakta; bu da deniz seviyelerinin yükselmesine, dikey tabakalaşmanın artmasına, deniz buzunun geri çekilmesine ve yağış, akış ve rüzgar düzenlerinin değişmesine neden olmaktadır. Isınma ve değişen okyanus dolaşımı, yüzey altındaki oksijen konsantrasyonlarını azaltır ve artan atmosferik CO₂, okyanus asitlenmesine yol açar.
- ii. Okyanus ekosistemleri üzerindeki bölgesel baskılar, yoğun gübre kullanımı taşıyan akıntılar, kıyı ve bentik habitatların bozulması, balık stoklarının aşırı tüketimi, artan su ürünleri üretimi ve istilacı türlerden kaynaklanmaktadır. Bu faktörler karmaşık ve bazen sinerjik yollarla etkileşime girer; öyle ki, deniz ekosistemleri üzerindeki bu çoklu stres etkenleri (hem CO₂ hem de CO₂ ile ilişkili olmayan) bağımsız konular olarak değil, bir bütün olarak ele alınmalıdır.

- iii. İklim ve CO₂ değişiklikleri okyanusun biyolojik organizasyonu ve fonksiyonunun birçok düzeyini etkiler. Doğrudan sıcaklık ve kimyasal etkiler organizmanın fizyolojisini ve davranışını değiştirerek, uzaysal aralıklarda kutuplara doğru kaymaların yanı sıra popülasyon boyutunda, popülasyon büyüme oranlarında ve mevsimsel değişiklikler gibi popülasyon düzeyinde etkilere yol açar.
- iv. İklim değişikliğinin toplum düzeyindeki etkileri, rekabet, otlatma, yırtıcılık ve hastalık dinamikleri gibi türler arasındaki değişen etkileşimlere dönüşen değişen fizyolojiden kaynaklanmaktadır. Yerel iklim kaynaklı istila ve yok oluşla birlikte bu süreçler, yeni ekosistemlerin ortaya çıkması da dahil olmak üzere topluluk yapısının ve çeşitliliğinin değişmesine neden olmaktadır.
- v. Yükselen CO₂ seviyelerinin çeşitli etkilerinden bağımsız hiçbir ekosistem yoktur . Kutup ekosistemlerinin deniz buzu geri çekilmesine ve kutuplara doğru tür göçüne karşı duyarlılığının yanı sıra mercan-alg simbiyozunun sıcaklıktaki küçük artışlara karşı duyarlılığı nedeniyle iklim değişikliğinin etkileri; kutuplar ve tropik bölgeler için özellikle çarpıcıdır. Okyanus asitlenmesi tropikal mercan ekosistemlerinin düşüşünü hızlandırabilir.

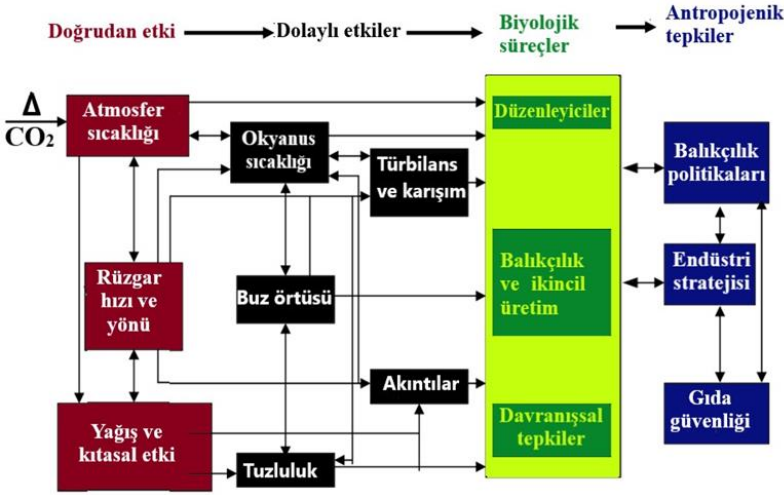
3.1. Denizlerde İklim Değişimi ve Etkileri

Küresel denizel iklim değişiminin ana kimyasal ve fiziksel unsurları aşağıdaki gibi özetlenebilir (IPCC, 2007; ve Barange ve Perry, 2009; Allison ve ark., 2011);

1. Isı içeriği ve sıcaklık
2. Okyanus tuzluluğu, yoğunluk ve tabakalaşma
3. Okyanus dolaşımı ve kıyısal upwelling
4. Deniz seviyesi yükselmesi
5. Kara-okyanus değişimleri
6. Düşük frekanslı iklim değişkenliği modellerindeki değişiklikler
7. Aşırı iklim olaylarının sıklığının ve şiddetinin artması
8. Okyanus asitlenmesi ve kimyasal özelliklerdeki değişiklikler
9. Fizyolojik, yumurtlama ve toplanma süreçlerinin zamanlaması ve başarısı

10. Dağılımlardaki değişiklikler
11. Bolluk değişiklikleri
12. Fenomenolojik değişiklikler
13. Tür istilaları ve hastalıklar
14. Rejim değişiklikleri ve ekstrem olaylar.

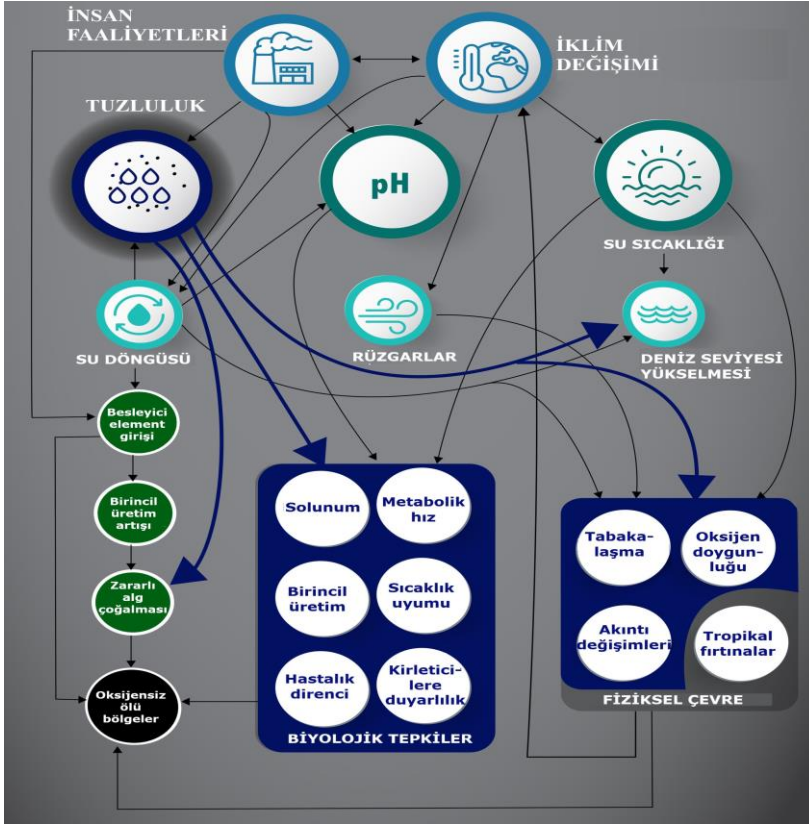
Okyanus iklimi etkiler ve bu da okyanusun özelliklerini ve dinamiklerini etkiler. İklimsel değişimler ve etkileşimler, atmosferle birlikte değişen enerji ve gaz akışları, taşınan ısı ve tuz miktarı (sıcaklık ve yoğunluk), deniz buzunun oluşumu ve alanı ve tüm bu sirkülasyon sonucunda okyanusları doğrudan etkileyebilmektedir. Buharlaşma ve yağış düzenindeki değişiklikler veya kıtasal buz alanlarındaki birikim-erime değişiklikleri de etki yaratabilir. Tüm bu olaylar okyanusun termohalin dolaşımında değişikliklere neden olabilir ve dolayısıyla ekvator ile kutuplar arasındaki ısı aktarımı azalacaktır. Bu durum çok hızlı iklim değişikliklerine yol açabilir. Şekil 8’de gösterildiği üzere ayrıca deniz organizmaları ve ekosistemler üzerinde de dolaylı etkileri olabilir (Anadón, et al.,2005).



Şekil 8. GLOBEC programının temel hedefleri olan iklim değişikliğinin deniz popülasyonlarını ve bunların kullanımını etkileyebileceği ana kanallar (GLOBEC 2003; (Anadón, et al.,2005’den değiştirilerek).

Yağış, buharlaşma, nehir akışı ve buzul erimesindeki değişikliklerden kaynaklanan sıcaklıktaki (ve tuzluktaki; Şekil 9) artışların, okyanuslarda ve

göllerde dikey tabakalaşmanın ve su sütunu stabilitesinin artmasına yol açması, öfotik bölgedeki besin kullanılabilirliğini azaltması ve dolayısıyla birincil ve ikincil üretimi etkilemesi sağlanır. Ekosistem üretkenliğinin tropik ve subtropikal okyanusların, denizlerin ve göllerin çoğunda azalması ve yüksek enlemlerde artması muhtemeldir (IPCC, 2007).



Şekil 9 . İnsan kaynaklı çevresel değişim altında fiziksel ve biyolojik çevrenin yapılandırılmasında iklim değişimi ile birlikte tuzluluğun merkezi rolünü vurgulayan kavramsal diyagram. Tuzluluğun etkileri koyu mavi renkle gösterilmiştir. Tuzluluk, deniz ekosistemlerindeki tüm trofik düzeylerde biyotanın dağılımını şekillendiren önemli bir değişkendir (Doney ve ark.2012 ; Röthig ve ark.,2023'den değiştirilerek).

Genel göstergeler, küresel olarak, daha fazla yağış, daha yüksek yüzey akışı, buz erimesi ve adveksiyon nedeniyle okyanusların daha az tuzlu hale geldiği, ancak büyük bölgesel farklılıkların olduğu yönündedir. Subtropikal Kuzey Atlantik Okyanusu'nun (15 – 42 ° K) yüzeyinde tuzluluk artarken,

daha kuzeyde ve Güney Okyanusu'nun suları daha az tuzlu hale gelmektedir. Tuzluluğun arttığı üst 300 m ve subtropikal girdap dışında Pasifik'te de daha düşük tuzluluk rapor edilmektedir ve Hint Okyanusu'nda genel olarak üst katmanlarda tuzlulukta artışlar görülmektedir. Tuzluluk, tür dağılımını ve bireysel kabuklu deniz hayvanı türlerinin büyümesini ve üreme başarısını etkiler ve dolayısıyla hem doğal hem de çiftlik kabuklu deniz ürünleri popülasyonlarının bileşimini ve verimliliğini etkileyecektir(IPCC, 2007).

Okyanusun ısı içeriğinde ve tuzluluğunda gözlemlenen ve tahmin edilen değişiklikler dolaşım düzenlerini etkilemeye devam edecektir. Bunların azalması beklenmekte, ancak şu anda iklim değişikliğinin kıyılardaki yükselişi artırıp artırmayacağına veya azaltacağına dair çelişkili ve belirsiz kanıtlar vardır. Bu, yükselen bölgelerdeki büyük balıkçılık ve kabuklu deniz ürünleri çiftliklerindeki biyolojik üretim üzerindeki etkileri açısından önemlidir (IPCC, 2007).

Küresel ortalama deniz seviyesi 1961'den bu yana yılda ortalama 1,8 mm oranında artmaktadır. Bu oran 1993'ten bu yana hızlanarak yılda yaklaşık 3,1 mm'ye çıkmıştır. Gelecek yıllarda daha yüksek oranların artması muhtemeldir ve son araştırmalar bu oranların en kötümser senaryodan bile daha yüksek olabileceğini göstermektedir (IPCC, 2007).

İklim değişikliğine katkıda bulunan ve iklim değişikliğinden kaynaklanan arazi kullanımı değişikliği, özellikle ormansızlaşma ve hidrolojik değişiklikler, özellikle su toplama alanlarındaki erozyon ve artan asılı tortu yükleri açısından mansap yönünde etkilere sahiptir. Buna karşılık, baraj kurma ve kanal açma, sedimentlerin barajlar tarafından tutulması yoluyla nehirlerden kıyıya sediment taşınımını büyük ölçüde azaltmıştır (bunların çoğu artık iklim değişikliğine uyum sağlamak için inşa edilmektedir - örneğin su depolamayı artırmak, taşkınları düzenlemek için), veya fosil yakıtla dayalı enerji üretiminden kaynaklanan emisyonları azaltmak için). Sedimentasyon seviyeleri, bulanıklık, tuzluluk, tabakalaşma ve besin maddesi bulunabilirliğindeki değişiklikler yoluyla kabuklu deniz ürünleri yetiştiriciliği üzerinde önemli etkilere sahip olma potansiyeline sahiptir ve bunların tümü nehir ağzı ve kıyı ekosistemlerini ve fitoplankton topluluğunun üretkenliğini etkiler(IPCC, 2007).

Okyanuslar tarafından atmosferik CO₂'nin sürekli alımı, son 200 yılda yüzey deniz suyunun pH'ını 0,1 birim düşürmüştür. Model tahminleri önümüzdeki 100 yıl içinde 0,3 ile 0,5 pH birimi arasında daha fazla azalma öngörmektedir. pH azalmasının, kalsiyum karbonatın çözüldüğü derinliği değiştirerek, deniz organizmalarının kabuklarını ve mercanların iskeletlerini oluşturmak için kullandıkları aragonit ve kalsite göre yetersiz doygunluğa sahip okyanus hacmini arttırması beklenmektedir (IPCC, 2007).

SROCC Temel Fiziksel Okyanus Çıkarımları (SROCC, 2019) ;

- a. Küresel okyanusun 1970'den bu yana azalmadan ısındığı ve iklim sistemindeki aşırı ısının %90'ından fazlasını aldığı neredeyse kesindir.1993'ten bu yana okyanusların ısınma oranı iki katından fazla artmıştır.
- b. 2100 yılına gelindiğinde, eğer küresel ısınma 2°C ile sınırlandırılırsa okyanuslar 2 ila 4 kat, daha yüksek emisyonlarda ise 5 ila 7 kat daha fazla ısı alacaktır.
- c. Deniz sıcak hava dalgalarının sıklığı 1982'den bu yana büyük olasılıkla iki katına çıkmış ve yoğunluğu da artmıştır.
- d. Daha fazla CO₂ emerek okyanusun yüzey asitlenmesi artmıştır.
- e. Yüzeyden 1000 m'ye kadar oksijen kaybı meydana gelmektedir.

SROCC Deniz Seviyesi Çıkarımları (SROCC, 2019) ;

- a. Küresel ortalama deniz seviyesi (GMSL), Grönland ve Antarktika buz tabakalarından artan buz kaybı oranlarının yanı sıra devam eden buzul kütle kaybı ve okyanus termal genleşmesi nedeniyle son yıllarda hızlanarak artmaktadır.
- b. Deniz seviyesi şu anda iki kattan daha hızlı yükselmekte ve emisyonlar keskin bir şekilde azaltılmazsa 2100 yılında 1,10 metreye ulaşacak şekilde daha da hızlanacaktır.
- c. Tropikal siklon rüzgarları ve yağışlardaki artışlar ve aşırı dalgalandaki artışlar, göreceli deniz seviyesindeki yükselişe birleştiğinde, aşırı deniz seviyesi olaylarını ve kıyısal tehlikeleri şiddetlendirecektir.

- d. Isınan bir okyanus, termal genişlemeye neden olur ve günümüzde deniz seviyesinin yükselmesine katkıda bulunur. Ve bu ısınma etkisi, deniz seviyesinin termosterik (su ısıtıldığında genişir) yükselişiyile paralel gider. Dünya genelinde termosterik etki nedeniyle deniz seviyesindeki artış yılda 1,4 milimetre olarak gerçekleşmiştir. Deniz seviyesinin yükselmesi, kıyı ve ada bölgelerindeki insan popülasyonlarını ve deniz ekosistemleri gibi doğal ortamları ciddi şekilde etkileyebilir (SROCC, 2019) .

SROCC Deniz Seviyesi Projeksiyonunun Çıkarımları;

- a. Deniz seviyesi artan bir hızla yükselmeye devam etmektedir. Tarihsel olarak nadir görülen (yakın geçmişte yüzyılda bir kez) aşırı deniz seviyesi olaylarının, 2050 yılına kadar tüm RCP senaryolarında, özellikle tropik bölgelerde birçok yerde sık sık (yılda en az bir kez) meydana gelmesi öngörülmektedir.
- b. Yüksek su seviyelerinin artan sıklığı, maruz kalma durumuna bağlı olarak birçok yerde ciddi etkilere oluşturabilir .
- c. Tüm RCP senaryolarında deniz seviyesindeki yükselişin 2100'ün ötesinde devam etmesi öngörülmektedir. RCP2.6, RCP4.5 ve RCP8.5 kapsamında düşük rakımda bulunan birçok mega kentin ve küçük adanın 2050 yılına kadar en az yılda bir kez su baskını olaylarını yaşayacağı öngörülmektedir.
- d. Tropikal siklonların ortalama yoğunluğunun, Kategori 4 ve 5 tropik siklonların oranının ve ilgili ortalama yağış oranlarının, herhangi bir başlangıç döneminin üzerinde 2°C küresel sıcaklık artışıyla artacağı tahmin edilmektedir.

SROCC Okyanus Isınma Çıkarımları (SROCC, 2019);

- a. Küresel okyanus 1970'den bu yana sürekli ısınmıştır; 1993'ten beri okyanus ısınma oranı iki katından fazla artmıştır.
- b. Güney Okyanusu, 1970 ile 2017 yılları arasında küresel okyanusun üst 2000 m'sindeki toplam ısı kazancının %35-43'ünü oluşturmuştur. Payı 2005 ile 2017 arasında %45-62'ye yükselmiştir. 2000 m'nin

altındaki derin okyanus, özellikle Güney Okyanusu'nda 1992'den bu yana ısınmıştır.

- c. 1970'den bu yana okyanusun üst 200 m'sinde yoğunluk tabakalaşması artmıştır. Gözlemlenen yüzey okyanusu ısınması ve yüksek enlemlerde tatlı su eklenmesi ile, yüzey okyanusu okyanusun daha derin kısımlarına göre daha az yoğun hale gelmekte ve yüzey ile daha derin sular arasındaki karışım engellenmektedir.
- d. 20. yüzyıl ve sonrasında okyanusların ısınması, maksimum avlanma potansiyelinin genel olarak azalmasına katkıda bulunarak, bazı balık stokları üzerinde aşırı avlanmanın etkilerini artırmıştır.
- e. Birçok bölgede, küresel ısınmanın ve biyojeokimyasal değişikliklerin doğrudan ve dolaylı etkileri nedeniyle balık ve kabuklu deniz ürünleri stoklarının bolluğundaki düşüşler, hâlihazırda avlanan ürünlerin azalmasına katkıda bulunmuştur.
- f. Bazı bölgelerde değişen okyanus koşulları, uygun yaşam alanlarının genişlemesine ve/veya bazı türlerin bolluğunda artışa katkıda bulunmuştur.

Isınmanın bir başka sonucu da su katmanları arasındaki karışımın azalması ve dolayısıyla deniz yaşamı için oksijen ve besin maddesi tedarikinin azalmasıdır (SROCC, 2019) . Okyanusun ısınmasına ve artan tabakalaşmaya tepki olarak, açık okyanuslardaki besin döngüleri bozulur ve bunun birincil üreticiler üzerinde bölgesel olarak değişken bir etkisi bulunmaktadır. Tropikal türlerin ısınmaya bağlı olarak daha yüksek enlemlere doğru yayılması, bazı mercan resiflerinde, kayalık resiflerde, deniz çayırlarında ve epipelajik ekosistemlerde otlatmanın artmasına yol açarak ekosistem yapısının değişmesine yol açmıştır (Bindoff ve ark.,2019). Okyanus ısınması, fitoplanktonlardan deniz memelilerine kadar çeşitli organizmaların biyocoğrafyasında gözlemlenen değişikliklere katkıda bulunmuştur, dolayısıyla topluluk kompozisyonunu ve bazı durumlarda organizmalar arasındaki etkileşimleri değiştirir. Okyanus ısınması ve birincil üretimin değişmesi; birçok bölgede avlanan balıkçılık ve bunların bileşimi, balık stoklarının büyümesi, üremesi ve hayatta kalması üzerindeki etkili olmaktadır (Bindoff ve ark.,2019). Isınma, deoksijenasyon, aragonitin yetersiz

doğunluğu ve okyanus yüzeyinden organik karbon akışının azalması gibi birçok tehlike, kalsifikasyonu azaltacak ve soğuk su mercanının inorganik bileşeninin biyolojik erozyonunu ve çözünmesini şiddetlendirecektir. Habitat oluşturan soğuk su mercanları, sıcaklığın ve oksijenin türün eşik değerlerini aştığı durumlarda savunmasız olacaktır (Bindoff ve ark.,2019).

SROCC Okyanus Isınma Projeksiyonu Çıkarımları (SROCC, 2019) ;

- a. Okyanuslar 21. yüzyıl boyunca ısınmaya devam edecek ; 2100 yılına gelindiğinde, eğer küresel ısınma 2°C ile sınırlandırılırsa okyanuslar 2 ila 4 kat, daha yüksek emisyonlarda ise 5 ila 7 kat daha fazla ısı alacaktır.
- b. Öngörülen okyanus ısınması ve net birincil üretimdeki değişiklikler, deniz ekosistemlerinin biyokütlesini, üretimini ve topluluk yapısını değiştirecektir. Besin ağındaki deniz hayvanlarının küresel ölçekteki biyokütlesinin, 1986-2005 dönemine göre 21. yüzyılın sonuna kadar $15,0 \pm 5,9$ oranında ve balıkçılığın maksimum avlanma potansiyelinin $20,5-24,1$ oranında azalacağı tahmin edilmektedir.

SROCC Deniz Isı Dalgaları Çıkarımları:

- a. Deniz sıcak hava dalgalarının sıklığı 1982'den bu yana büyük olasılıkla iki katına çıkmış ve yoğunluğu da artmıştır.
- b. 2006 ile 2015 yılları arasında meydana gelen deniz sıcak hava dalgalarının %84-90'ının antropojenik sıcaklık artışına atfedilebilir.
- c. Mercanlar, istiridye ve midye gibi hareketsiz, kalsifiye (kabuk ve iskelet üreten) organizmaların hakim olduğu sıcak su mercan resifleri ve kayalık kıyıları, şu anda aşırı sıcaklıklardan ve okyanus asitlenmesinden etkilenmektedir.
- d. Denizdeki sıcak hava dalgaları, 1997'den bu yana dünya çapında resif bozulmasına neden olan artan sıklıkta büyük ölçekli mercan ağartma olaylarıyla sonuçlanmıştır.

Bazen "*okyanusun kontrol edilemeyen yangınları*" olarak da adlandırılan MHW'ler, okyanus sıcaklıklarının uzun bir süre boyunca aşırı

sıcak olduğu durumlardır. Deniz ekosistemleri ve endüstrileri (balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliği gibi) üzerinde yıkıcı bir etkiye sahip olabilirler (SROCC, 2019) . Deniz Isı Dalgaları (MHW'ler) gibi aşırı değişkenlik ve uzun vadeli okyanus ısınması, deniz ekosistemleri üzerinde yıkıcı etkiler yaratabilir. Yüzen birçok tür, daha serin sular bulmak için göç edemez ve aşırı ısınan sularda ölürlür. Benzer şekilde, algler, süngerler ve mercanlar gibi hareketsiz organizmalar da aşırı çevre koşullarından kaçamazlar ve bu nedenle termal stresin ve (sıcak koşullarda gelişen) istilacı alg çoğalmalarının kurbanı olurlar. Bu, gıda ve yaşam alanlarının kaybolması anlamına gelir; bu da ekosistem genelinde kitlesel ölümlere yol açar; bu durum aynı zamanda toplum için ekonomik kayıplara ve gıda güvenliği sorunlarına da yol açar (SROCC, 2019).

SROCC Deniz Isı Projeksiyonunun Çıkarımları;

- a. Deniz sıcak hava dalgalarının frekans, süre, mekansal kapsam ve yoğunluk (maksimum sıcaklık) açısından daha da artacağı tahmin edilmektedir.
- b. Frekanstaki en büyük artışların Arktik ve tropik okyanuslarda olması öngörülmektedir.

Besin ağındaki deniz hayvanlarının küresel ölçekteki biyokütlesinin, 1986-2005 dönemine göre 21. yüzyılın sonuna kadar $15,0 \pm 5,9$ oranında ve balıkçılığın maksimum avlanma potansiyelinin $20,5-24,1$ oranında azalacağı tahmin edilmektedir.

Okyanus asitlenmesi ve SROCC CO₂ Çıkarımları;

- a. Okyanus, 1980'lerden bu yana toplam antropojenik CO₂ emisyonlarının %20-30'unu oluşturuyor ve bu da okyanusun daha fazla asitlenmesine neden olmaktadır.
- b. Açık okyanus yüzeyi pH'ı, 1980'lerin sonlarından bu yana büyük olasılıkla her on yılda bir 0,017-0,027 pH birimi aralığında düşmüştür; yüzey okyanus pH'ındaki düşüş, büyük olasılıkla okyanus yüzeyinin %95'inden fazlası için arka plandaki doğal değişkenlikten ortaya çıkmış olabilir.

- c. Kıyı ekosistemleri, yoğun deniz ısı dalgaları, asitleşme, oksijen kaybı, tuzluluk girişi ve deniz seviyesinin yükselmesi dahil olmak üzere okyanus ısınmasından ve ayrıca okyanus ve karadaki insan faaliyetlerinden kaynaklanan olumsuz nedenlerden etkilenir . Habitat alanı ve biyolojik çeşitliliğin yanı sıra ekosistemin işleyişi ve hizmetleri üzerinde de etkiler halihazırda gözlemlenmektedir.

Çağdaş yüzey okyanus sularının pH'ı, sanayi öncesi dönemlere göre halihazırda 0,1 pH birimi daha düşük. Bu 0,1 pH birimlik değişim, sanayi öncesi çağlardan bu yana okyanus asitliğinde %30'luk bir artışa eşdeğerdir. Okyanus, insan faaliyetlerinin atmosferde ürettiği aşırı CO₂ için bir düden görevi görür. Bu şekilde, bu CO₂'nin atmosferde kalması durumunda yaratacağı ısınma etkilerini tamponlar. Bununla birlikte, bu tamponlamanın bedeli, genellikle okyanus asitlenmesi olarak adlandırılan, okyanus kimyasındaki dramatik bir değişiktir (SROCC, 2019) . Okyanus, devam eden karbon alımına tepki olarak asitleşmeye başlar .pH'daki bu değişiklikler, özellikle okyanusun yüksek enlem bölgelerinde, karbonat iyonu konsantrasyonlarının düşmesine bağlı olarak kalsiyum karbonatın mineral formlarının stabilitesini azaltır(Bindoff ve ark.,2019).

SROCC CO₂ Projeksiyon Çıkarımları:

- a. 2100 yılına kadar okyanus tarafından karbon alımının devam etmesi, okyanus asitlenmesini şiddetlendireceği neredeyse kesindir. Açık okyanus yüzeyi pH'ının, 2006-2015'e kıyasla 2081-2100 yılına kadar yaklaşık 0,3 pH birimi oranında azalması öngörülmektedir.
- b. Tüm emisyon senaryolarına göre, 21. yüzyılda okyanus ekosistemlerinde yüzeyden derin deniz tabanına kadar deniz hayvanı topluluklarının küresel biyokütlesinde, üretimlerinde ve balıkçılık potansiyelinde bir azalma ve tür kompozisyonunda bir değişim öngörülmektedir.

Oksijen Kaybı ve SROCC Oksijen Çıkarımları;

- a. 1970–2010 yıllarını kapsayan veri kümeleri, açık okyanusun üst 1000 m'de büyük olasılıkla %0,5–3,3 aralığında oksijen kaybettiğini

ve ayrıca oksijen minimum bölgelerinin hacminde %3–8 oranında bir genişlemenin muhtemel olduğunu göstermektedir.

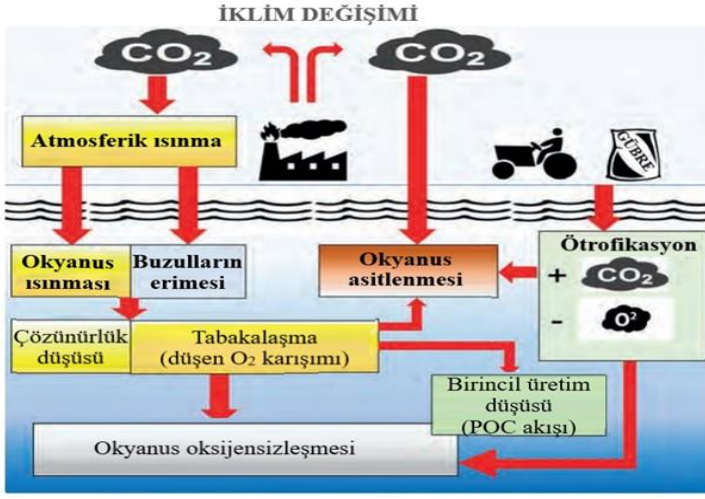
- b. Oksijen kaybı temel olarak artan okyanus tabakalaşmasından, değişen havalandırmadan ve biyojeokimiyadan kaynaklanmaktadır .

Oksijen (O₂) yaşam için hayati bir elementtir ve gezegenin sağlığı açısından kritik öneme sahiptir. *Okyanuslar dünyadaki oksijenin neredeyse yarısını sağlar*. SROCC, esas olarak insan faaliyetlerinin bir sonucu olarak, son on yılda okyanusta oksijen kaybının gözlemlenmiştir. Bu nedenle okyanustaki oksijenin değişimini ve dağılımını izlemek çok önemlidir (SROCC, 2019) . Açık okyanusun genel olarak oksijen kaybettiğine dair giderek artan bir fikir birliği bulunmaktadır; büyük ihtimalle 1970–2010 arasında okyanus yüzeyinden 1000 m'ye kadar % 0,5 - 3,3 kayıp oluşacaktır (Bindoff ve ark.,2019).

SROCC Oksijen Projeksiyonunun Çıkarımları:

- a. Okyanuslarda sanayi öncesi dönemden bu yana benzeri görülmemiş iklim koşulları geliyor ve açık okyanus ekosistemleri için riskler artıyor.
- b. RCP8.5 kapsamında , 2031-2050 yılına kadar okyanus alanının %59-80'inde 100 ila 600 m derinlik arasındaki oksijen kaybının ortaya çıkacağı tahmin edilmektedir.
- c. RCP8.5 kapsamında 2081-2100'e kadar okyanus oksijen içeriğinin, üst okyanus nitrat içeriğinin, net birincil üretimin ve karbon ihracatının küresel olarak çok muhtemel aralıklarda azalacağı öngörülüyor. 2006–2015'e göre ise sırasıyla %3–4, %9–14, %4–11 ve %9-16 olabilecektir.

İklim değişikliği derin okyanus ekosistemlerini birçok mekanizma ile etkilemektedir (Şekil 10). İklim değişikliği atmosferik ve okyanus ısınması ve/veya okyanus asitlenmesiyle bağlantılı; oksijen kaybı, derinliğe doğru POC akışındaki değişiklikler, değişen hidrodinamik ve dolaşımın yanı sıra bento-okyanus pelajik bağlantısı da dahil olmak üzere okyanus ortamlarındaki birçok değişikliği neden olur (FAO, 2018).



Şekil 10. Okyanus derinliğini etkileyen iklim değişikliği unsurları (FAO , 2018'den değiştirilerek).

Organik karbon formundaki enerji, esas olarak, fotosentetik birincil üretim (fitoplankton yoluyla) ve bunun zooplankton tarafından tüketilmesi sonucu büyük ölçüde yüzey sularında üretilen partikül organik karbonun (POC) , metabolitler ve asimile edilmemiş atıklar (dışkı malzemesi), ölü veya ölmekte olan plankton gibi ikincil üretim yan ürünlerinin çökmesi yoluyla derin denizlere aktarılır . Parçacıkların hızla batması aslında deniz tabanına daha az bozulmuş malzemenin, daha yüksek besin değerine ulaşması anlamına gelir. Termal tabakalaşma, yüzeydeki karışık katmanın derinliğini azaltabilir, yüzey katmanlarındaki remineralizasyonu destekleyerek POC ve besin maddelerinin daha derin sulara aktarılmasını engeller . Bu nedenle, iklim değişikliği nedeniyle termal tabakalaşmadaki herhangi bir yoğunlaşmanın, POC'nin fotik karışık katmandan derin deniz tabanına ihracatını azaltma eğilimini çıkaracaktır(FAO , 2018).

Bazı bölgelerde, derin sulardaki uzun vadeli ısınma, asitlenme ve oksijensizleşme eğilimleri, yüzey ve derin suların karışımında daha kısa zaman dilimlerinde meydana gelen değişikliklere eklenecektir. 200 m derinliği aşan aralıklı dikey adveksiyon ve karıştırma olayları, aşağıdakiler üzerindeki etkileri yoluyla derin deniz ekosistemlerini önemli ölçüde etkiler: (i) derin suların oksijen içeriği ve tüketim oranı, sıcaklığı ve pH'ı; ve (ii) yüzeydeki birincil üretim ve derinlere ihracatı (FAO , 2018).

Bentik-pelajik eşleşme, bentik (deniz tabanı) ve pelajik (su sütunu) habitatlar arasında enerji, kütle veya besin alışverişidir. Bu eşleşme, besin döngüsünden besin ağlarındaki enerji transferine ve ayrıca yaşam ortamının sağlanmasına kadar çeşitli işlevler için çok önemlidir. İklim değişikliği, derin denizin fiziksel (tuzluluk, sıcaklık, türbülans), biyojeokimyasal (besin maddeleri, oksijen, CO₂) ve biyolojik (gıda dağıtımı, tür dağılımı, topluluk bileşimi) bileşenleri üzerindeki etkiler yoluyla doğrudan veya dolaylı olarak bento-pelajik eşleşmeyi düzenleyecektir (FAO , 2018).

4. İklim Değişiminin Deniz Ekosistem Servisleri ve Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine Etkileri

Okyanus, gezegendeki yaşamı destekleyen ortamın çoğunu sağlar. Biyoçeşitliliğin büyük bir kısmına ev sahipliği yapar, iklim düzenlemesinde önemli bir rol oynar, ekonomiyi canlandırır ve dünya çapında gıda güvenliğine katkıda bulunur. Gelecekte küresel ortalama sıcaklıktaki artışa ve eşzamanlı olarak okyanus asitlenmesine, deoksijenasyona ve deniz seviyesindeki yükselişe yanıt olarak; deniz ekosistemleri ve ekosistem hizmetleri üzerinde ciddi etkilerin olacağı tahmin edilmektedir (Gattuso ve ark., 2015).

Paris Anlaşması'nın küresel yüzey ısınmasını 2100 yılına kadar sanayi öncesi seviyelere kıyasla 1,5–2 °C ile sınırlandırma hedefi okyanusları bu seviyede dahi büyük ölçüde etkileyecektir. Hem iddialı bir azaltım hem de uyum gerekli olmakla birlikte, okyanuslar iklim değişikliğini küresel olarak ve bunun hayati ekosistemler ve ekosistem hizmetleri üzerindeki etkilerini azaltmak için eylem fırsatları bulunmaktadır (Gattuso ve ark., 2018).

Singh ve ark.,(2019) iklim değişikliğinin deniz ekosistem hizmetlerine etkilerini ve bunlarında Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine ulaşmayı zorlaştırma durumlarını aşağıdaki gibi özetlemiştir;

- i. İklim değişikliği deniz ekosistemlerini ve bunların ürün ve hizmetlerini çeşitli şekillerde etkilemektedir ve bu da 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Gündemi kapsamında ortaya konulan Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine (SKH'ler) ulaşma yeteneğimizi doğrudan engelleyebilir.

- ii. İklim değişikliği etkilerinin çoğunun deniz ekosistemi hizmetlerinde çok çeşitli olumsuz sonuçlara yol açmaktadır.
- iii. İklim değişikliğinin, okyanus ısınması ve asitlenme gibi küresel stres etkenleri yoluyla, aynı zamanda tatlı su akışı ve kirlilik yükü gibi yerel ve bölgesel stres etkenlerini artırarak deniz ekosistemi hizmetlerini olumsuz etkilemesi beklenmektedir.
- iv. İklimin deniz ekosistemi hizmetleri üzerindeki bu etkilerinden açlığın ortadan kaldırılmasında dahil tüm Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinin ezici bir çoğunlukla olumsuz etkileyeceği düşünülmektedir.
- v. İklim değişikliğinin deniz ekosistemleri üzerindeki etkileri; Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine ulaşılmasını zorlayan hareketli bir hedef haline getirmektedir. Sürdürülebilir kalkınmaya yönelik, deniz sistemleri üzerindeki iklim etkilerinin azaltılması ve bunlara uyum sağlanması da dahil olmak üzere etkili ve acil eylem, Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine ulaşmak için önemlidir, ancak bu eylem ne kadar gecikirse, bu hedefler de o kadar uzak olacaktır.

Okyanus, insanlara fayda sağlayan çeşitli işlevler sağlar ve okyanus sürdürülebilirliği; Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinde temsil edildiği gibi, sürdürülebilir kalkınmanın tüm yönlerini destekleyebilir . Sağlıklı bir okyanus, insanlara hammadde ve gıda kaynakları sağlar , yerel iklimleri düzenlemek, gelişim ve istihdam fırsatları sağlamak ve farklı kültürel gruplar için kutsal yerler sağlamak gibi hizmetler sunar . Bununla birlikte, iklim değişikliğinin deniz ekosistemlerini, deniz besin ağlarının değiştirilmesi ve deniz seviyelerinin yükselmesi gibi insanların okyanustan elde ettiği faydaları karmaşık şekillerde etkileyebileceği ve değiştirebileceği öngörülmektedir (Doney ve ark, 2012) . Eşi benzeri görülmemiş bir küresel değişim çağında, iklim değişikliğinin deniz ekosistemleri arasındaki bağlantıları ve bunların insanlara sağladığı faydaları nasıl değiştirdiğini anlamak gerekmektedir (Singh ve ark.,2019).

İnsanlara fayda sağlayan ekolojik süreçler olan deniz ekosistemi hizmetleri, iklim değişikliğinden kaynaklanan çok çeşitli risklerle karşı karşıyadır; bunlar arasında okyanus asitlenmesi (deniz sistemlerine özgüdür), sıcaklıktaki değişiklikler, yağış, fırtına sıklığı ve değişimi, UV radyasyonu,

pH ve deniz seviyesindeki değişikliklerin yanı sıra (Doney ve ark., 2012), kıyı bölgeleri küresel insan nüfusunun büyük bir kısmına ev sahipliği yapmaktadır buralar deniz ekosistemi hizmetlerine bağlıdır. Dolayısıyla deniz ekosistemleri ve ekosistem hizmetleri, iklim değişikliği ile Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri arasında önemli bir bağlantı bulunmaktadır (Singh ve ark.,2019).

Ekosistemlerin okyanus ısınmasına, okyanus asitlenmesine ve deniz seviyesinin yükselmesine karşı farklı hassasiyetleri vardır (Tablo 1). Sürücüler arasındaki etkileşimler karmaşık olabilir: katkı, sinerjistik veya antagonistik olabilir (Crain ve ark., 2008; Gattuso ve ark.,2018).

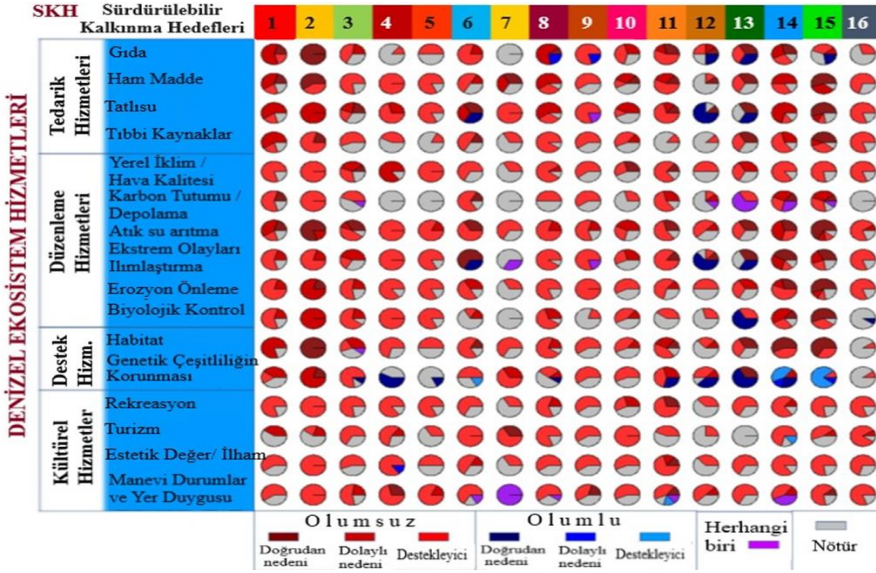
Tablo 1. Temel ekosistemlerin (A) ve ekosistem hizmetlerinin (B) iklimle ilgili temel etkenlere karşı duyarlılığı

	Isınma	Asitifikasyon	Deniz seviyesi yükselmesi		
A Anahtar ekosistemler				<i>Mercan resifleri</i>	
				<i>Mangrovlar ve tuzlusu bataklıkları</i>	
				<i>Deniz çayırları habitatları</i>	
				<i>Kutup biotası</i>	
B Anahtar ekosistem hizmetleri				<i>Balık avcılığı</i>	
				<i>Balık yetiştiriciliği</i>	
				<i>Doğal ekosistemlerce korunan kıyıları</i>	
				<i>Çift kabuklu balıkçılığı ve yetiştiriciliği</i>	
Duyarlılık					
	Çok yüksek	Yüksek	Orta	Düşük	Çok düşük

Kaynak: Crain ve ark., 2008; Gattuso ve ark., 2018'den değiştirilerek

Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri, yoksulluğu ve çevresel bozulmayı sona erdirmeye arzusunun ötesine geçmiş ve bunun yerine 'istediğimiz bir gelecek' için hedefler oluşturmuştur (UN, 2015). Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri, yoksulluğun azaltılması (SKH 1), açlığın ortadan kaldırılması (SKH 2) ve sağlığın iyileştirilmesi (SKH 3), asgari eğitim standartlarının sağlanması (SKH 4), kadınlar için eşitsizliklerin azaltılması (SKH 5) ve dışlanmış gruplar (SKH 10) temiz suya (SKH 6) ve enerji kaynaklarına (SKH 7) erişimin artırılması, ekonomik büyüme ve istihdam yaratılması (SKH 8),

altyapının (SKH 9) ve şehirlerin (SKH 11) çevresel açıdan sürdürülebilir hale getirilmesi, tedarik ve kaynakların yeniden yapılandırılması tüketim sistemleri (SDG 12), deniz (SDG 14) ve kara (SDG 15) sistemlerinin korunması ve sürdürülebilir şekilde kullanılması, politika tutarlılığının ve ortaklıkların (SDG 17), hukukun üstünlüğünün (SDG 16) geliştirilmesi ve iklim değişikliğinin en aza indirilmesi ve adaptasyon (SDG 13) dahil olmak üzere geniş kapsamlıdır (Singh ve ark.,2019). İklim değişikliğinin deniz ekosistemi hizmetleri üzerindeki olumsuz etkileri, dolaylı mekanizmalar yoluyla işlemektedir (Şekil 11) . Pek çok Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi, deniz ekosistemi hizmetleriyle doğrudan ilişkilendirilmese de, deniz ekosistemi hizmetleri yoluyla iklim etkilerini Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri üzerinde birbirine bağlayan bilinen ve şüphelenilen dolaylı yollar bulunmaktadır. En az olumsuz etkilenen Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (olumsuz ilişkilere sahip hedeflerin oranına göre), sürdürülebilir tüketim ve üretim (SDG 12) ile uygun fiyatlı ve temiz enerji (SDG 7) hedefleridir (Singh ve ark.,2019).



Şekil 11. Etkilenen deniz ekosistemi hizmetleri ile Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri arasındaki ilişkilerin uzman görüşleri yoluyla belirlenen özeti (Singh ve ark.,2019'den değiştirilerek).

Küresel deniz hayvanları biyokütlesi ve balık avlama potansiyelindeki öngörülen azalmalar, bağımlı insan topluluklarının geliri, geçim kaynakları ve

gıda güvenliği üzerindeki etki riskini artırabilir (Bindoff ve ark.,2019). İklim değişikliğinin ekosistemler ve bunların ürünleri ve hizmetleri üzerindeki etkileri, yaşamların ve geçim kaynaklarının temel kültürel boyutlarını tehdit etmektedir. Bu tehditler arasında yerli ve yerli olmayan kültürlerin kaybı, okyanus hakkındaki bilgileri ve bilgi aktarımı, geleneksel gıdalara erişimin azalması, ekosistemlerin estetik ve ruhsal açıdan değerlendirilmesi fırsatlarının kaybı ve denizdeki rekreasyon faaliyetleri yer almaktadır. Sonuçta bunlar, kimlik ve değerlerin değiştirilebileceği veya ikame edilebileceği oranın ötesinde, insanların kültürel kimlik ve değerlerinin bir kısmının da kaybına yol açabilir (Bindoff ve ark.,2019).

İklim değişikliği, kalıcı organik kirleticiler ve cıva gibi kirletici maddelerin maruziyetini ve biyolojik birikimini artırır ve deniz ekosistemleri ve deniz ürünleri güvenliği üzerinde riskler oluşturur. Bu tür riskler, özellikle kıyıdaki yerli topluluklar da dahil olmak üzere, en üst düzey avcılar ve bu organizmaları yüksek düzeyde tüketen insan toplulukları için oldukça büyüktür. Balık stoklarının yönetim yetki alanları arasındaki dağılımının değiştirilmesi, balıkçılık alanı kullanıcıları ve yetkilileri veya aynı ülke içindeki farklı topluluklar arasında potansiyel çatışma riskini artıracaktır (Bindoff ve ark.,2019).

Okyanus, temel yaşam destek hizmetlerini sağladığı için dünya sisteminin önemli bir bileşenidir (Inniss ve ark, 2017). Örneğin, artan sera gazı konsantrasyonlarının neden olduğu atmosferde hapsolmuş ısıyı depolar, yüzey ısınmasını maskeler ve yavaşlatır, fazla karbondioksiti depolar ve küresel biyojeokimyasal döngülerin önemli bir bileşenidir. Okyanus, en büyük ekosistemin evidir, zengin deniz biyolojik çeşitliliği için yaşam alanları sağlar, temel bir besin kaynağıdır ve insan sağlığına, geçim kaynağına ve güvenliğe katkıda bulunur. Okyanus aynı zamanda ulaşım ve ticaret, turizm, yenilenebilir enerji gibi insanlara yönelik diğer hizmetleri ve estetik çekicilik, yerel ve geleneksel bilgi ve dini uygulamalar gibi kültürel hizmetleri de destekler. Okyanusun yönetimi, kara sistemleriyle karşılaştırıldığında benzersiz zorluklara ve fırsatlara sahiptir ve değişen iklim koşullarında farklı uygulamalar gerektirir. (Bindoff ve ark.,2019).

Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri arasındaki bağlantılar, iklim değişikliğinin okyanuslar üzerindeki etkisinin, SDG14 dışındaki tüm

Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerini, bazıları doğrudan ve çoğu dolaylı olmak üzere çeşitli şekillerde etkileyeceği anlamına gelmektedir. Genel olarak, iklim değişikliğinin okyanuslar üzerindeki etkileri, Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine ulaşma ve faydalarını sürdürme şansını olumsuz yönde etkileyecektir (Bindoff ve ark.,2019).

Şekil 12’de sunulduğu üzere ekosistemler, insan sistemleri ve ekosistem hizmetleri üzerindeki etkiler için mavi veya kırmızı, gözlemlenen etkinin ilgili sistem veya hizmet açısından sırasıyla olumlu (yararlı) veya olumsuz (olumsuz) olup olmadığını gösterir. 'Artma ve azalma' olarak atanan hücreler, o bölgede fiziksel değişikliklerin hem artışının hem de azalmasının bulunduğunu, ancak bunların mutlaka eşit olmadığını gösterir; aynı durum 'olumlu ve olumsuz' atfedilebilir etkiler gösteren hücreler için de geçerlidir. Okyanus bölgeleri için güven düzeyi, gözlemlenen değişikliklerin, fiziksel değişikliklere neden olan sera gazı zorlamasındaki değişikliklere ve ekosistem, insan sistemleri ve ekosistem hizmetleri için iklim değişikliğine atfedilmesine duyulan güveni ifade eder (Bindoff ve ark.,2019).

İlişki düzeyleri	Okyanus	Arktik	EBUS ¹	Kuzey Atlantik	Kuzey Pasifik	Güney Atlantik	Güney Pasifik	Güney Okyanusu	Ilman Hint Okyanusu	Tropikal Atlantik Okyanusu	Tropikal Hint Okyanusu	Tropikal Pasifik			
Sera Gazları	Fiziksel Değişimler	Sıcaklık	●●	●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●		
		Oksijen		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
		Okyanus pH'si	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●		
		Deniz buzu boyutu	●●●						●						
		Deniz seviyesi	●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●		
İklim Değişimi	Ekosistemler	Üst su sütunu	●●	●	●●●	●●	●●	●●	●●	●	●●	●	●●		
		Mercan resifleri			●			●●●			●●●	●●●	●●●		
		Kıyusal sulakalanlar			●●	●●	●●	●●		●●	●●	●●	●●		
		Yosun Ormanı	●●	●●	●●	●●	●			●			●		
		Kayalık kayalar			●●●	●●				●					
		Derin deniz				●									
		Polar bentos	●●						●●						
		Deniz buzu ile ilişkili	●●						●●						
		İnsan Sistemleri ve Ekosistem Hizmetleri	Ekosistem Hizmetleri	Balıkçılık	●●	●	●●●	●	●	●	●	●	●●	●	●
				Turizm	●●	●		●		●	●	●	●		●
Habitat hizmetleri	●●			●		●●	●	●●	●		●●	●●	●●		
Nakliye /Gemicilik	●●														
Kültürel hizmetler	●●				●	●		●							
Kıyusal karbon tutumu					●●	●●	●	●		●	●	●●	●		

Şekil 12. Okyanusta gözlemlenen bölgesel tehlikelerin ve etkilerin sentezi. Her bölge için fiziksel değişiklikler, önemli ekosistemler üzerindeki etkiler ve insan sistemleri ile ekosistem işlevi ve hizmetleri üzerindeki etkiler gösterilmektedir. Fiziksel değişiklikler için sarı/yeşil, ölçülen değişkenin sırasıyla miktarında veya sıklığında bir artış/azalışı ifade eder.

Sonuç olarak. insanlık hızla nüfus artışı yaşarken. küresel ekolojik kaldırma kapasitesi aşılmaktadır. Bu durum yerkürenin ekolojik işlevlerini bozmasının ötesinde doğal sermayemizin insanlara faydalı olan ekosistem faydalarını da hızla tüketmektedir. Özellikle son alıcı ortam olan okyanus sistemleri diğer kirletici unsurlar ve iklim değişiminin sinergistik etkisi ile ağır bir ekolojik hasar yaşamaktadır. İnsan yaşam süresinin kısalığı nedeniyle antropolojik kökenli son iklim değişiminin yıkıcı etkilerinin çok farkında olmasa da iklim değişimi öncekilere nazaran çok hızlı gelişmekte; canlılara yeni şartlara uyum ve yeni habitat göçlerine fırsat vermemektedir. Sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin tutturulabilmesi iklim değişimi sorunlarını azaltacak olmasına rağmen umutkâr bir durum gözükmemekte, iklim değişimi diğer sosyo-ekonomik sorunlarla (açlık, yoksulluk, adaletsizlikler, gıda güvensizliği, salgınlar) birlikte yaşanabilir habitatları daraltmakta; temel ekolojik bir kural olarak tür içi ve türler arası savaşları yoğunlaştırmaktadır.

KAYNAKLAR

- Abraham, J., Cheng, L. J., Mann, M. E., K. Trenberth, and K. Von Schuckmann. (2022). The ocean responseto climate change guides both adaptation and mitigation efforts. *Atmospheric and Oceanic Science Letters*, 15, 100221, <https://doi.org/10.1016/j.aosl.2022.100221>
- Allison, E. H., Badjeck, M.-C., & Meinhold, K. (2011). The Implications of Global Climate Change for Molluscan Aquaculture. *Shellfish Aquaculture and the Environment*, 461–490. doi:10.1002/9780470960967.ch17
- Anadón, R. , Duarte, C.M. and Fariña, A. C. (2005). Impacts on Marine Ecosystems and the Fisheries Sector, A Preliminary Assessment of the Impacts in Spain due to the Effects of Climate Change, ECCE PROJECT- Final Report (https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/04_Impacts%20on%20marine%20ecosystems%20and%20fisheries%20sector_ing_tcm30-178518.pdf).
- Asch, R. G., Cheung, W. W. L., and Reygondeau, G. (2018). Future marine ecosystem drivers, biodiversity, and fisheries maximum catch potential in Pacific Island countries and territories under climate change. *Marine Policy*, 88, 285–294. doi:10.1016/j.marpol.2017.08.015.
- Barange , M. , and Perry , I. (2009). Physical and ecological impacts of climate change relevant to marine and in land capture fisheries and aquaculture .In: Cochrane , K. , De Young , C. , Soto , D. , and Bahri , T.(eds.), *Climate Change Implications for Fisheries and Aquaculture. Overview of Current Scientific Knowledge*. Food and Agriculture Organization of the United Nations , Rome , pp. 7 – 106 .
- Beaumont, N.J.,Austen, M.C., Atkins, J.P., Burdon, D., Degraer, S., Dentinho, T.P., Derous, S., Holm, P., Horton, T., Van Ierland, E., Marboe, A.H., Starkey, D.J., Townsend, M., Zarzycki, T. (2007). Identification, definition and quantification of good sand services

- provided by marine biodiversity: implications for the ecosystem approach. *Marine Pollution Bulletin* 54 (3), 253–265.
- Bindoff, N.L., W.W.L. Cheung, J.G. Kairo, J. Arístegui, V.A. Guinder, R. Hallberg, N. Hilmi, N. Jiao, M.S. Karim, L. Levin, S. O’Donoghue, S.R. Purca Cuicapusa,
- B. Rinkevich, T. Suga, A. Tagliabue, and P. Williamson . (2019). Changing Ocean, Marine Ecosystems, and Dependent Communities. In: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 447-587. <https://doi.org/10.1017/9781009157964.007>.
- BM.(2020).
https://www.unesco.org.tr/Content_Files/Content/buyukbulusmalar/3bb/sb5.pdf Erişim Tarihi: 20.09.2023.
- Chavez. F.P., M. Messi, J.T. Pennington . (2011). Marine Primary Production in Relation to Climate Variability and Change *Ann. Rev. Mar. Sci.*, 3 pp. 227-260, 10.1146/annurev.marine.010908.163917
- Cheng L, Abraham J, Hausfather Z, Trenberth KE. (2019). How fast are the oceans warming? *Science* 363(6423):128–129
- CMS (Copernicus Marine Service).(2020) . Ocean State Report 4 Summary Available, <https://marine.copernicus.eu/news/ocean-state-report-4-summary-available>
- Crain, C. M., Kroeker, K., and Halpern, B. S. (2008). Interactive and cumulative effects of multiple human stressors in marine systems. *Ecol. Lett.* 11, 1304–1315. doi: 10.1111/j.1461-0248.2008.01253.x
- Doney, S. C., Ruckelshaus, M., Emmett Duffy, J., Barry, J. P., Chan, F., English, C. A., Talley, L. D. (2012). Climate Change Impacts on Marine Ecosystems. *Annual Review of Marine Science*, 4(1), 11–37. doi:10.1146/annurev-marine-041911-111611.

- Doney, S. C., Rucke Ishaus, M., Duffy, J. E., Barry, J. P., Chan, F., English, C. A., Galindo, H. M., Grebmeier, J. M., Hollowed, A. B., Knowlton, N., Polovina, J., Rabalais, N. N., Sydeman, W. J., & Talley, L. D. (2012). Climate change impacts on marine ecosystems. *Annual Review of Marine Science*, 4, 11–37. <https://doi.org/10.1146/annurev-marine-041911-111611>
- FAO. (2018). Deep-ocean climate change impacts on habitat, fish and fisheries, by Lisa Levin, Maria Baker, and Anthony Thompson (eds). FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 638. Rome, FAO. 186 pp. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- Gattuso J-P, Magnan AK, Bopp L, Cheung WWL, Duarte CM, Hinkel J, Mcleod E, Micheli F, Oschlies A, Williamson P, Billé R, Chalastani VI, Gates RD, Irisson J-O, Middelburg JJ, Pörtner H-O and Rau GH (2018). Ocean Solutions to Address Climate Change and Its Effects on Marine Ecosystems. *Front. Mar. Sci.* 5:337. doi: 10.3389/fmars.2018.00337.
- Gattuso, J.-P., Magnan, A., Billé, R., Cheung, W. W. L., Howes, E. L., Joos, F., et al. (2015). Contrasting futures for ocean and society from different anthropogenic CO₂ emissions scenarios. *Science* 349:aac4722. doi: 10.1126/science.aac4722
- GLOBEC (2003). Marine Ecosystems and Global Change. *IGBP Science* 5: 1-32.
- Griffies, S. M., Yin, J., Durack, P. J., Goddard, P., Bates, S. C., Behrens, E., Bentsen, M., Bi, D., Biastoch, A., Böning, C. W., Bozec, A., Chassignet, E., Danabasoglu, G., Danilov, S., Domingues, C. M., Drange, H., Farneti, R., Fernandez, E., Greatbatch, R. J., ... Zhang, X. (2014). An assessment of global and regional sealevel for years 1993-2007 in a suite of interannual core-II simulations. *Ocean Modelling*, 78, 35–89. <https://doi.org/10.1016/j.ocemod.2014.03.004>
- Harley, C. D. G., Hughes, A. R., Hultgren, K. M., Miner, B. G., Sorte, C. J. B., Thornber, C. S., Rodriguez, L. F., Tomanek, L., and Williams, S. L. (2006). The impacts of climate change in coastal marine systems. *Ecology Letters* 9:228–241.

- Herbert, E. R., Boon, P., Burgin, A. J., Neubauer, S. C., Franklin, R. B., Ardon, M., Hopfensperger, K. N., Lamers, L. P. M., Gell, P., & Langley, J. A. (2015). A global perspective on wetland and salinization: Ecological consequences of a growing threat to fresh water wetlands. *Ecosphere*, 6(10), 1–43. <https://doi.org/10.1890/ES14-00534.1>
- Inness, L. et al., (2017). *The First Global Integrated Marine Assessment: World Ocean Assessment I*. United Nations, New York, 1752 pp.
- IPCC (2007). *Climate Change (2007). The Physical Science Basis. Summary for Policy makers*. Intergovernmental Panel on Climate Change, UNEP, Geneva
- IPCC. (2023). *Summary for Policymakers*. In: *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]*. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001
- Lieberknecht, L.M. (2020). *Ecosystem-Based Integrated Ocean Management: A Framework for Sustainable Ocean Economy Development*. A report for WWF-Norway by GRID-Arendal.
- NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). (2023). *Accurately Accounting for the Economic Value of Marine Ecosystems*. <https://www.fisheries.noaa.gov/feature-story/accurately-accounting-economic-value-marine-ecosystems>.
- Petrik CM, Stock CA, Andersen KH, van Denderen PD and Watson JR. (2020). *Large Pelagic Fish Are Most Sensitive to Climate Change Despite Pelagification of Ocean Food Webs*. *Front. Mar. Sci.* 7:588482. doi: 10.3389/fmars.2020.588482
- Pörtner, H.-O., D.M. Karl, P.W. Boyd, W.W.L. Cheung, S.E. Lluch-Cota, et al. (2014). Ocean systems, C.B. Field, V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S.

- MacCracken, P.R. Mastrandrea, L.L. White (Eds.), *ClimateChange 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA (2014), pp. 411-484.
- Ripple WJ, Wolf C, Newsome TM, Barnard P & Moomaw WR. (2019). World scientists' warning of a climate emergency. *Bio Science*: biz088
- Röthig, T., Trevathan-Tackett, S. M., Voolstra, C. R., Ross, C., Chaffron, S., Durack, P. J., Warmuth, L. M., and Sweet, M. (2023). Human-induced salinity changes impact marine organisms and ecosystems. *Global Change Biology*, 29, 4731–4749. <https://doi.org/10.1111/gcb.16859>
- Singh, G. G., Hilmi, N., Bernhardt, J. R., Cisneros Montemayor, A. M., Cashion, M., Ota, Y., ... Cheung, W. (2019). Climate impacts on the ocean are making the Sustainable Development Goals a moving target travelling a way from us. *People and Nature*, 1(3), 317–330. doi:10.1002/pan3.26.
- SMA (Scotland's Marine Assessment). (2020). *Ecosystem services: Natural benefits of Scotland's seas*, <https://marine.gov.scot/sma/assessment-theme/natural-capital-ecosystem-services-and-blue-economy>.
- SROCC (2019). *Special Report on the Ocean and Cryosphere, Information from Copernicus Marine Service*. <https://marine.copernicus.eu/news/special-report-ocean-and-cryosphere-srocc-information-copernicus-marine-service>
- Stocker, T. F., Qin, D., Plattner, G., Tignor, M., Allen, S. K., Boschung, J., et al. (eds) (2013). *IPCC, 2013: Summary for Policy makers in Climate Change 2013: the Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel On Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- UN (2015). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development*. Resolution adopted by the General Assembly.

BÖLÜM 9

DÜNYADA VE TÜRKİYE’DE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN BALIKÇILIK VE SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Prof. Dr. Nihat YEŞİLAYER^{1*}

Dr. Öğr. Üyesi Ekrem BUHAN

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10214711>

^{1*}Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Su Ürünleri Yetiştiriciliği, Tokat, Türkiye, nihat.yesilayer@gop.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-6995-5855

^{2*}Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Su Ürünleri Yetiştiriciliği, Tokat, Türkiye, ekrem.buhan@gop.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-4338-1758

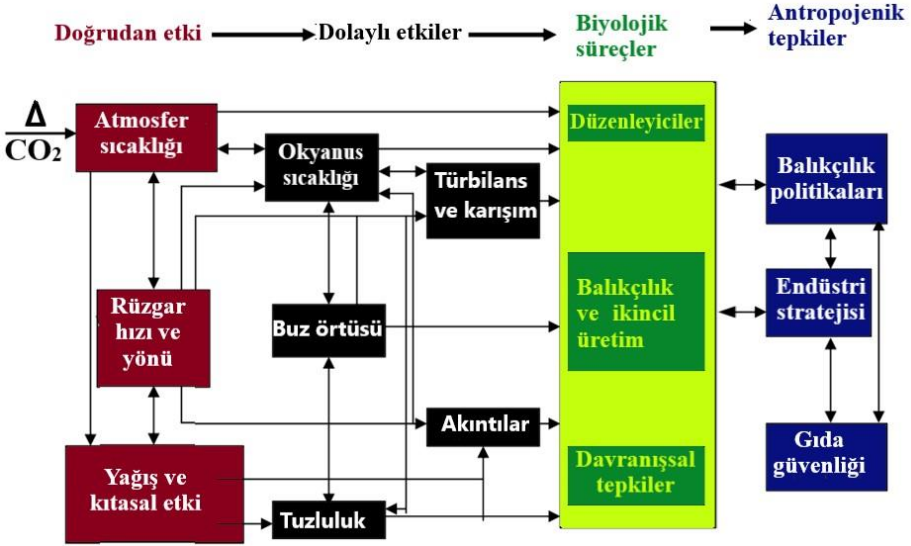
1. GİRİŞ

Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli'ne (IPCC) göre iklim değişikliği, iklimin genel durumundaki, özellikle ortalamasında ve/veya değişkenliğinde meydana gelen değişikliklerle tanımlanabilecek ve uzun bir süre (genellikle 10 yıl) devam eden bir farklılıkları ifade eder (Barange et al., 2018).

İklim değişikliği, dünyanın karşı karşıya olduğu en büyük çevresel problemlerden biridir. Geçtiğimiz 2 yüzyıl boyunca sanayi faaliyetleri, karbondioksit konsantrasyonu aşırı yükselmesi sonucu karbondioksit de dâhil olmak üzere çok yüksek sera gazı emisyonları görülmeye başlanmıştır. Atmosfer iklim değişikliğinin, muhtemelen CO₂, metan, hidroflorokarbonlar, perflorokarbonlar gibi artış gösteren sera gazı emisyonları nedeniyle geçtiğimiz yüzyılda arttığı kaydedilmiştir (Anderson, 1997).

Geçtiğimiz birkaç on yıldaki insan faaliyetleri, çeşitli kimyasal kirleticilerin çevreye salınmasıyla sonuçlanmıştır; örneğin: doğal dirençli, ağır metaller, sentetik organik kimyasallar ve endüstriyel, tarımsal amaçlı endüstriyel ürünlerin yakılmasıyla özel olarak üretilen ürünler veya dioksin, tribültin (TBT), poliklorlu bifeniller (PCB) gibi yardımcı kullanımlar. Artan CO₂ suyun asitliğini artırır, suyun kimyasal ve biyolojik kalitesini değiştirebilir ve bazen zararlı alg toksin oluşumuna yol açabilir (Dalla Valle ve ark., 2007).

Okyanuslar iklimleri etkiler ve iklim ise okyanusun özelliklerini ve dinamiklerinden etkilenir. İklimsel değişimler, atmosferle birlikte değişen enerji ve gaz akışları, taşınan ısı ve tuz miktarı (sıcaklık ve yoğunluk), denizel buzulların oluşumu ve alanı ve tüm bu sirkülasyonlar sonuçta; okyanusları doğrudan etkileyebilmektedir. Buharlaşma ve yağış düzenindeki değişiklikler veya kıtasal buz alanlarındaki birikim-erime değişiklikleri de etki yaratabilir. Tüm bu olaylar okyanusun termohalin dolaşımında değişikliklere neden olabilir (Broecker ve ark., 1999) ve dolayısıyla ekvator ile kutuplar arasındaki ısı aktarımı azalacaktır. Bu durum çok hızlı iklim değişikliklerine yol açabilir. Şekil 1'de gösterildiği üzere ayrıca bu olaylar deniz organizmaları ve ekosistemler üzerinde de dolaylı etkileri olabilir (Anadon, et al., 2005).

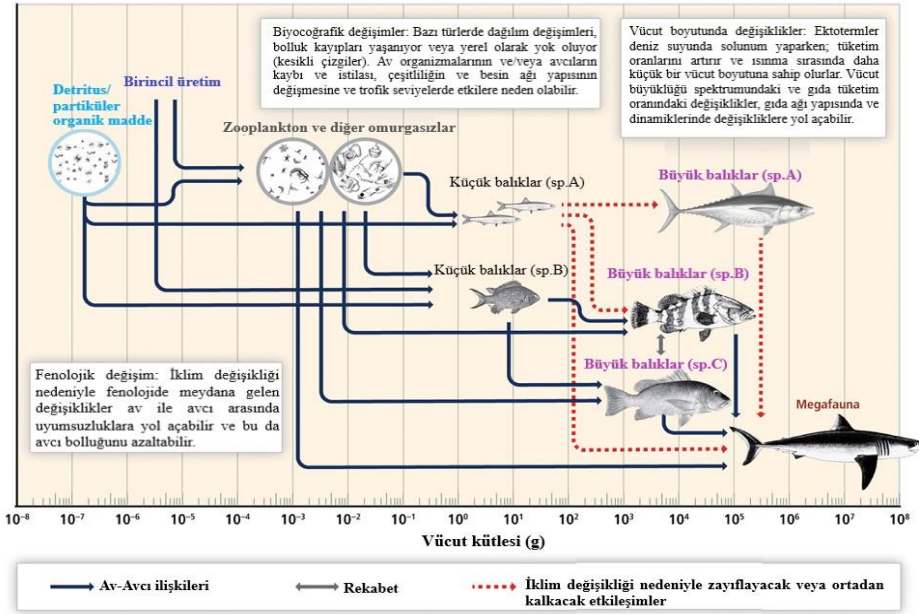


Şekil 1. İklim değişikliğinin deniz popülasyonlarını ve bunların kullanımını etkileyebilmesinin temel yolları (GLOBEC, 2003; Anadón, et al.,2005'ten değiştirilerek).

İklim değişikliği, dikey su karışımının azalmasını, okyanus suyu seviyelerindeki besin maddelerindeki değişiklikleri ve okyanuslara giren tatlı suyun zamanlaması ve hacmindeki değişiklikleri etkileyerek mikroalglerin yoğunluğunu ve bolluğunu büyük ölçüde etkileyebilir (Marques ve ark., 2010). Zararlı mikroalg patlamaları (HAB) büyüyüp gelişebileceği yıllık zaman dilimi de iklim değişikliğinin bir sonucu olarak genişleyebilir (Anderson, 1997). Zararlı mikroalg patlaması terimi, çevreye zarar veren, insan sağlığını ve su yaşamını tehdit eden mikroalg hücrelerinin büyük ölçekte çoğalmasını, yoğunluğunu ve sonuçta alglerin ölmesi ile oksijenin azalması için kullanılmaktadır (Erdner et al., 2008).

İklim değişikliğinin etkileri hâlihazırda habitatların fiziksel ve kimyasal özelliklerini ve besin ağlarını değiştirmektedir. İklim değişikliğinin; tabakalaşma ve üretkenlikteki değişimler, genişleyen çözünmüş oksijenin olmadığı veya çok az olduğu alanlar ve gıdanın değişen bileşimi ve biyokütlesi gibi dolaylı etkilerinin ekosistemler üzerindeki yıkıcı etkileri vardır. Artan sıcaklık, hipoksi ve okyanus asitlenmesinin birleşik etkilerinin, mercan veya yosun gibi ekosistem mühendisi olarak görev yapan

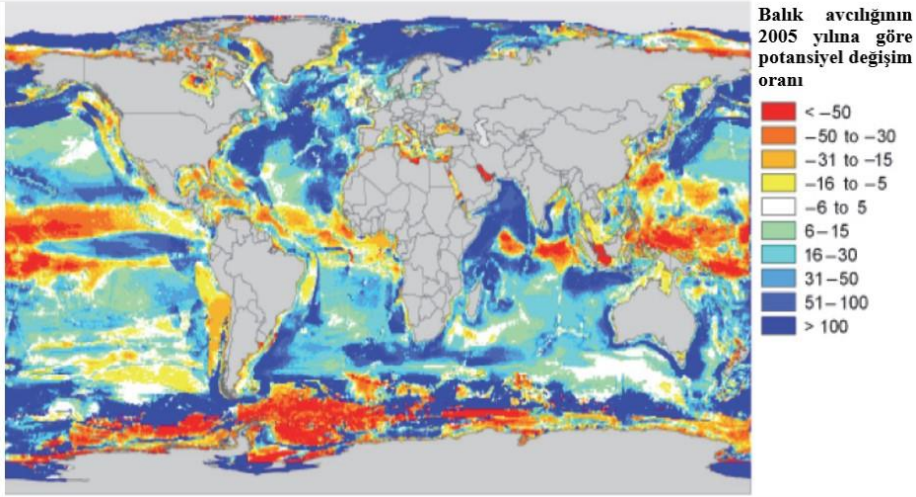
organizmalar üzerinde önemli etkiler yaratmaktadır. Bu nedenle iklim değişikliği, habitat kapsamını ve kalitesini azaltarak ekosistemleri büyük ölçüde değiştirebilir (Pörtner et al., 2014; Howes et al., 2015). İklim değişikliğinin; türlerin yayılışının, dağılımının ve fenolojilerinin, belirli bir alandaki trofik etkileşimleri de değiştirerek etkileneceği bilinmektedir. Şekil 2’de gösterildiği üzere besin ağının temelindeki değişikliklerin etkileri trofik düzeylere kadar yükselebileceğinden; ekosistemi kalıcı olabilecek yeni bir rejime sürükleyebilir ve bu değişikliklerden bazılarının geri döndürülemez (Pörtner ve ark., 2014).



Şekil 2. İklim değişikliğine bağlı deniz besin ağında beklenen tepkiler: Bütün olarak pelajik ve bentik besin ağı, türlerin vücut büyüklüğü spektrumuna göre şekillenmiştir. Deniz suyu ısınması, hipoksi ve okyanus asitlenmesi birlikte vücut boyutunu küçültür, biyocoğrafyayı, tür kompozisyonunu ve bolluğunu değiştirir ve trofik bağlantıları ve etkileşim dinamiklerini yeniden yapılandırır. Balıkçılık genellikle büyük cüsseli türleri ortadan kaldırır ve topluluğun vücut büyüklüğü spektrumunu kısaltır. Oklar tür etkileşimlerini temsil eder (örneğin avcı ile av arasındaki veya besin ve alan için rekabet). Kırık çizgiler, iklim değişikliği nedeniyle potansiyel nüfus kaybını ve trofik bağlantıları yansıtır (Pörtner et al., 2014; Howes et al., 2015’den değiştirilerek).

Balıkların beslenmesi, göçü ve üreme davranışları doğrudan etkilenecek ve fiziksel ortamlarındaki değişiklikler dolaylı olarak büyümeyi, ölümleri ve üremeyi etkileyecektir (Brander, 2010). Ayrıca balıkların bağlı olduğu türler ve ekosistemler, balıkçılık avlanma potansiyeli üzerindeki belirsizliklerden etkilenecektir. Hem sıcak su türlerinin hem de soğuk su türlerinin kutuplara doğru hareket etmesi beklendiğinden balık türlerinin dağılımları muhtemelen değişecektir. Deniz seviyesindeki yükselme, fırtına dalgalanmaları ve su baskını balık verimliliği üzerinde olumsuz ve olumlu etkiler yaratabilirken, insan etkisi ise olumsuz yansıyacaktır. Mercan resiflerinin bulunduğu kıyı bölgeleri sıcaklık ve asitlik değişimlerine karşı özellikle hassastır; gıda ve kıyı koruması için bu kaynaklara bağımlı olan ülkeler için ciddi gıda güvenliği endişeleri bulunmaktadır. İç su ürünleri yetiştiriciliği gelecekte önemli bir hayvansal protein kaynağı sağlayabilir. Ancak değişen sıcaklıklardan, su kıtlığından ve kıyı sularının tuzlanmasından etkilenecektir. Tropikal ve subtropikal alanlar, ılıman ve kutupsal ekosistemlere kıyasla ekosistem üretkenliğinde daha fazla düşüş yaşayacak ve bu durum, bu ülkelerin münhasır ekonomik bölgelerindeki (Şekil 3) balıkçılık avlanma potansiyelini de etkileyecektir (Shelton, 2014).

Deniz seviyesinin yükselmesiyle bazı yeni fırsatlar ve ortamlar yaratılabilir. Kutuplardaki buzlar eridikçe yeni habitatlar açılabilir ve sular altında kalan kıyı tarım arazileri; mangrovlar ve su ürünleri yetiştiriciliği fırsatları için yeni alanlar sağlayabilir. Balık popülasyonlarının coğrafi dağılımları değiştikçe yeni balıkçılık alanları ortaya çıkabilir ve bazı okyanus alanlarında üretkenlik artışı yaşanabilir, bu da bazı balıkçılık alanlarının avlanma potansiyelini artırabilir (Şekil 3). İç su balıkçılığının verimliliği aynı zamanda artan su sıcaklıklarından, su mevcudiyetindeki değişkenlikten, ötrofikasyondan, tabakalaşmadan ve kirleticilerin toksisitesinden de etkilenecektir. Ek olarak, habitat kalitesinin ve çözülmüş oksijen seviyesinin düşmesi su ürünlerinin verimliliğini ve besin değerini etkileyecektir (Shelton, 2014).



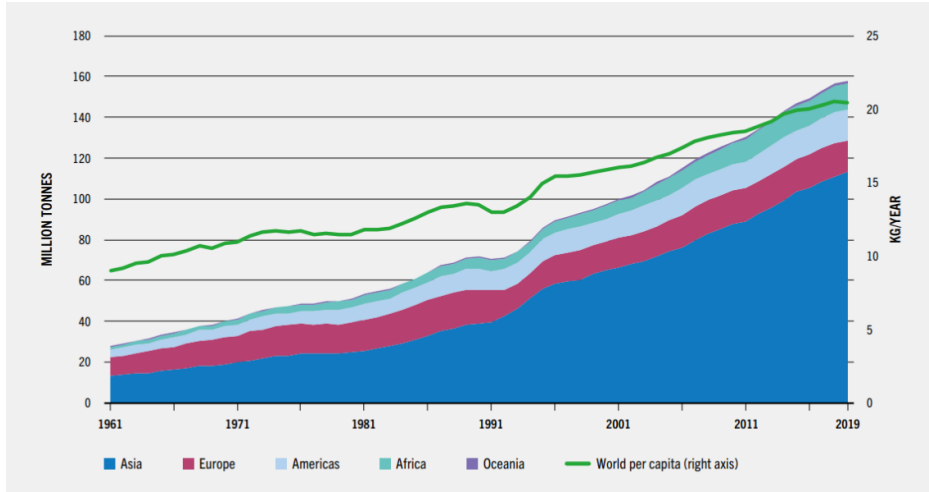
Şekil 3. Balık avcılığının 2005 yılına göre potansiyel değişim oranı: Avlanma potansiyellerine ilişkin model tahminleri, tropik ülkelerin 45 yıl içinde kendi münhasır ekonomik bölgelerinde avlanma potansiyelinde büyük olasılıkla büyük düşüşler yaşayacağını, bazı ülkelerde ise (örneğin Norveç ve İzlanda) bir artış göreceğini göstermektedir. Bunun nedeni balıkların daha sıcak sulardan uzaklaşması ve buzulların erimesiyle yeni alanlar açılmasıdır. Ilıman bölgelerde, türler uzaklaşsa da yeni türler bu bölgelere taşındığından, avlanma potansiyeli çok büyük bir düşüş görmeyebilecektir (Cheung et al., 2010; Shelton, 2014'ten).

Dünya genelinde balık avcılığı ve su ürünleri yetiştiriciliği ticaretinin parasal miktarı, 2020 yılında toplam tarımsal faaliyetlerin (ormancılık hariç) yüzde 11'ini ve toplam ticari mal ticaretinin yaklaşık yüzde 1'ini oluşturmaktadır. Su ürünleri ihracatının nominal değeri 2020 yılında 1976 yılına kıyasla yaklaşık 20 katı artmıştır. Dünyada 1990'da 21,8 milyon tonluk su ürünleri yetiştiricilik üretimi 2020 yılına gelindiğinde 87,5 milyon tona yükselmiştir. Dünyada toplam su ürünleri üretiminin toplam 406 milyar ABD doları satış değeri olduğu öngörülmektedir. 2020'de Dünyada Algler hariç olmak üzere dünya su ürünleri ihracatı, toplam 59,8 milyon ton canlı ağırlığa, 2018 yılında 165 milyar ABD doları ile rekor seviyeye ulaşmıştı. 2020 verilerine göre su ürünleri yetiştiriciliği ve balıkçılık sektöründe 58 milyon insan çalışmakta ve bu iş gücünün %21 ini kadınlar oluşturmaktadır (FAO, 2022). Türkiye'de ise su ürünleri sektöründe Dünya ile paralel olumlu gelişmeler sonucunda, 2023 yılı sonunda su ürünleri yetiştiriciliği üretim

miktarının 600.000 tona, su ürünleri ihracatının ise 2 milyar Amerikan dolara çıkartılması hedeflenmektedir (Anonim, 2019).

Akuatik canlıların 2020 yılı içinde, toplam % 89' u insanlar tarafından gıda olarak kullanılmıştır. Artan talep ve nüfusun gelecek yıllarda hayvansal protein ihtiyacını karşılayacak alternatif olan gıda sektörünün su ürünleri yetiştiriciliği kısmıdır. Dünya genelinde insanların günlük protein alımının %60 bitkisel %40'ı hayvansal proteinlerden sağlanmaktadır. İnsanların hayvansal proteinin alımının %10'u çiftlik hayvanlarından %7'şer ile Akuatik ve kanatlı hayvansal gıdalardan oluşmaktadır. Şekil 4'de görüldüğü üzere Kıtalar arasında son 60 yılda su ürünleri tüketim miktarı artmıştır. En yüksek tüketim değeri yıllık ortalama Okyanusya, Afrika, Amerika, Avrupa ve Asya şeklinde sıralanmaktadır. (FAO, 2022).

Dünya genelinde gıda sektörleri içerisinde en fazla büyüme kaydeden sektör su ürünleridir. Bu önemli sektörün Dünya ve Türkiye'de gözlemlenen iklim değişikliklerinin balık avcılığı ve su ürünleri yetiştiriciliğine olumlu ve olumsuz etkileri bu derlemede incelemek amaçlanmıştır.



Şekil 4. Kıtaların yıllara göre ortalama su ürünleri tüketimi (1961-2019)- (FAO, 2022).

2. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN BALIKÇILIKTA VE SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRCİLİĞİNDE GÖSTERDİĞİ GENEL ETKİLER

İklim değişikliği; Dünya okyanus, deniz, göl ve nehir sistemlerinden önemli etkileri su sıcaklığındaki artış (T°C), okyanus asitlenmesi (OA) ve akıntı düzenindeki değişiklikler, deniz seviyesindeki yükselme (SLR), aşırı meteorolojik hava olayları (EE) ve buna bağlı ekolojik değişiklikler yoluyla balıkçılığı ve su ürünleri yetiştiriciliğini doğrudan ve dolaylı olarak (Şekil 5), olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu değişikliklere ek olarak hedeflenen popülasyonların yayılım alanı ve üretkenliği, habitatlar ve besin ağları üzerindeki etkilerin balıkçılık, su ürünleri yetiştiriciliği maliyetleri, üretkenlik ve balıkçı topluluğunun geçim kaynakları ve deniz ürünleri güvenliği için kirlilikler (tehlikeli inorganik ve organik kimyasallar), habitat bozulması, istilacı türler, okyanus, deniz, barajların ve nehir düzenlemelerinin ve aşırı avlanmanın oluşturduğu tehditlerde mevcuttur (Badjeck et al., 2010; Shelton, 2014).



Şekil 5. İklim değişikliğinin balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliğindeki etki yolları (Badjeck et al. 2010; Shelton, 2014'ten değiştirilerek).

2.1. Yüzeş Su Sıcaklığındaki Artışlar (SST)

Okyanus, deniz ve nehirlerdeki su sıcaklık artışının (iklim değışikliği nedeniyle) dünya genelinde balıkçılık, su ürünleri yetiştiriciliği ve deniz ürünleri güvenliği üzerinde önemli etkilere (olumlu, olumsuz ve karışık) neden olacağı öngörülüyor. Deniz yüzeyi Su sıcaklığı (SST) değışimleri sucul ekosistemi olumlu, olumsuz ve sabit değışmeden kalma durumunda etki etmektedir.

2.1.1. Balık Büyüme Mevsimleri ve Balık Büyümesi

Ilıman ve Kutup Bölgelerinde yaşayan balıklar, daha yüksek enlemlerde daha büyük sıcaklık değışiklikleri beklendiğinden (küçük bir sıcaklık artışının tahmin edildiği tropik bölgelere kıyasla) daha faydalı olabilir. Su sıcaklığındaki bir artış, ılıman bölgelerde balık yetiştirme sezonunun uzamasına neden olacaktır. Üstelik artan sıcaklık, ılıman iklim balıklarının normalde yaşadığı kışlama stresini azaltabilir. Bu nedenle, daha uzun büyüme mevsimi ve daha düşük kış stresi, ılıman iklim balıkçılığının verimliliğini artırabilir. Buz kalınlığının azalması sonucunda su ürünleri yetiştiriciliği yeni alanlara yayılabilir (Handisyde ve ark., 2006).

Kabuklu deniz hayvanlarının büyümesini kontrol eden faktörlerin başında gelen sıcaklık, metabolizmayı, yem dönüşümünü, enerji harcamasını ve oksijen ihtiyacını etkiler. Türün fizyolojik toleransı dahilindeki sıcaklık artışları büyümei artırabilir, ancak tolerans aşılrısa büyüme ve beslenme azalır ve ölüm oranı artar; et kalitesi de yüksek sıcaklıklardan olumsuz etkilenebilir (Colins et al., 2020).

Okyanus sularının ısınması, balıklar için daha fazla oksijen ihtiyacı anlamını taşır, ancak solungaçları, metabolizmaları ile aynı oranda gelişmediği için vücut büyüklüğünde azalmasına yol açmaktadır. Solungaçlara sahip olan hayvanlar için geçerli olduğunu ve bu türlerin ve diğerlerinin ortam ile aynı olan vücut ısılarının çevre sıcaklığına bağlı olmasından dolayı okyanuslar ısındıkça bedenlerinin de buna uyum sağlamaya çalışacağını ve balıkların tolere edebileceği derecedeki yüksek sıcaklık; sucul canlıların bünyesindeki biyokimyasal ve metabolizma hızını arttırmaktadır. Bu oluşan durum için balıkların daha fazla O₂ olarak uyum

sağlamaya çalışmasına rağmen solungaç gelişimine belli bir noktaya kadar uyum sağlayacağı ve solungaçların yüzey alanının vücudun geri kalan kısmı ile aynı hızda büyümeyeceği şeklinde açıklanmıştır. Araştırmacılar, “Solungaç-Oksijen Sınırlama Teorisi” ile açıklandığını, çok sayıda deniz türünün bu elverişsiz ortamda kütleli küçülmenin %20-30 aralığında gerçekleşebileceğini düşünmektedirler. Bu durum Dünya genelinde ticari avcılığı öneme sahip Scombridae familyasına ait balıkları ve büyük köpek balığı türlerini etkileyecektir (Atar ve Kızılgök, 2018).

Soğukkanlı balıklarda beslenme/büyüme oranları, optimum sıcaklığa doğru kademeli olarak artar ve optimum su sıcaklık eşiği geçmesinden sonra büyümehızla düşer. Salmonid türlerin optimum büyüme 10°C ile 18°C sıcaklık aralığında arasında gerçekleşir ve su sıcaklığının 6°C altında ve 18°C'nin üstünde balıklarda büyüme önemli ölçüde azalır (Handeland vd., 2008). SST tahminleri (Hughes vd., 2017), bazı bölgelerde İzlanda, Faroe adaları vb. yüksek derecede bir güvenle, sıcaklıkların çoğunlukla 18°C'nin altında kalacağını ve 2100 yılına kadar somon yetiştiriciliği için bu alanların uygun olacağını ve büyüme oranlarında artış beklenebileceğini göstermektedir. İskoçya ve Büyük Britanya adaları etrafında somon yetiştiriciliğinin yerine levrek, Çipura gibi daha sıcak su balıkları türleri de belirli bölgelerde somon yetiştiriciliğinin yerini potansiyel olarak alabilir. Sıcak hava dalgalarıyla ilişkili olaylar, yönetilmesi gereken ölüm vakalarına neden olabilir (Callaway vd., 2012). Öngörülen çalışmalarda, SST'deki mevsimsel ve coğrafi farklılıklar daha büyük olmasına rağmen, Norveç kıyılarındaki somon yetiştiriciliği için benzer bir sonuç öngörmüştür. Morina ve pisi balığı yetiştiriciliğini sıcaklığın artması ile koşullar güçleşmekte çünkühızlı büyüme düşük sıcaklıklarda sağlanmaktadır (Collins ve ark., 2020).

Mytilus edulis larvalarının optimal hayatta kalması 17–21°C'dedir ve büyüme 21°C'ye kadar artar. İlkbahar ve sonbahar dönemlerinde meydana gelen Britanya adalarına yağmur düşüşleri adaların çoğu bölgesinde fayda sağlayabilir, ancak bazı bölgelere yüksek sonbahar su sıcaklıkları optimalin altında kalabilir ve benzer şekilde, İngiltere'nin güneyinde yetişkin *M. edulis*'in büyümesi yüksek yaz sıcaklıklarından etkilenmeden dolayı

sonbaharda görülen yumurtlamalar gecikebilmektedir. Britanya adasının güneyinde, bir tür için sınırlayıcı olan SST diğer bir tür olan *M. galloprovincialis* 20–24°C'de yetişkin ve larvaların hayatta kalma süresine ve coğrafi dağılımını için ideal olmakta ve bu sayede midye üretimi farklı türlerde de olsa devam edecektir (Collins ve ark., 2020; Callaway ve ark., 2012).

Fırtınalarla ilişkili çiftlik balıklarınınve ısınan sularla ilişkili deniz bitlerinin yabancı somon balıkları yayılışındaki potansiyel artış ve ilgili ekosistemlerde bir tehlike oluşturmaktadır. Deniz biti kontaminasyonu sıcak sularda popülasyonları daha hızlı gelişir ve sıcak sularda kontrol edilmesi daha güçtür. Yeni patojenler nedeniyle somon solungaç sorunlarında belirgin bir artış olmuştur; örneğin Amip Solungaç Hastalığının (AGD) ortaya çıkışı, kurulduğu bölgelerde yüksek tuzluluk ve sıcaklıklarla ilişkilidir (Oldham ve ark., 2016). AGD muhtemelen İskoçya ve Norveç'te 2000'li yılların başında sıcak yaz aylarından sonra ılıman geçen kış mevsiminden sonra salgın hastalığa dönüşmüştür. Somon endüstrisi, mikroalg ve denizanası çoğalmalarından kaynaklanan balık solungaç hasarı konusunda giderek problem yaratmaktadır; bu durum, balıkların bu ek stres etkenleriyle baş etme yeteneğini azalmaktadır (Brooker ve ark., 2018).

Sıcaklık tüm patojenlerin fizyolojisini etkiler. Virüslerin bulaşma oranları sıcaklıkla birlikte artış göstermektedir (Oidtmann vd., 2017). Deniz bitlerinin olgunlaşma hızı sıcaklıkla birlikte artar (Brooker vd., 2018), ancak sıcaklık arttıkça daha az süre dayanır; bu da artan sıcaklıklar ile daha dar su kütlelerinde Salmon balıklarına daha hızlı yayılacağını göstermektedir. Artan sıcaklıklar kabuklu deniz hayvanlarının ve planktonların antimikrobiyal beslenmesini artırabilir. Sıcaklık, poikilotermik konakçı ortamındaki patojenler üzerinde doğrudan etkiye sahip olan en muhtemel faktördür. Birçok endemik bakteri ve parazit türünün optimal büyümesi, Birleşik Krallık sularında şu anda mevsimsel olarak bulunan sıcaklıklardan daha yüksek sıcaklıklarda meydana gelir (Collins vd., 2020). Balık ve sucul kabuklu canlılarda deri ve mukoza enfeksiyonlara karşı birinci direnç noktasıdır. Bu direnç noktaları iklim değişikliğinin etkilerinden zarar görebilir ve patojenlere uygun ortam yaratabilir. SST artması ile salgınların mevsimlerinde değişiklik olabilir (Collins ve ark., 2020).

2.1.2. Balıklarda Endokrin Sisteminin Bozulması

Sıcaklıktaki artışlardaki oksijen miktarının azalmasıyla sonuçlanır. Sıcaklık balıkların büyümesini (sudaki oksijen çözünürlüğü sıcaklıkla ters orantılıdır), üreme başarısını ve hayatta kalmasını etkileyebilir. Ayrıca, düşük çözünmüş oksijen seviyeleri balıkların üremesini bozabilir, üreme davranışlarını değiştirebilir, döllenmeyi, yumurtadan çıkma başarısını azaltabilir ve balıklarda endokrin bozulmasına neden olabilir. Balık larval dönemin başlangıcında sıcaklık dalgalanmaları larvanın farklı iskelet bozulmalarına sebep olabilir ve daha yüksek sıcaklıklar balık popülasyonlarının dişileşmesine de yol açabilir, bu da sonuçta üreme başarısını etkileyecek ve bazı türlerin neslinin tükenmesine yol açacaktır (Macusi ve ark., 2015).

Okyanustaki üreme stratejileri büyük ölçüde çevredeki ortamın koşullarına bağlıdır. Deniz kestaneleri, mercan balıkları ve palyaço balıkları gibi pek çok deniz hayvanı üremek için su koşullarına bağımlıdır çünkü bunlar dışarıda çoğalırlar; bu da yumurtaların hayvanların vücudunun dışında suda döllendiği anlamına gelir. Bu hayvanlar, çiftleşme sezonunun sinyalini vermek için çevrelerindeki belirli ipuçlarına ve koşullara bağlıdır. Akıntılar, sıcaklık, tuzluluk, ışık ve asitlik veya bunların tümü, farklı deniz organizmalarının ne zaman ve ne kadar başarılı bir şekilde çoğaldığını belirleyen faktörlerdir ve iklim değişikliğinin üreme davranışlarını zorlaştırdığı yer burasıdır (Schiff, 2020). İklim değişikliği, dünya atmosferindeki güçlü bir sera gazı olan karbondioksit seviyelerinin artmasıyla doğrudan ilişkilidir. Artan karbondioksit seviyeleri, okyanus akıntılarının değişmesinin yanı sıra, okyanusların daha sıcak ve denizin daha asidik olması, besin maddeleri ve kimyasal döngülerinin bozulmasıyla ilişkilendirilmektedir. Bu faktörlerden birinin değiştirilmesi bile denizin altındaki "üreme davranışlarını bozabilir" ve besin ağları ve çevre üzerinde ciddi sonuçlar doğurabilir. İklim değişikliği okyanusların uygun olmayan ısınmasıyla bağlantılı olduğu için; sıcaklık değişikliklerine karşı çok hassas olan balıkları doğrudan etkiler. Balıklar soğukkanlıdır, dolayısıyla okyanus sıcaklıklarındaki artış metabolizmayı hızlandıracak ve daha fazla oksijen talebini artıracaktır. Bununla birlikte, ılık su daha az çözünmüş oksijen tutar; bu durum da daha büyük talebi karşılayacak daha az oksijenin mevcut olduğu anlamına gelir. Bu

durum mortalitenin artmasına ve üreme kapasitesinin azalmasına neden olabilir (Schiff, 2020).Balıklar artan su sıcaklıklarına karşı çok hassastır çünkü daha yüksek sıcaklıklar üreme süreçlerinin termal olarak engellenmesine neden olur. Daha yüksek sıcaklıklar, üreme hormonu üretimini, yapısını ve işlevini etkileyerek hipotalamo-hipofiz-gonadal (HPG) eksen bezlerinin işlevlerini doğrudan etkiler ve hormonların ve üreme sinyallerinin baskılanmasına neden olur. Bu etkilerin meydana geldiği sıcaklık eşiği türler arasında değişiklik göstermektedir; arktik türler tropik türlere göre çok daha düşük sıcaklıklardan etkilenmektedir. Artan okyanus sıcaklıkları üremeyi de etkilemektedir; çünkü birçok balık türü üremek için göç eder ve göç sinyalini vermek için sıcaklık gibi çevresel ipuçlarına ihtiyaç duyar. Değişen su sıcaklıkları göçün daha erken veya gecikmesine neden olabilir ve bu durum, değişen yumurtlama mevsimleriyle birleştiğinde balıkların yavruları için uygun olmayan alanlarda üremesine neden olarak popülasyon çökmelerine neden olabilir (Schiff, 2020).

Yüksek sıcaklıklar canlılarda eşey oranlarında özellikle popülasyonda erkek ve dişi oranlarındaki dengede eşitsizliklere sebebiyet vermekte erkek ve/veya dişi oranları biri lehine artışlar göstermektedir. Yüksek su sıcaklıkları ve okyanus akıntılarındaki değişiklikler avlanan balık stoklarının azalması ile ilişkilendirilebilir. Su sıcaklığının artması sonucunda; okyanusların fizikokimyasal özelliklerini, avlanan türlerin fizyolojisi ve cinsiyet oranlarını, yumurtlama zamanlamalarını, göçleri, stok bolluğunu, artan istilacı türleri, hastalıkları ve alglerin fizyolojisini değiştirebilir (Atar ve Kızılgök, 2018).

2.1.3. Sıcaklığın Alglerin Aşırı Çoğalmasına Etkisi

Küresel ısınmanın ve artan su sıcaklıklarının doğrudan etkisi, mikroalglerin mevsimsel bileşimini etkileyebilir; örneğin, SST artmasıyla birlikte ilkbahar ve kış aylarında alg çoğalması eski türlerin büyümesini artırmaktadır. İklim değişikliğine bağlı yüksek sıcaklık değişikliklerine toleransı nedeniyle zararlı öritermal alg türleri daha etkili ve tehlikeli olmasından dolayı önemlidir çünkü daha yüksek su sıcaklıkları, böyle alglerin coğrafidağılımını daha geniş enlemlere yayılmasına olanak sağlar. Okyanusların ısınması, sıcak mevsimdeki türler için sıcaklık eşiğine daha erken ulaşılmasına ve zararlı alg çoğalmalarının daha uzun süre devam

etmesine neden olmaktadır (Asefi and Attaran, 2018). Bazı bölgelerde iklim değişikliği ve artan deniz sıcaklıkları diatomlardan çok dinoflagellatların büyümesini artırır ve bunun sonucunda zararlı alg çoğalmaları aşırı yükselir. Su sıcaklıklarının ısınması, suyun dikey karışımını (termal tabakalaşma) azaltır ve besin maddelerinin okyanusun daha yüksek kısımlarına tedarikini bozar, bu da biyolojik çeşitliliği etkileyecektir. Bu olgu, besin zincirinde faydalı ve etkili mikroalglerin büyümesini kısıtlarken zararlı ve toksik mikroalgler yeni koşullara uyum sağlar. Şiddetli ve elverişsiz çevre koşullarında üretilen dinoflagellatlar ve bunların geçici kistlerinin deniz akıntıları ile yeni alanlara yayılması mümkün görünmektedir (Asefi and Attaran, 2018). Balık çeşitliliği bakımından su kalitesinin ötrifikasyonlar sonucu bozulması durumunda, azalan oksijen konsantrasyonları genel olarak suda yaşayan su ürünleri türlerini özellikle balıkların çeşitliliğinde azalmaya neden olmaktadır (Kibria et al., 2017). Artan sıcaklık, zehirli mavi-yeşil alg çoğalmalarında artışı ile göller, nehirler ve okyanuslardaki su kalitesini bozacaktır. Sıcaklıktaki artış su kütlelerinde alg çoğalmalarını hızlandıracaktır; alg ölümü, çözülmüş oksijen seviyelerinin tükenmesi nedeniyle balık ölümlerine neden olabilir (Kibria vd., 2016a). Küresel sıcaklıktaki artış, *Eichhornia* spp. gibi istilacı su bitkilerinin sayısını artıracaktır. Su bitkilerinin çoğalması, su akışlarını, su sütunundaki öfotik bölgeyi ve iç su ürünleri yetiştiriciliğine (kafes veya kafes kültürü) yönelik mevcut alanları daraltacaktır. Alglerin büyümesi istiridye, midye ve otçul balıklar gibi su ürünleri yetiştiriciliği türlerini filtreleyerek beslemek için faydalı olabilir (Kibria ve ark., 2017). Sıcaklıklardaki artış ile alg patlamalarının çoğalması su ürünleri yetiştiricilik alanları ve Avlanma sahalarında, balıklarda strese neden olabilir, enfeksiyona ve hastalıklara karşı duyarlılığı ve sonuçta toplu ölümleri artırabilir (birçok balık hastalığı, yüksek sıcaklıklarda daha fazla virülans gösterir) (Macusi ve ark., 2015; Callaway vd., 2012).

2.1.4. Denizel Ürünlerde Toksin Kirliliği

Sıcaklıktaki değişiklikler deniz ürünlerinin (balık, karides, istiridye, yengeç) alg toksinleri ve kimyasallarla (metaller) kirlenmesini artırabilir.

Artan sıcaklıklar, tatlı su havuzlarında, göllerde ve nehirlerde mavi-yeşil alg/ siyanobakterilerin (*Microcystis* spp., *Anabaena* spp.) ve deniz

ortamındaki dinoflagellatlar, *Gymnodinium* spp., *Procentrum* spp., hem tatlı su siyanobakterileri hem de deniz dinoflagelleatları toksinler üretir ve insanlar, algal toksinlerle kirlenmiş deniz ürünlerini yiyerek bu toksinlere giderek daha fazla maruz kalabilir (Kibria ve ark., 2013).

Deniz ürünleri organizmalarında yaygın kirleticilerin (örneğin metaller) alımı ve toksisitesi artan sıcaklıklar ve küresel ısınmayla birlikte artabilir (Kibria ve ark., 2016b); Kabuklular, derisi dikenliler ve yumuşakçalar da dahil olmak üzere çeşitli deniz organizmaları için metallerin (arsenik, bakır, kobalt, kadmiyum ve kurşun) alımında, biyobirikiminde ve toksisitesinde sıcaklığa bağlı artışlar rapor edilmiştir (Kibria vd., 2013; 2017).

2.1.5. Balık ve Diğer Su Ürünleri Türlerindeki Coğrafi Değişimler

Küresel ısınma, Kuzey Amerika, Avrupa ve Asya'da sıcak su ve soğuk su türlerinin kuzeye doğru yayılmasına neden olabilir. Aynı durum kuzey yarım kürede bulunan denizlerde (Akdeniz, Karadeniz, Kuzey denizi vb.) görülmektedir

Diğer yarım kürede ise, Avustralya ve Güney Amerika'da sıcak su türlerinin güneye doğru yayılması bunun sonucunda kutuplara/yüksek enlemlere doğru balık bolluğu ve tür zenginliğinin artmasına neden olacaktır (Kibria ve ark., 2017; Collins vd., 2020; Callaway vd., 2012).

Düşük enlemlerde veya ekvatorial bölge çevresindeki okyanus ve denizlerde balık türleri bölgeden uzaklaşacak ve bu da balık bolluğu ve tropikal balıkların azalmasına neden olacaktır. Balık türlerinin çeşitliliği azalacaktır (Kibria ve ark., 2017).

Kuzey Denizi'nde deniz sıcaklığındaki artışlar, ticari olarak kullanılan morina (*Gadus morhua*) ve dil balığı (*Solea solea*) dahil olmak üzere dip balıklarının dağılımında kuzey kutbuna doğru kaymalara neden olmaktadır. Değişen türler daha hızlı yaşama eğilimindedir vedağışmeyen türlere göre önemli ölçüde daha küçük vücut boyutlarına, daha hızlı olgunlaşmaya ve olgunlukta daha küçük boyutlara sahiptir. Yeni yapılan bir çalışmada, Avustralya çevresinde 45 ılıman tür balığın kolonileştiğini ve kutuplara

güneydoğru dağılımlarının, yani daha soğuk su bölgesine doğru kaydığını tespit edilmiştir (Tazmanya'nın bazı bölgelerinde 30 türde bir artış gözlemlenmiş ve bunların yaklaşık %63'ü levrek familyasına aittir) (Last ve ark., 2011).

Scombridae familya popülasyonları normalde ılıman bölgelere doğru yayılım göstermekte, okyanus ısınmasına paralel olarak her iki yarım kürede kutuplar yönünde coğrafik dağılım gösterecektir. Okyanus ısınması, Avustralya'da dev yosunların (*Macrocystis pyrifera*) azalmasına ve deniz kestanesi, *Centrostephanus rodgersii* (~160 km/on yıl) gibi otoburların ve diğer trofik açıdan önemli resif organizmalarının kutuplara doğru dağılımının genişlemesiyle sonuçlanmıştır (Kibria vd., 2017)

Avlanan türlerde ise düşey olarak daha derin sulara hareketleri görülecektir. Okyanustaki sıcak yüzey suyu sıcaklıkları, bazı balık türlerini ıstıdan veya ısınmadan kaçmak için daha derin sulara yönlendiriyor; örneğin Avrupa Kuzey Denizi'nde, bu durum avcılık işletme maliyetlerini artıracaktır. Okyanus ısındıkça balık türleriderin sulara doğru ilerledikçe açık denizdeki daha serin sığımlara doğru hareket edecek, böylece avlanma maliyetindeki artışlarla birlikte kıyı bölgelerinden açık deniz bölgelerine doğru avlanma sahası genişleyecektir (Kibria ve ark. 2017).

2.1.6. Su Ürünleri Yemlerinde Protein ve Yağ Kaynağı Olarak Kullanılan Canlılara Etkisi

Küresel ısınma, zooplankton dağılımlarında kutuplara doğru kaymalara yumurtlama gibi yaşam döngüsü olaylarının daha erken zamanlamasına neden olmaktadır. Bolluk ve popülasyonun yapısındaki bu tür değişiklikler, deniz ürünleri ağının yapısında ve üretkenliğinde önemli değişikliklere neden olabilir. Balıklar gibi birçok aquatik canlı, krill (*Euphausia superba*) bolluğuna ve avcılığına bağımlıdır. Krillerin yumurtadan çıkma oranları önemli ölçüde daha düşük bulunmuş ve bu durum aynı zamanda embriyonik gelişimde gecikme göstermiştir (Kawaguchi ve ark., 2013). Krill balık yem endüstrisinin en önemli hammaddesini oluşturmaktadır. İklim değişikliğinin krill, pteropodlar ve deniz ürünleri organizmaları özellikle balık unu yapımında kullanılan balık türleri üzerinde

olumsuz etkileri olacak, ancak son dönemlerde yem endüstrisinin balık yağı olarak kullandığı omega 3 kaynağı deniz yosunları ve deniz çayırları üzerinde olumlu etkileri olacaktır (Kibria ve ark., 2017).

2.1.7.Yeni Su Ürünleri Yetiştirme Alanları ve Av Sahalarına Etkileri

Okyanus ısındıkça balık türleri açık denizdeki daha serin sulara doğru hareket edecektir.Bunun sonucunda avcılık faaliyetlerinin maliyetindeki artışlarla birlikte kıyı bölgelerinden açık deniz bölgelerine potansiyel av sahası olacaktır. Balık türlerinin tropikal bölgelerden ılıman bölgelere doğru kayması (küresel ısınma nedeniyle) bazı yeni balıkçılık bölgeleri yaratacaktır; örneğin, Afrika kıyılarında yaşamayı alışkanlık haline getiren kara morina balığı, kaya balığı gibi türler kuzeye doğru hareket etmektedir (Kibria ve ark., 2013). Avustralya ve Afrika'nın güney kısımlarındaki avlanma potansiyeli kutuplara doğru kıta kenarlarında artacaktır (çünkü ticari olarak avlanan türlerin çoğu kıta sahanlıklarıyla ilişkilidir) (Cheung vd.,2010). Subtropikal ve ılıman bölgelerde, soğuk su türlerinin yerini sıcak su türleri alıyor ve bu nedenle Birleşik Krallık sularındaki sıcak su balıkları türleri için yeni balıkçılık geliştiriliyor (Perry, 2011). Yüksek su sıcaklık, özellikle tilapia veya süt balığı gibi balıkların yetiştirilmesi için kullanılan göller, barajlar, kanallar, lagünler ve nehirlerde daha uzun termal tabakalaşma anlamına gelir ve bu da uygun olmayan alg topluluklarının büyümesine yol açar. Fitoplankton bileşimindeki bu değişim, su ürünleri yetiştiriciliği faaliyetlerini olumsuz etkilemektedir; çünkü bu yeni alg topluluğu balıklar için toksik olan alkaloidler üreterek balıklar için daha az besin bulunmasına neden olabilir ve çoğalmaları ortamda hipoksik koşullara yol açabilir (Macusi ve ark., 2015).

İç sularda şiddetli yağmurlar aynı zamanda sel ve fırtına dalgalanmalarına neden olarak rezervuarların taşmasına neden olabilir, bu da stoklanmış yavru balıkların kültür ortamından kaçmasına neden olarak yerli olmayan türlerin girişini iç sulara yayılmasını kolaylaştırabilir. Suyun azlığından etkilenen kurak bölgelerde, su rezervuarların dolmadığı kurak yıllarda yavru yetiştiren çiftçileri olumsuz etkileyecektir. İklim değişikliği nedeniyle, kuluçkahanelerde yavru üretimi ve stoklamadan, hasat ve pazarlamaya kadar kültüre dayalı balıkçılığın geliştirilmesinin neredeyse her

aşamasında önemli derecede risk ve belirsizlikler söz konusudur. Aşırı hava olaylarının sıklığının artmasıyla birlikte delta bölgelerindeki su ürünleri yetiştiriciliği ekipmanları ve balık üretimi, üretim maliyetlerini yapay olarak artıran tayfunlar veya kasırgalar tarafından ortadan kaldırılabilir. İstilacı türlerin yayılması yerli türlerin yok olması ve patojenlerin daha geniş bir su ortamına yayılması etkilenen ekosistemler üzerinde potansiyel olarak yıkıcı sonuçlar doğurabilir (Macusi ve ark., 2015).

2.1.8. Su Ürünleri Gıda Güvenliği ve Balıkçının Geçim Kaynaklarına Etkisi

İklim kaynaklı değişikliklerin, önemli kaynakları olan balıklar üzerindeki etkilerine karşı oldukça savunmasız olan balıkçıların geçimleri temelden etkilemektedir.

Türlerin daha yüksek enlemlerde/ılıman bölgelere kayması nedeniyle, gıda, gelir ve geçim kaynakları açısından büyük ölçüde balıkçılık kaynaklarına bağımlı olan birçok tropikal ülkede ve ada ülkesinde ve bunların topluluklarında deniz ürünleri güvenliği üzerinde etkileri olacaktır (Cheung ve ark., 2010). Deniz yüzeyi sıcaklığı arttıkça tropikal türler kutuplara doğru kayacağı için ılıman ülkeler iş, avlanma ve değer açısından fayda sağlayacaktır. Balıkların göç yollarındaki ve balık stoklarının biyocoğrafyasındaki değişim, balıkçıların avlanma çabalarını doğrudan etkileyebilecek, bu durum onların arama ve seyahat sürelerini etkileyerek yakıt ve diğer maliyetlerini artıracaktır. İklim değişikliği nedeniyle avlanmanın azalması ve stokların tükenmesi işsizliğe yol açabilir. Connecticut'ta, 1999 ile 2002 yılları arasında ıstakoz avı %59 oranında düştü; bu durum, Maine Körfezi'ndeki deniz yüzeyi sıcaklığının artmasıyla bağlantılıydı ve ıstakoz avcılarının %40'ının kaybıyla sonuçlandı. Tatlı su sistemlerindeki iklim değişikliği nedeniyle türlerin yaşam alanı kayması, balıkçı topluluklarını da olumsuz etkiliyor. Örneğin Filipinler'de su ürünleri üretimi öncelikle yavru balıkların göllerde ve rezervuarlarda stoklanması ve avcılık yoluyla yakalanması ile yapılmaktadır. Değişen sıcaklıklar, yağış düzenleri ve mevsimsel değişkenlik hakkında tahminlerde bulunma yeteneğimizi daha da engelliyor. Yağış seviyelerinde azalma ve mevsimlerde değişiklik gibi önemli bir iklim değişikliği, tatlı su balık topluluklarını

etkileyerek balıkçılık üretimini etkileyecektir (Macusi et al., 2015). Çoğu durumda, akarsular, nehirler ve göller, ötrofik koşullar nedeniyle balık popülasyonunun biyolojik çeşitliliğinde azalma yaşayabilir ve ılıman bölgelerde soğuğa uyum sağlayan türlerden serin ve sıcaklığa uyum sağlayan türlere geçiş yaşanacaktır (Buisson vd., 2010).

2.2. Okyanus Asidasyonu (OA)

Okyanus, fosil yakıtların kullanımı, endüstriyel üretimler, ormanların yok edilmesi ve tarım arazisi açılması vb değişiklikler insan faaliyetlerinden kaynaklanan atmosferik CO₂'nin yaklaşık %30'unu emer. CO₂ suda çözünür, karbonik asit (H₂CO₃) oluşturur ve okyanus pH'ında düşüşe neden olur. Buna 'Okyanus asitlenmesi' denir (Atar ve Kızılgök, 2018).

İklim değişikliğinin önemli bir etkeni ve deniz yaşamına yönelik en kritik antropojenik tehditlerden biridir. CO₂ seviyelerindeki artışlar okyanusu daha asidik hale getirecek (deniz suyu pH'ında azalma), yumuşakçalar, mercanlar, derisi dikenliler gibi iskeletleri ve kabukları için kalsiyum karbonat kullanan birçok organizmayı olumsuz yönde etkileyecektir.

Balinalar, foklar, penguenler ve balıklar gibi birçok hayvan, kril (*Euphausia superba*) bolluğuna bağlıdır. Ancak kril popülasyonu OA'ya karşı savunmasız olabilir. Örneğin, yüksek deniz suyu CO₂ seviyelerinde, krillerin yumurtadan çıkma oranları önemli ölçüde daha düşük bulunmuş ve bu durum aynı zamanda embriyonik gelişimde gecikme göstermiştir (Kawaguchi ve ark. 2013). Pteropodlar aynı zamanda yavru somon, küçük kril ve dev balinalar gibi balıklar ve kuşlar için de önemli bir besin kaynağıdır. Yeni bir araştırmaya göre, Antarktika çevresindeki denizlerde yaşayan pteropodların kabukları, *Limacina helicina antarctica*, okyanus asitlenmesi nedeniyle ciddi şekilde çözünüyor. OA nedeniyle pteropodların kabuk kaybının sonucu, pteropodların yırtıcılara ve enfeksiyonlara karşı savunmasızlığını artıracak ve bu da besin ağının diğer bileşenlerini etkileyecektir (Kibria ve ark., 2017).

Balık yemleri (krill, pteropodlar) ve deniz ürünleri organizmaları (örn. yumuşakçalar, mercanlar, derisi dikenliler, balık) üzerinde olumsuz etkileri olacak, ancak deniz yosunları ve deniz çayırları üzerinde olumlu etkileri

olacaktır. İlave olarak OA, ticari olarak avlanılan deniz ürünleri organizmalarının (kabuklu deniz ürünleri ve balıklar) popülasyonlarında bir azalmaya neden olacak ve deniz ekosistemi üzerindeki diğer çevresel stres faktörlerinin direncini azaltacaktır. Küçük Pasifik Adası ülkelerinin çoğu, hayvansal protein ihtiyaçlarının ve geçim kaynaklarının (sınırlı bir tarımsal alternatifin olduğu yerlerde) %90'ı için mercan kayalığı balıkçılığına bağımlıdır (Kibria, 2015). Kısacası, OA nedeniyle oluşan ekonomik kayıp ve gıda güvenliği üzerindeki etkiler hem tropik hem de ılıman bölgelerde/ülkelerde önemli olabilir. OA, artan atmosferik CO₂ konsantrasyonlarının doğrudan bir sonucudur ve ortaya çıkan küresel bir sorundur. Okyanus ekosistemlerine ve deniz yaşamına ciddi zarar gelmesini önlemek için, insan faaliyetlerinden kaynaklanan küresel CO₂ emisyonlarında önemli ve hızlı azalmalara ihtiyaç vardır (Kibria, 2015).

Okyanus asitlenmesi ve deniz suyu kimyasındaki değişiklikler, metallerin veya kirletici maddelerin çözünürlüğünü ve türleşmesini etkileyebilir, Organizmalarda daha fazla biyoyararlanım ve biyobirikim ile sonuçlanabilir. OA'yı simüle eden pH değişiklikleri, *M. Edulis*'te kadmiyum birikiminin insan tüketimi için güvenli olmadığı düşünülen seviyelere yükselmesine neden olmaktadır (Colins ve ark., 2020). OA'nın fito ve zooplankton çoğalmasını yönlendiren faktörler üzerine de etkileri artmaktadır.

2.2.1. Planktonlara Etkisi

OA, fitoplanktonlarda, toksinler üreten zararlı alg çoğalmalarının sıklığını ve şiddetini artıracaktır. Örneğin, güçlü nörotoksinlerin üretimini, OA koşulları altında belirgin şekilde arttırdığı. Yüksek pCO₂, dokularının kalsifiye bileşenini oluşturma ve koruma yeteneği gibi kalsifiye makroalgleri etkileyebilir. 4 haftalık bir süre boyunca yüksek pCO₂'ye maruz kaldıklarında kozmopolit bir kırmızı alg türü için kalsifikasyon ve büyümenin azaldığını gözlemladiler. OA'nın doğrudan etkisinin, karbon asimilasyonu için CO₂'nin artan kullanılabilirliği nedeniyle kireçlenmeyen türler üzerinde pozitif olduğu, ancak büyümenin azalması ve koruyucu kabukların çözünmesi nedeniyle kireçlenen türler için olumsuz olduğu varsayılmaktadır. Okyanus asitlenmesinin bazı faydalı etkilerde vardır. Özellikle makrofitlerde CO₂ seviyelerindeki bir artış, fotosentez ve büyüme için CO₂'ye ihtiyaç

duyduklarından kireçlenmeyen deniz çayırları ve deniz yosunlarının verimliliğini artıracaktır. Deniz çayırları gibi fotosentetik organizmalar, asitleşmeyle birlikte beş kata kadar veya daha yüksek büyüme oranları göstermiştir (Hendriks ve ark., 2010).

Mesozooplankton (*Acartia* ve *Calanus* spp.), Pasifik Ringa Balığı, Pasifik Hake, Pasifik Sardalya, çeşitli somon türleri ve Dikenli Köpek Balığı (*Squalus acanthias*) gibi ticari açıdan değerli birçok balık türü için kritik öneme sahiptir Pteropodlar olan etkisi, göre doygunluğun altında veya yakınında bulunan sulardan toplanan canlı pteropodlar Aragonite göre, çözünme kanıtı gösterdi. Akdeniz pteropodunun larvaları *Cavolinia inflexa* pH 8.1, 7.82 ve 7.51'e maruz bırakıldı; Larvalar pH 7,82'de malformasyonlar sergiledi ve kabuk gelişimi azaldı ve pH 7,51'de larvalar kabuk oluşturmadı (Barengue ve ark., 2018).

2.2.2. Okyanus Asitlenmesinin Mercanlara Etkileri

Okyanus asitlenmesi, sıcaklıklardaki artış ve deniz seviyesindeki yükselme, mercan resifleri gibi önemli ekosistemlerin kaybına ve kıyıdaki mangrov ekosistemlerinin bozulmasına neden olacaktır; Mercan resifleri Dünya üzerindeki balıkçılığın önemli bir avlanma sahası ve balık türlerinin tahminen yüzde 65'inin yaşama alanını oluşturmaktadır. Artan OA, resif oluşturan mercanların azalan kalsifikasyon yoluyla kendi iskeletlerini üretme yeteneğini önemli ölçüde azaltabilir. Pek çok deniz türü mercan resiflerini yaşam alanı ve sığınak olarak kullanıyor; örneğin, dünyadaki deniz balık türlerinin dörtte biri, mercan yaşam alanlarını en azından yaşamlarının bir bölümünde kullanıyor (Barengue ve ark., 2018).

Mercan büyüme hızlarının yavaşlaması da dahil olmak üzere kalsiferli hayvanlar üzerindeki olumsuz etkiler. Küresel ısınma nedeniyle artan su sıcaklıkları mercanların kitlesel ağarmasına neden olabileceğinden mercanlar sıcaklık değişimlerine karşı son derece hassastır. Mercan dokularında yaşayan simbiyotik algler ısı stresi nedeniyle dışarı atılabilir; algler dışarı atıldığında mercan beyaz veya "ağartılmış" görünür; bu algler mercanlara besin ve oksijenin çoğunu sağlar (Barengue ve ark., 2018).

2.2.3. Okyanus Asitlenmesinin Kabuklu Deniz Hayvanlarına Etkisi

Okyanus asitlenmesi, denizkulağı, istiridyeye, deniz tarağı ve midye büyümenin azalmasına ve anormal larvalara neden olur; istiridyelerde kireçlenme ve larva kabuğu büyümesinde azalma ve anormal larvalar; taraklarda hayatta kalma ve kalsifikasyon oranlarının azalması ve döllemenin ve embriyo gelişiminin azalması aynı zamanda tarak ve midyelerde kabukların çözünmesi görülmektedir (Kibria ve ark., 2017).

OA yumuşakçalarda kireçlenmeyi (%40), büyüme (%17) ve gelişmeyi (%25) önemli ölçüde azaltmıştır. Yüksek pCO₂ altında embriyonik büyüme azaldı ve yumurtadan çıkma gecikti. Yüksek pCO₂ altında Pasifik istiridyeye larvalarında anormalliklerin arttığını bildirmiştir (Macusi ve ark., 2015).

Okyanus asitlenmesi, deniz kestanesi ve deniz hıyarında hayatta kalma oranının azalmasına, kalsifikasyonun ve üremenin azalmasına neden olmaktadır.

pH'ın düşürülmesi hayatta kalma oranının azalmasına ve boyut ve kireçlenmenin azalmasına neden oldu. Denizkestanesi yavrularının hayatta kalma oranı azaldı. OA Denizkestanesi, hıyarı ve yıldızında düşük pH'a maruz kalma, larva boyutunda geçici bir azalmanın yanı sıra anormal gelişim ve iskelet oluşumuna (anormallikler, asimetri ve değişen iskelet oranları) da neden olmaktadır. Daha yüksek pCO₂ altında Antarktika krilli türü *Euphausia superba*, günümüz koşullarına göre 3,5 kat daha yüksek beslenme oranlarına ve sürekli olarak daha yüksek metabolizma hızlarına sahiptir. pH 7.6'ya maruz kalan Krill, *Euphausia pacifica*, maruz kalma süresinin artması ve pH'ın düşmesiyle mortalitenin artmasına neden olmuştur (Kibria et al., 2017).

2.2.4. Okyanus Asitlenmesinin Balıklara etkisi: Ticari açıdan oldukça önemli toplu yumurtlayan balıklarla (Atlantik morina larvaları (*Gadus morhua*)) yapılan deneyler zararlı etkiler gösterdi; yüksek CO₂'ye maruz kalmamorina larvalarında birçok iç organda (karaciğer, pankreas, böbrek, göz ve bağırsak) ciddi ölümcül doku hasarına neden oldu; CO₂ konsantrasyonunun artmasıyla hasar derecesi de arttı. Yaygın bir nehir ağzı

balığının (*Menidia beryllina*) erken yaşam evrelerinin yüksek CO₂ konsantrasyonlarına maruz bırakılması, hayatta kalma oranının (%70 azalma) ve büyüme oranlarının (embriyo uzunluğunda %18 azalma) ciddi şekilde azalmasına neden oldu; yumurta aşamasının, kuluçka sonrası larva aşamasına göre yüksek CO₂ kaynaklı ölümlere karşı önemli ölçüde daha savunmasız olduğu bulunmuştur. Mercan ağarması: Artan sıcaklık, kitlesel mercan ağartmasına ve bunun sonucunda ölümlere neden olmaktadır. Bu tür bir ağartma, mercan kayalığı balık topluluklarının ve diğer ilgili organizmaların çeşitliliği ve tür bileşimi üzerinde hızlı etkilere sahip olacaktır (Collins et al., 2020; Kibria et al., 2017).

2.3. Deniz seviyesindeki yükseliş (SLR)

Deniz seviyesi yükselişi (SLR), dünya okyanuslarının seviyesindeki ortalama artıştır. Küresel ısınma veya sıcaklıklardaki artışlar okyanusların ısınmasına ve hacminin genişlemesine neden olarak deniz seviyelerinin yükselmesine neden olur. Ayrıca, daha sıcak iklim buzullarının ve buz tabakalarının erimesini kolaylaştırarak okyanuslara daha fazla su eklenmesine neden olur (Kibria et al., 2017). Yükselen deniz seviyesi, küresel ısınma/iklim değişikliğinin en yıkıcı sonuçlarından biridir ve dünya çapında kıyı habitatları, kıyı su ürünleri yetiştiriciliği ve balıkçılığa yönelik büyük bir tehdittir.

2.3.1. Kıyı Ekosistemleri: SLR'nin bir sonucu olarak tuzlu su girişi, nehir akışlarındaki azalmalar ve artan kuraklık sıklığının bu yüzyılda Afrika, Avustralya ve Asya'nın bazı kısımlarında nehir ağzına bağlı kıyı balıkçılığını değiştirmesi beklenmektedir.

Özellikle deniz seviyesindeki kıyı bölgelerinde tuzlu su nedeniyle hem yüzey hem de yeraltı su kaynaklarının tuz ile kirlenmesi görülecektir. Bangladeş'in kıyı bölgelerindeki pirinç tarlalarının muhtemelen tuzlanması, kıyı bölgelerinde entegre pirinç ve balık kültürünü engelleyecektir (Kibria ve Haroon 2016). Yükselen deniz seviyesi büyük olasılıkla mangrovlar ve tuzlu bataklıklar da dahil olmak üzere birçok kıyı ekosistemine zarar verecek veya yok edecektir. Bangladeş'teki mangrov ormanının, gelgit ve fırtına dalgalarıyla birlikte tuzlu suyun ormana daha da nüfuz etmesine izin veren SLR'nin artması, daha sıcak hava nedeniyle daha yüksek buharlaşma ve nehirlere akan kurak mevsimde tatlı suyun azalması nedeniyle daha fazla tuz

alması bekleniyor. Bu ekosistemler yabancı balık stokları için temel yaşam alanıdır ve su ürünleri yetiştiriciliği için doğal üreme alanlarıdır (Macusi ve ark., 2015; Kibria et al. 2017).

2.3.2. Su ürünleri yetiştiriciliği tesisleri: Daha yüksek deniz seviyeleri, tuzlu suyun ovalara ve delta bölgelerine sızmasına yol açarak tatlı su ürünleri yetiştiriciliği tesislerinin tahrip olmasına neden olabilir (örneğin, tatlı su havuzlarının, barajların, göllerin, akarsuların, derelerin tuzlanması). Bangladeş örneğinde, SLR, Bangladeş'teki yerli tatlı su balık türlerinin doğal üreme alanlarının kaybına/kaymasına neden olabilir. Öte yandan deniz seviyesinin yükselmesi acı su balıkçılığına uygun alanları genişletecektir.

2.3.3. Mercanlar: Deniz seviyesindeki bir artış, mercan kayalıkları üzerindeki suyun derinliğini artıracak ve bu da mercan içinde yaşayan fotosentetik algleri desteklemek için daha düşük ışık nüfuzuna neden olacaktır (örn. Zooxanthellae). Su derinliği mercanların büyüyebileceğinden daha hızlı artarsa, birçok balıkçının bağımlı olduğu balık habitatları etkili bir şekilde yok edilebilir. Fırtınaların yoğunluğu ve sıklığının artması mercanların ölümüne neden olabilmektedir. Deniz seviye artışının olumlu yönlerinden biri de acı su balıkları/karidesleri için yeni alanlar yaratacak olmasıdır. Kısacası, SLR'den kaynaklanan ekonomik kayıp ve gıda güvenliği üzerindeki etkiler hem tropik hem de ılıman bölgelerde olacaktır. Deniz seviyesinin yükselmesi riskleri mevcut ve gelecekteki tüm altyapı, tarım, balıkçılık ve su projelerini içeren projelerin gözden geçirilmesi zorunluğunu gerektiriyor. Hükümet ve özel sektör, iklim değişikliğine ve deniz seviyesinin yükselmesine neden olan sera gazı emisyonlarını azaltmak için uygun politika ve eylemler oluşturmalıdır (Kibria ve ark., 2017).

2.4. Aşırı Meteorolojik Hava Olayları (Extreme Events)

İklim değişikliğinin kasırgalar, yoğun yağışlar, sel, kuraklık, sıcak günler, sıcak hava dalgaları, kuraklık, orman yangınları gibi aşırı olayların sıklığını ve yoğunluğunu artıracığı öngörülüyor. Küresel ısınmanın (daha sıcak okyanuslar) muhtemelen kasırga aktivitesini yoğunlaştıracığı ve fırtına dalgalanmalarını artıracığı muhtemeldir. Bu, daha büyük dalgalanmaların iç kesimlere doğru ilerlemesine ve daha geniş alanları tehdit etmesine neden olacaktır. Yüksek su olaylarının sıklığındaki artış, alçak kıyı bölgelerinin sular

altında kalmasına ve binlerce kilometrelik su baskını potansiyeline neden olacaktır (Collins ve ark., 2020).

2.4.1. Fırtınalar: Fırtınaların yoğunluğu ve sıklığının artması mercanların ölümüne; deniz çayırılarını, deniz yosunu yataklarını ve mangrovların yok olmasına; kumsallarda yuva yapan kaplumbağa yumurtalarına zarar vermesi, su ürünleri yetiştiriciliği tesislerinde hastalık ve predatörlerde artış görülmesine; balıkçılar için kaza riskinin artmasına ve su ürünleri tesislerinin zarar görmesine neden olabilir.

2.4.2. Kuraklık: Kuraklık su kaynaklarını ve su ürünleri yetiştiriciliği için su mevcudiyetini sınırlayacaktır; su ürünleri yetiştiriciliği, tarım, hayvancılık ve içme suyu kaynaklarına yönelik rekabetin arttırılması; göllerin, göletlerin kurumasına ve balık habitatlarının kaybına neden olabilir.

2.4.3. Yangınlar: Avustralya dahil birçok ülkede (iklim değişikliğinin bir sonucu olarak) çalı/orman yangını vakalarının artacağı öngörülmektedir. Yangın sırasında ve sonrasında, kül ve döküntülerden gelen besinler su kütlelerine girerek suyun bulanıklaşmasına ve dolayısıyla balıkların ölmesine neden olabilir. Akdeniz çanağında bulunan ülkelerde son yıllarda görülen aşırı orman yangınları Akdeniz'in 3 kıtasında Avrupa, Asya ve Afrika da söndürülmesi haftalar süren yangınlara sebep olmaktadır.

2.4.4. Seller: Sellerin balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliği üzerinde hem olumsuz hem de olumlu etkileri olacaktır. Örneğin taşkınlar tatlı su ve acı su balık havuzlarındaki tuzluluğu değiştirecek; hızlı akan nehirler (sel nedeniyle) larva ve yavru balıklara zarar verebilir; balıkçılık varlıklarına zarar verilmesi (balık havuzları, savaklar, kafesler; pirinç tarlaları); diğer taraftan, taşkınlar balıkların göçünü hızlandıracak ve yerli balıkların yumurtlamasını arttıracaktır.

3.TÜRKİYEDE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ VE BALIKÇILIĞA ETKİLERİ

FAO verilerine göre toplam Akdeniz ve Karadeniz avcılığı orta boy pelajik balık türlerine bağımlıdır. Bu türler hamsi sardalya, istavrit ve çaça dır. Akdeniz ve Karadeniz havzasında 1970'ten itibaren balık avcılığı artmış, 1985'ten 1988'e kadar zirveye ulaşmış ve o tarihten bu yana yüzde 25 azalmış

ve 1990'ların sonlarından bu yana neredeyse sabit kalmıştır. Avlanmalardaki düşüş kısmen aşırı avlanmanın bir sonucudur; stokların yüzde 62'sinin aşırı sömürüldüğü düşünülmektedir (FAO, 2022).

Akdeniz ve Karadeniz'deki balıkçılık çok spesifik ve çok filoludur; küçük pelajik türler karaya çıkma açısından en önemlisidir ve küçük ölçekli balıkçılık filosu çoğunluktadır. Mevcut yüksek aşırı avlanma oranları, iklim değişikliğinin etkileriyle başa çıkma kapasitelerini etkileyecektir. Akdeniz'de yüzey ısınması, artan sıcak hava dalgaları ve yağışların azalması, deniz seviyesinin yükselmesi ve bölgesel olarak kış havasının yaşanması çok muhtemeldir. Karadeniz'de yüzey ısınması, termo halin yapısında değişiklikler, deniz seviyesinin yükselmesi ve aşırı hava olaylarının yaşanması olağandır.

Akdeniz'de meridyenleşme (kuzey bölgelerde sıcak su türlerinin ortaya çıkması) ve tropikleşme (yerli olmayan tropik türlerin yayılması) ve Karadeniz'de Akdenizleşme (Akdeniz türlerinin yayılması) ısınmayla güçlenecek ve olumlu ve olumsuz etkiler ortaya çıkacaktır.

Balıkçılık üzerindeki etkilerde ise, Karadeniz'de, projeksiyonlar birincil üretimin kuzeyde artacağını, güneyde ise azalacağını göstermektedir. Bunun sonucunda avcılık ile yakalanan balık miktarında bir azalış görülecektir. Karadeniz'de balıkçılık endüstrisi hâlihazırda aşırı avlanma ve kirlilik nedeniyle tehdit altındadır ve su sıcaklıklarında öngörülen artışın etkileri nedeniyle daha da zorlanabilir. Ülkemizdeki balık avcılığı küçük pelajik balıklar (Hamsi, İstavrit, çaça) üzerine gelişmiştir. Karadeniz'de suyun sıcaklığının artmasına paralel olarak kış göçü yapan balıkçılıkta önemli bir yere sahip olan hamsi balığının göçündeki düzensizlik ve pelajikte dağılışının düzensizlik oluşturması balıkçılık filolarının avcılık potansiyelini oldukça düşürecektir (Güraslan ve ark., 2017). Akdeniz'de görülen türlerin Karadeniz'de enlem olarak bulunma durumları olağan bir dağılım sergileyeceklerdir. Bu durum Karadeniz için kırılmalı gösteren hamsi avcılığındaki düşüş balıkçılıkla ilgili topluluklarda yeni potansiyel ticari türlerin verimi ve ekonomik karlılığı artırabileceği yeni fırsatlar ortaya çıkarma potansiyeli vardır. Aynı şekilde Akdeniz'e ise Kızıldeniz ve Süveyş kanalı ile ve Atlantik okyanusundan göç eden istilacı türlerin (Balon balığı,

Arslan Balığı, mavi yengeç vb.) miktar ve dağılım gösterdikleri alanlar Akdeniz de genişleyecektir. Akdeniz ve Karadeniz balıkçılığı, hasat edilen tür sayısı, filo çeşitliliği, karmaşık sosyo-ekonomik unsurlar ve Avrupa, Asya ve Afrika'daki gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeleri de içeren kıyıdaş ülkeler üzerindeki çeşitli yönetsel kapasiteleri açısından oldukça heterojendir. Akdeniz ve Karadeniz bölgelerinde baskın balıkçılık filosu segmenti, toplam filonun yüzde 80'ini oluşturan ve 12 m uzunluğa kadar çok değerli gemilerden (yani birden fazla türde araç kullanan) oluşan küçük ölçekli segmenttir. Buna karşılık, trol tekneleri en yüksek değere sahip kaynakları çıkarırken, gırgır tekneleri kütle açısından en yüksek avlanma işlemlerini gerçekleştirmektedir (FAO, 2022). Yerli olmayan türlerin gelişi, yerli türlere dayalı balıkçılıkta da sorunları tetikleyecektir.

Balıkçılık kaynaklarının mevcudiyeti, istikrarı ve erişiminin yanı sıra, iklim değişikliğinin balıkçılık ve hasat sonrası üzerindeki etkisi de oldukça heterojen balıkçılık filolarının hassasiyetine ve uyum sağlama kapasitesine bağlıdır. Pelajik türler (ör. gırgır tekneleri, paraketeler) daha az dayanıklıdır ve potansiyel olarak olumlu veya olumsuz etkilenebilirler. Örneğin Akdeniz'de büyük pelajik balıkların avlanmasının artması sonucunda karaya çıkarılan toplam biyokütlenin ve elde edilen gelirin artması bekleniyor (Barange ve ark., 2018).

Yirmi birinci yüzyılda gözlemlenen önemli eğilimler hamsi ve sardalya stoklarında azalma (her iki türün de bazı stokları şu anda aşırı avlanıyor) diğer termofilik türlerin (sardalya) ve soğuk su türlerinin dağılımındaki daralma (çaça balığı) görülecektir. Pelajik türlerin nehir akışı değişkenliğine güçlü bağımlılığı ve Akdeniz ve Karadeniz'de yağışların azalmasının, pelajik türler üzerinde olumsuz etkileri olacaktır. Karadeniz'de deniz suyu sıcaklığı, hamsinin üremesini ve metabolizmasını etkileyen, göç ve sürü davranışlarını belirleyen önemli bir faktör olarak kabul edilmektedir (Güraslan ve ark., 2017; Barange ve ark., 2018).

Su ürünleri yetiştiriciliği açısından ise; iklim değişikliği denizlerimizde ve iç sulardaki üretimi önemli oranda etkileyecektir. Günümüzde üretimi giderek artan Karadeniz'de ağ kafeslerde Türk somonu üretimi su sıcaklığını artmasına paralel olarak da çok Akdeniz'de yetiştirilen Çipura, Levrek vb. türler ile yer değiştirecektir. Sıcaklığın artması denizlerimizde enfeksiyona ve

hastalıklara karşı duyarlılığı ve sonuçta toplu ölümleri artırabilir birçok balık hastalığı, yüksek sıcaklıklarda daha fazla virülans gösterecek daha önce görülmemiş olan hastalıkların görünmesi artacaktır. Denizlerimizde su seviye artışı ile yeni acı su alanlarının oluşması ile balık ve karidesler vd. için yeni alanlar yaratacak olmasıdır. Deniz suyunda asitleşme özellikle vücut yapısı kalkerli yapıda olan fitoplankton, zooplankton, ekinodermiler, balık larvalarında iskelet deformasyonları ve düşük yaşama oranı ve midye, karideslerin ve diğer krustaselerin popülasyonlarında azalmalar ve kabuklarında bozukluklar ve incelikler görülecektir.

İç sularda ağ kafeslerde ve karasal alanlarda Gökkuşluğu alabalığı yetiştiriciliği iklim değişikliği nedeniyle görülecek olan etkenlerden dolayı aşırı etkilenecektir. Bu yetiştiricilik alanlarında kuraklıklardan dolayı suya olan gereksinin ve hassasiyetlerin artması bunların insan kullanımı, tarımsal faaliyetler, Enerji üretimi dolayısıyla bazı bölgelerdeki baraj göllerinde üretim tamamen durdurulma ihtimali olabilecektir. Su sıcaklığın artması ile baraj gölleri ve rezervuarlarda hastalık artma oranı, hızı ve yeni hastalıkların (Bakteriyel, viral ve parazitik) görünmesi artacaktır. Lernaeidae familyası ve Argulus balık biti gibi yetiştiricilikte büyük kayıplara sebebiyet veren parazitlerin görünme sıklığı ve yayılımı genişleyerek artmıştır. Hastalıklar ile mücadele su ürünleri yetiştiricilik maliyetlerini artıracaktır. Ülkemizde İklim değişikliği suyun fiziksel ve kimyasal değişikliği önemli olarak oksijen üzerine olacaktır. Su sıcaklığı suyun oksijen oranında önemli düşüşler meydana getirecek ve bunun sonucunda toplu ölümler ve hastalıklar gözlemlenecektir.

Ülkemizde görülmeye başlayan istilacı türler su ürünleri yerli türleri tehdit etmekte ve hastalık bulaştırmaktadır. Türkiye deniz ve iç sularında istilacı 32 tür tespit edilmiştir. Bu türlerin iç sularda 10 balık türü, 3 sucul omurgasız türü ve 1 su kaplumbağası türü ve denizlerde ise 9 balık türü, 2 sucul omurgasız ve 4 denizanası türü ile giderek sayıları artmaktadır (Anonim, 2018). Türkiye’de iç sularında *Atherina boyeri* Gümüş balığı, *Carassius gibelio* İsrail sazani, balıkları ve *Dreissena polymorpha* zebra midyeye denizlerde ise *Rapana venosa* deniz salyangozu ve *Lagocephalus sceleratus* balon balığı en bilinenleri olup bazı bölgelerdeki sularımızda bulunmayan istilacı türler yaygın olarak görünmeye başlamıştır. İstilacı türler

yerli türlerin neslini tehlikeye atmaktadır. Deniz salyangozu ekonomik değere sahip *M. Galloprovincialis* yataklarını azaltmıştır.

4.SONUÇ

Su ürünleri avcılık ve yetiştiriciliğinde girdi kullanımında verimliliği artırmak için geliştirilmiş teknolojiler, yenilenebilir kaynaklardan elde edilen enerjiye daha fazla bağımlılık, yem dönüşüm oranlarının iyileştirilmesi ve balığa dayalı yemden bitkisel kaynaklı yemlere geçiş gibi, su ürünleri yetiştiriciliğinde sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik fırsatlar da vardır. Daha düşük karbon ayak izine sahip bazı bileşenlerin kullanımı yaygınlaştırılmalıdır. Gölet su ürünleri yetiştiriciliğinin tarımla entegrasyonu da yakıt tüketimini ve emisyonları azaltmak için potansiyel bir seçenektir (Barange ve ark., 2018).

İnsanoğlunun besin talebini karşılamak gelecek yıllarda artan nüfus ile giderek zorlaşacaktır. Okyanus ve denizlerden avlanan balık ve sucul organizma üretim miktarı sabit kaldığından, küresel balık ve su ürünleri üretimi su ürünleri yetiştiriciliği yoluyla artırılmalıdır. Bununla birlikte, su ürünleri yetiştiriciliği, çeşitli çevresel sorunlarla ilişkilidir ve balık ve su ürünleri üretimindeki artış, üreticileri çeşitli çevresel sorunlarla karşı karşıya bırakmaktadır (Yeşilayer, 2023).

Balık milyarlarca insan için önemli bir hayvansal protein kaynağıdır ve bazı bölgelerde Uzak doğu, Okyanusya ve Afrika'nın bazı bölgeleri gibi tropik ülkelerde balık, %60'tan fazla hayvansal protein kaynağı sağlıyor ve yoksulların geçimini destekliyor. Bu ülkelerdeki/ uluslardaki balıkçılık iklim değişikliğine karşı en savunmasız olanıdır.

İklim değişikliği ve diğer stres faktörlerinin oluşturduğu mevcut tehditlere ek olarak dünya balıkçılığı, su ürünleri yetiştiriciliği ve deniz ürünleri güvenliği için ek bir tehdit ve riskler oluşturmaktadır.

Kısacası, sıcaklık °C, okyanus asitleşmesi (OA), Deniz seviyesi artışı, Meteorolojik aşırı hava olayları (EE) nedeniyle balıkçılık, su ürünleri yetiştiriciliği ve deniz ürünleri güvenliği üzerindeki ekonomik kayıp ve etkiler hem tropik hem de ılıman bölgeler ve ülkelerde önemli olabilir.

Küresel Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri doğrultusunda balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliğinde sürdürülebilirliğin sağlanması için uygun uyum ve azaltım tedbirlerinin belirlenmesi esas olacaktır. Uyum tedbirleri, balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliğine yönelik iklimle bağlantılı zararları hafifletecek veya faydalı fırsatlardan yararlanacaktır. Azaltma tedbiri ise balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliği sektörlerinden kaynaklanan sera gazı emisyonlarını azaltacak veya iklim değişikliğine neden olan sera gazı yutaklarını artıracaktır.

İklim dostu balıkçılık ve iklim dostu hassas su ürünleri yetiştiriciliği ve doğal kaynakların korunması içindeltalar, deniz çayıruları, tuzlu bataklıklar, lagüner alanlar, deniz yosunları ve mangrovormanları büyük karbon yatakları oluşturmaya ve enerji verimliliği ile deniz suyu seviyesi artışları kıyı şeridi, balıkçılık ve su ürünleri varlıkları üzerindeki etkilerini azaltmaya yardımcı olacaktır.

İklim değişikliği konusunda en başta ülkelerdeki hükümetlerin alınan kararlara uymaları sonrasında ise toplumsal farkındalık ve eğitim; okullarda, kolejlerde ve üniversitelerde iklim değişikliği derslerinin başlatılması ve iklim değişikliği risklerinin balıkçılık, su ürünleri yetiştiriciliği, tarım ve su güvenliği ile ilgili mevcut ve gelecekteki tüm kalkınma projelerine ve planlarına dahil edilmesi hayati öneme sahip olacaktır.

KAYNAKÇA

- Anadón, R., Duarte, C.M. and Fariña, A. C. (2005). Impacts on Marine Ecosystems and the Fisheries Sector, A Preliminary Assessment of the Impacts in Spain due to the Effects of Climate Change, ECCE PROJECT- Final Report.([https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/04_Impacts %20on%20marine%20ecosystems%20and% 20fisheries%20sector_ing_tcm30-178518.pdf](https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/04_Impacts%20on%20marine%20ecosystems%20and%20fisheries%20sector_ing_tcm30-178518.pdf)).
- Anderson, D.M., (1997). Turning back the harmful red tide. *Nature*. 388(6642): 513-514. <https://doi.org/10.1038/41415>.
- Anonim, (2018). Türkiye'deki En Tehlikeli İstilacı Yabancı Türler ve Türkiye'deki Zehirli Denizel Yabancı Türler Raporu, T. C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü Eylül, 2018, 2. Basım.
- Anonim, (2019). III. Tarım şurası. 18-21 Kasım 2019 Ankara(tarimorman.gov.tr). Erişim Tarih:10.11.2023.
- Asefi M A, Attaran Fariman G. (2018). An Overview of the Impact of Climate Change and Acidification of the Oceans on the Growth and Bloom of Marine Algae with Emphasis on Harmful Algae Blooms (HABs). 9 (33), 7-17.
- Atar, H. H., & Kızılgök, A. B. (2018). Küresel Isınmanın Balıkçılığa Etkileri. *Third Sector Social Economic Review*, 53(3), 1102.
- Badjeck, M-C., Allison, E. Halls, A. and Dulvy, N. (2010). Impacts of climate variability and change on fishery based livelihoods. *Marine Policy*, 34: 375–383.
- Barange, M., Bahri, T., Beveridge, M.C.M., Cochrane, K.L., Funge-Smith, S. & Poulain, F., eds. 2018. Impacts of climate change on fisheries and aquaculture: synthesis of current knowledge, adaptation, and mitigation options. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 627. Rome, FAO. 628 pp.

- Brander, K. (2010). Impacts of climatechange on fisheries. *Journal of Marine Systems*, 79: 389–402.
- Broecker W.S., Sutherland S. andPeng T.-H. 1999. A possible 20th-Century slowdown of Southern Ocean Deep water formation. *Science* 286: 1132-1135.
- Brooker, A.J., Skern-Mauritzen, R. and Bron, J.E. (2018) Production, mortality, and infectivity of planktonic larval sea lice, *Lepeophtheirus salmonis* (Krøyer, 1837): current knowledge and implications for epidemiological modelling, *ICES Journal of Marine Science*, 75(4), 1214–1234.
- Buisson, L.; Grenouillet, G.; Casajus, N.; Lek, S. (2010). Predicting the potential impacts of climate change on stream fish assemblages. *American Fisheries Society Symposium* 73:327-346.
- Callaway, R., Shinn, A.P., Grenfell, S.E., Bron, J.E., Burnell, G., Cook, E.J., Crumlish, M., Culloty, S., Davidson, K., Ellis, R.P. and Flynn, K.J., 2012. Review of climate change impacts on marine aquaculture in the UK and Ireland. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 22(3), pp.389-421.
- Cheung, W.W.L., Lam, V.W.Y., Sarmiento, J.L., Kearney, K., Watson, R., Zeller, D. andPauly, D. (2010). Large-scalere distribution of maximum fisheries catch potential in the global ocean under climate change. *Global Change Biology*, 16: 24–35.
- Collins, C., Bresnan, E., Brown, L., Falconer, L., Guildler, J., Jones, L., Kennerley, A., Malham, S., Murray A. and Stanley, M. (2020) Impacts of climate change on aquaculture. *MCCIP Science Review 2020*, 482–520.
- Dalla Valle, M.; Codato, E.; Marcomini, A., 2007. Climate change influence on POPs distribution and fate: A case study. *Chemosphere*. 67(7): 1287-1295.
- Erdner, D.L.; Dyble, J.; Parsons, M.L.; Stevens, R.C.; Hubbard, K.A.; Wrabel, M.L., Bienfang, P., 2008. Centers for Oceans and Human

- Health: a unified approach to the challenge of harmful algal blooms. *Environmental Health*. 7(S2): S2.
- FAO, (2022). The state of world fisheries and aquaculture 2022. Towards Blue Transformation. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0461en>.
- Forster, P.; Ramaswamy, V.; Artaxo, P.; Bernsten, T.; Betts, R.; Fahey, D.W., Myhre, G. (2007). Changes in atmospheric constituents and in radiative forcing. Chapter 2, In: *Climate Change 2007. The Physical Science Basis*.
- Frenot, Y.; Chown, S.L.; Whinam, J.; Selkirk, P.M.; Convey, P.; Skotnicki, M.; Bergstrom, D.M. Biological invasions in the Antarctic: extent, impacts and implications. *Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society*. 80:45-72; 2005
- GLOBEC (2003). *Marine Ecosystems and Global Change*. *IGBP Science* 5:1-32.
- Golam, K., Haroon Yousuf A K and Nugegoda D.(2017). Climate change impacts on tropical and temperate fisheries, aquaculture, and seafood security and implications - A review. *Livestock Research for Rural Development*. V. 29.
- Güraslan, C., Fach, B.A. & Oguz, T. 2017. Understanding the impact of environmental variability on anchovy overwintering migration in the Black Sea and its implications for the fishing industry. *Frontiers in Marine Science*, 4: 275 [online]. [Cited 10 March 2018]. <https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00275>.
- Handeland, S.O., Imsland, A.K. and Stefansson, S.O. (2008) The effect of temperature and fish size on growth, feed intake, food conversion efficiency and stomach evacuation rate of Atlantic salmon post-smolts. *Aquaculture*, 283, 36–42.
- Handisyde N T, Ross L G, Badjeck M-C and Allinson EH.(2006) The effects of climate change on world aquaculture: A global perspective. www.aquaculture.stir.ac.uk/GISAL/gis-gruop/climate.php.

- Hendriks, I.L., Duarte, C.M. & Alvarez, M. 2010. Vulnerability of marine biodiversity to ocean acidification: a meta-analysis. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 86(2): 157–164.
- Howes, EL, Joos F, Eakin, C Mand Gattuso J-P. (2015) An updated synthesis of the observed and projected impacts of climate change on the chemical, physical and biological processes in the oceans. *Front. Mar. Sci.* 2:36. doi: 10.3389/fmars.2015.00036.
- Kawaguchi S, Ishida A, King R., Nicol S, Wakita M and Ishimatsu A. (2013) Risk maps for Antarctic krill under projected Southern Ocean acidification. *Nature Climate Change*. 3: 843-847.
- Kibria G, Haroon AKY and Nugegoda, D. (2013). *Climate Change and Agricultural food production: Impacts, vulnerabilities and remedies*. New India Publishing Agency, New Delhi, India. 300 p. ISBN: 9789381450512; DOI:0.13140/2.1.3245.4081.
- Kibria G. (2015). Ocean acidification and its impact on marine biodiversity, seafood security and livelihoods. DOI: 10.13140/RG.2.1.5138.4808.
- Kibria G and Haroon AKY 2016 Climate change impacts on wetlands of Bangladesh, its biodiversity and ecology, and actions and programs to reduce risks. Chapter 10. In: Prusty, A.K, Chandra, R. and Azeez, P.A. (eds.), *Wetland Science: Perspectives from South Asia*. Springer.
- Kibria G, Haroon AKY and Nugegoda D. (2016a.) Climate change and water security: Impacts, future projections, adaptation, and mitigations. 312 p. DOI: 10.13140/RG.2.1.1848.1528/1;. ISBN: 978-93-85516-26-9.
- Kibria G, Hossain M M, Mallick D, Lau T C and Wu R. (2016b). Trace/heavy metal pollution monitoring in estuary and coastal area of the Bay of Bengal, Bangladesh, and implicated impacts. *Marine Pollution Bulletin*. 105 (1): 93-402. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2016.02.021.
- Kibria Golam, Haroon Yousuf A K and Nugegoda Dayanthi 2017 Climate change impacts on tropical and temperate fisheries, aquaculture, and seafood security and implications - A review. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 29, 1-29.

- Last P R, White W T, Gledhill D C, Hobday A J, Brown R, Edgar G J and Pecl G 2011 Long-term shifts in abundance and distribution of a temperate fish fauna: a response to climate change and fishing practices. *Global Ecology and Biogeography*. 20: 58–72.
- Macusi, E. D., Abreo, N. A. S., Cuenca, G. C., Ranara, C. T. B., Cardona, L. T., Andam, M. B., Guanzon, G. C., Katikiro, R. E., K.H.M. Ashoka Deepananda (2015). The potential impacts of climate change on freshwater fish, fish culture and fishing communities. *Journal of Nature Studies*. 14 (2): 14-31.
- Marques, A.; Nunes, M.L.; Moore, S.K.; Strom, M.S., 2010. Climate change and seafood safety: Human health implications. *Food Research International*.43(7):1766-1779.<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.02.010>.
- Oidtmann, B., Dixon, P., Way, K., Joiner, C. and Bayley, A.E. (2017) Risk of waterborne virus spread – review of survival of relevant fish and crustacean viruses in the aquatic environment and implications for control measures. *Reviews in Aquaculture*, 641–669.
- Oldham, T, Rodger, H, Nowak, BF (2016) Incidence and distribution of amoebic gill disease (AGD) – An epidemiological review. *Aquaculture*, 457, 35-42.
- Páaez-Osuna, F. (2001). The environmental impact of shrimp aquaculture: causes, effects, and mitigating alternatives. *Environ. Manage.* 28 (1), 131–140.
- Perry RI. (2011). Potential impacts of climate change on marine wild capture fisheries: an update. *Journal of Agriculture Sciences*. 149: 63–75; doi:10.1017/S0021859610000961.
- Pörtner, H.-O., Karl, D., Boyd, P. W., Cheung, W., Lluç-Cota, S. E., Nojiri, Y., (2014). “Ocean systems,” in *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel of Climate Change*, eds C. B. Field, V. R.

Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, et al. (Cambridge; New York, NY: Cambridge University Press), 411–484.

Schiff, J.(2020). Climate Change: The Ocean’s “Mood Killer”, (<https://sitn.hms.harvard.edu/flash/2020/climate-change-the-oceans-mood-killer/>).

Shelton, C. (2014). Climate change adaptation in fisheries and aquaculture – compilation of initial examples. FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1088. Rome, FAO. 34 pp.

Yeşilayer, N. (2023). Tarım alanında çalışmalar: Dünyada ve Türkiye’de Organik Su Ürünleri Yetiştiriciliği: Kurallar, Standartlar ve Sertifikasyon Süreçlerinde Karşılaşılan Zorluklar. İKSAD yayınevi, ISBN: 978-625-367-100-6, s.,364, 3- 40.

BÖLÜM 10

BİR AFET OLARAK TÜRKİYE’DE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE GÖÇ

Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Betül TANRIVERDİ¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10214722>

¹Sivas Cumhuriyet Üniversitesi İletişim Fakültesi Gazetecilik Bölümü,
abetultanriverdi@cumhuriyet.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-5046-4618>

GİRİŞ

Bu çalışmada küresel bir sorun olan iklim değişikliğine bağlı göç olgusu çevre felaketi olarak ele alınmaktadır. İklimdeki değişiklikler insan ve hayvan topluluklarında hareketliliğe sebep olmakta; bu hareketlilik ulusal veya uluslararası olmaktadır.

Doğal afetler insanlık tarihi kadar eski olup dünyanın seyrini değiştirmiştir. Afetlerin fiziksel etkilerinin yanı sıra sosyal yönleri de vardır. Felaket riski bulunan bölgelere yaşam alanlarının kurulması veya dayanıksız yapıların fiziksel etkileri artmakta; insan yaşamında sosyal yönleri ilgilendiren sonuçları bulunmaktadır.

Küresel ısınma ve küresel iklim değişikliği son zamanlarda küresel afetlerden ve çevre sorunlarından birisidir. İstikrarlı bir şekilde ısınan dünya iklim değişikliğine bağlı sonuçları beraberinde getirmektedir. İklim göçü bir doğal afet çeşidi olup küresel ısınma, orman yangınları, sel felaketleri vs. neticesinde oluşmaktadır. Bunun neticesinde göçler meydana gelmekte; toplumsal yapı etkilenmekte; sosyo- ekonomik değişiklikler görülmektedir.

1. BİR AFET OLARAK KÜRESEL ISINMA VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

Küreselleşme süreciyle beraber çevreye yönelik tutumlar da değişmiştir. Sosyo-ekonomik değişiklikler çevre üzerinde etkiye sahiptir. Çevresel değişiklikler toplum ve doğa üzerinde risk unsuru taşımaktadır. Çevre problemleri nedenleri ve sonuçları itibariyle toplumsal sorunlar olup insanlık tarihini, yaşam koşullarını, gerçek yaşamla ilgili sosyo-ekonomik, kültürel ve siyasi sorunlarını ele alan risklerdir (Beck, 2011). Doğal afetler günümüz dünyasında risk unsuru olmakta; insanlık tarihi kadar eski olup insanın kontrolünde ve doğa olayları yoluyla meydana gelmektedir.

Doğal afetlerin insanlık tarihi kadar eski oluşu olayların tarihsel açıklanma seyrini etkilemektedir. Bunlar; doğal afetlerin doğaüstü güçlerle, doğal güçlerle ve insan nedenli olarak açıklanmasıdır. Afetleri doğa üstü nedenlerle açıklayanlar olayları insanın kontrolü dışında ele almaktayken; afetleri insan eliyle açıklayanlar bu durumun sosyal olgu olduğunu ve insanların bu sorumluluğu paylaştığını vurgulamaktadır (Güvel, 2001).

Afetler ekonomik, sosyal ve çevresel sonuçlara neden olan hızlı gelişen olaylardır. İklim değişikliği ve buna bağlı olarak meydana gelen kuraklık da afet olarak değerlendirilebilir. Kuraklığın sonucu olarak kıtlık; yağışların azalması sonucu ise susuzluk toplumlara göçe sürüklemiştir (Varol, Selimoğlu, & Gültekin, 2019). İklim değişikliğinin ekonomik, çevresel ve toplumsal sonuçları ülkelerin kalkınma ve güvenliği adına yeni sorunları ortaya çıkarmaktadır. İklimle ilişkisel hava olayları afetlere yol açarak doğal kaynaklar için mücadeleyi artırmaktadır (Erdoğan & Cantürk, 2022).

Doğal afetlerin etkilerinin sadece fiziksel olmayıp sosyal yönlerinin olması sosyal, ekonomik ve politik yapıların etkisini belirlemektedir. Örneğin deprem gibi bir doğal afette insanın kendi iradesiyle oluşturduğu yanlış yapılar afetin fiziksel yönünden ziyade sosyal yönünü ilgilendirmektedir. Sismik bölgelere depreme dayanıksız binaların inşa edilmesi veya kimyasal komplekslerin yanına yerleşim yeri yapılması risklerin afet yerine dönüşmesine neden olacaktır (Güvel, 2001). Toprağın insan eliyle zayıflatılması ve yok olması o yörede yaşayanlar için bir tür afet başlangıcıdır. Bir yerde erozyonun başlamasıyla beraber, ekolojik denge bozulmakta, üretim düşmekte, zamanla kıtlık ve açlık başlamakta ve diğer afetler de hızlanmaktadır (Şahin ve Sipahioğlu, 2009).

Küresel ısınma ve küresel iklim değişikliği bir afet olarak küresel çevre sorunlarından birisidir. İstikrarlı bir şekilde ısınan dünya iklim değişikliğini de beraberinde getirmektedir (Apaydın ve Pirçekli, 2019). Sera gazlarının etkisiyle artan ısınma atmosferde karbonmonoksit gazı olmak üzere sıcaklığı tutan gazların yoğunluğunun da artmasına neden olmuştur. Benzinli arabalar ve kömür yakıtlı elektrik santralleri iklim değişikliğinin temel nedenidir (Brown, 2001).

Çevre doğası gereği fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapıyı bünyesinde barındırır. Teknolojik ve bilimsel gelişmeler sayesinde çevre etkilenebilir fakat çevrenin bu değişikliklerle başa çıkma kapasitesi sınırlıdır (Durusoy, 2019). Nüfus artışı, teknolojik ve bilimsel gibi toplumsal gelişmeler tüketimi artırdığı gibi mal ve hizmet taleplerini de artırmıştır. Bu talepler doğal kaynakların daha fazla kullanılmasına ve çok yönlü olarak çevre tahribatına yol açmaktadır (Bal, 2019).

İnsanoğlunun çevreye olan tahribatı bitki örtüsünü de etkilemektedir. Bu etkilerin başında; tarımsal ve ticari amaçlı orman yangınları gelmektedir. Yangınlar sonucunda ozon tabakasında incelmeye neden olmakla beraber karbonmonoksit içeriği artmaktadır. Bu durum küresel ısınma ve iklim değişikliklerinin yanı sıra erozyonları oluşturmaktadır (Tümertekin ve Özgüç, 2002).

Küresel ısınma ve iklim değişikliği insanoğlunun temel geçim kaynağından yaşam alanlarına, aile yapısından sosyal çevre etkileşimine kadar birçok alana zarar vermektedir. İklim değişikliğinin tarımı ve bitki örtüsünü etkilemesi, temiz su kaynaklarına, biyoçeşitliliğe zarar vermekte; insanlığı olumsuz etkilemektedir (Akalm, 2019). Nuh Tufanı küresel ısınmadan dolayı devam etmektedir. Denizlerin su seviyesindeki yükselme hızı yılda ortalama 1,1 milimetre olarak ilerlemektedir (Yaşar ve Yıldız, 2009). Bu değişikliklerden hayvan ve bitki türleri olumsuz etkilenmektedir. Kutup ve dağlık bölge türleri, ısınma devam ettiği sürece gezegenin dışına itilecektir. Göç etmeye yeltenen türler diğer türlerin dengesini bozacaktır (Hansen, 2009).

İklim değişikliğinin çevreye etkisinin iki sonucu bulunmaktadır. Bunlar; deniz seviyesinin yükselmesi ve kuraklıktır. Pasifikte yer alan küçük ada devletlerinden Tuvalu ve Kiribati gibi adalardan Yeni Zelanda, Avustralya gibi ülkelerdeki göçler deniz seviyesindeki yükselme sonucunda meydana gelirken; Afrika ülkelerinde yaşanan göçler kuraklık nedeniyle gerçekleşmektedir (Akalm, 2019). Türkiye özelinde ise su kaynaklarının yetersiz oluşu, yağışların azalması tarım, gıda, enerji ve turizm alanlarında çatışmalara; iç ve dış göçlere neden olma olasılığına sahiptir.

İnsanoğlu enerjide gaz, petrol, kömür gibi fosil yakıtlar yakmakta; yanlış tarımsal yöntemler kullanmaktadır. Tarih boyunca insan eliyle akarsuların ve nehirlerin akışı da insan eliyle değişikliğe uğramıştır. Örneğin dünyanın en büyük gölü olan Hazar Denizindeki su seviyesi büyük oranda düşmüştür. Bu yanlışlardan dönülmezse 5000 yıldan beri 5 derece ısınmış olan hava sıcaklığı artmaya devam edecektir (Tümertekin ve Özgüç, 2002). İnsan eliyle yapılan tahribatı ve iklim alanlarına olan etki çevreye ve doğaya zarar vermekte; doğal afetlere zemin hazırlamakta sosyal yaşam risklerle karşılaşmaktadır.

İnsanoğlunun tüketim alışkanlıklarının sonucu olarak çevre kirlenmekte ve kıt kaynaklar tükenmektedir. Nüfusun artması, kentleşme ve sanayileşme hızı doğal kaynakların zarar görmesine neden olmaktadır. Böylece çevrenin korunmasına yönelik ihtiyaç artmaktadır (Durusoy, 2019). Çevre tahribatı iktisadi olarak büyüme ile ilişkilidir. Kıt kaynaklar ve çevre kirliliği ekosistemi etkilemektedir. Bunun sonucu olarak iklim değişikliği meydana gelerek ekosistemdeki dengeler bozulmaya başlamıştır. Bir diğer yandan iktisadi büyümeler ve teknolojik gelişmeler çevre felaketlerine karşı önlem almayı gerektirmektedir (Bal, 2019). Çevre toplumsal refahın artırılmasına, yaşam kalitesinin yükseltilmesine yönelik önemli görevler üstlenmektedir. Küresel iklim değişikliğinin ekonomi, çevre, toplum üzerinde tehditkâr olması; iklim değişikliğine karşı politika geliştirilmesini gerektirmektedir (Apaydın ve Pirçekli, 2019).

2. TARİHSEL SÜREÇTE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE GÖÇ

Göç sosyo-ekonomik, kültürel, siyasi ve psikolojik yönleri bulunan çok yönlü toplumsal bir olgudur. Siyasi ve ekonomik nedenler toplumu göçe zorlamaktadır. Böylece uyum sorunu meydana gelmektedir. Göçmenlerin kendi aralarındaki dayanışmacı yaklaşımı uyumu artırabilirken; meydana gelen kültürel farklılıklar çatışmalara zemin hazırlayabilmektedir (Şirin, 2012).

Göç insanların toplumsal, siyasal, ekonomik, kültürel vs. gibi pek çok nedenlerle coğrafi olarak yer değiştirmesidir. İnsanlar yaşadığı yerden zorunlu gönüllü olarak ayrılarak ülke içinde veya başka bir ülkede yaşamaya devam edebilmektedir (Adıgüzel, 2016). Ekonomik, siyasi, sosyal, kültürel, etnik ve dini nedenler göçün temel sebeplerindendir (Kara, 2018). Göç olgusu, nüfusun sınırları belirli olan bir bölgenin içine veya dışına olan hareketinden etkilenmektedir. Göç kimi zaman gönüllü bir şekilde küçük bir yerden büyük bir şehre göç etmeyi ifade eder. Bu noktada göçü etkileyen itici ve çekici unsurlar önemli bir etmendir. Kimi zaman ise gönülsüz olabilir. Bunda çeşitli siyasi ve toplumsal sorunlar etkindir (Eroğlu, 2015). Son zamanlarda iklim değişiklikleri toplumların ulus aşırı veya aynı ülkelere göç etmesine, sosyo-kültürel ve demografik sonuçlara sebep olmaktadır.

İklim değışikliği bireylerin göç sürecinde halkın sağlığını doğrudan ve dolaylı bir şekilde etkilemektedir. Halk sağlığı sosyo-kültürel, demografik, coğrafi politik sonuçlardan etkilenmektedir (Khalid, Babry, Vearey, & Zenner, 2023). İklim kaynaklı yiyecek bulmakta zorlanan toplumlar yaşam mücadelesine girmiştir. Yaşanan doğa olayları, savaşlar bu mücadelenin sonucu olarak pek çok insanın yaşamını tehdit eden risklere maruz bırakmıştır (Varol, Selimoğlu, & Gültekin, 2019).

Tarihin ilk ekolojik krizi denebilecek Sümer'lerin çöküşü olduğu söylenebilir. Bin yıllık süreçte topraktaki tuzlanma olayı Sümer'lerdeki çöküşü hızlandırmıştır. İklimdeki kuraklıklar ve siyasi olaylar nedeniyle Fırat-Dicle Vadisi'ndeki medeniyet Kuzeye doğru taşınmıştır (Tümertekin ve Özgüç, 2002).

Tarih boyunca gerçekleşen göçleri iklimdeki değışiklikler sonucunda meydana gelerek toprakların yeterli düzeyde gıda üretememesine sebep olmuştur. Özellikle hayvancılıkla temel geçimini temin eden topluluklarda kuraklıklar ve doğal afetler ekonomiyi derinden etkilemektedir (Karpat, 2010). Fakat günümüzde tarımsal üretimin boyutlarına göre sonuçları bulunmaktadır. Bunlardan birisi, üretimdeki artış ve gıdanın israfıdır. Yoğun üretim çabası çevre ve insanlık üzerinde baskı unsuru oluşturmaktadır (Karakaş, 2020).

İnsanların doğaya ve çevreye verdiği tahribat doğayı olumsuz etkileyerek yaşam alanlarının değışmesine neden olmaktadır. Doğal afetler, savaşlar ve doğanın sömürüsü sonucu görülen çevresel mülteciler doğal çevrenin tahribatını meydana getiren göç dalgaları tarih boyunca görölmektedir. 1998'de Papua Yeni Gine kıyılarını dalgalar vurduğunda binlerce insan yaşamını kaybetmiş ve bir o kadar insan göç etmek zorunda kalmıştır. Çin'de ormanlık alanların yok olması sonucu erozyonlar meydana gelmiş ve halk kitleleri Yançe nehir kıyısına taşınmıştır (Tümertekin ve Özgüç, 2002).

İklim değışikliği vahşı hayat yaşam alanlarının kaybı, aşırı avlanma, kirlilik ve işgalci türler gibi etkilere maruz kalmasına neden olmaktadır. Örneğin, Kuzey Kutbu'nda bir kuş türü olan Brünnich Martısı artık yumurtlamak için kuzey sınırına ilerlemektedir. Graham Dağı Kızıl Sincabı

tek bir Arizona dağında hayatta kalma mücadelesi vermektedir. Carettacaretta kaplumbağalarının azalması Florida kumsallarındaki yumurtlama alanlarının koruma altına alınmasıyla durdurulmasına rağmen deniz suyunun yükselmesi tehdit oluşturmaktadır (Hansen, 2009).

İnsanoğlu iklimsel olarak elverişli yerlere doğru göç etmeye ve buralara uyum sağlamaya çalışırken yerleştiği yerlerin doğal alanlarını da tahrip etmektedir. Asya'daki Aral Gölü buna örnek olarak gösterilebilir. Çölleşen topraklarda tarım ürünü yetiştirmek isteyen uygulamalar yanlış ilaçlar kullanılması tarıma zarar vererek yer altı suyunu ve insan sağlığını olumsuz etkilemektedir. Bu duruma ekolojik çernobil denmektedir (Tümertekin ve Özgüç, 2002). Çevresel koşullardaki bu yozlaşma insanların yaşam kalitesini düşürerek o bölgede yaşamı imkânsız hale getirerek toplulukları göçe sürüklemektedir. Bu çölleşme mevcut coğrafyada kavimler göçüne neden olabileceği düşünülebilir.

Bunların yanı sıra çölleşme tehlikesi büyük bir problemdir. Bu durum dünyada pek çok ülkeyi etkilediği gibi Türkiye'deki topraklar için de tehdit unsurudur. Rüzgâr erozyonu ve yanlış tarım yöntemleri ile Konya Karatay'daki çölleşme buna örnektir. Arıtma tesisi olmayan fabrikaların bulunduğu illerin bulunduğu Marmara bölgesi, bilinçsiz suni gübreleme ve tarım ilaçları tarımla geçimini sağlayan illerde çölleşme etkisini meydana getirmektedir. (Tümertekin ve Özgüç, 2002). Çölleşmenin Türkiye'ye zararın alınacak tedbirlerden daha fazla zarara neden olduğu düşünülmektedir.

Türkiye erozyona karşı hassas bir konumda yer alması topraklarının önemli bir kısmının (yaklaşık olarak %66'sı) erozyon tehdidinde olduğunu göstermektedir. Buna göre Türkiye'deki en önemli afetlerin başında toprak erozyonu geldiği söylenebilir (Şahin ve Sipahioğlu, 2009). Türkiye'de ve Güney Avrupa'daki bağıl nem oranının % 15-25 oranında düşüşüyle su dengesinin zarar görerek çölleşmenin kuzeye doğru ilerleyeceği; Doğu Anadolu'nun en çok etkilenen bölgeler arasında olacağı düşünülmektedir (Duygu, 2014).

3.1 Günümüz Türkiye'sinde İklim Değişikliği ve Göç

İklim değişikliğinin doğrudan ve dolaylı etkileri bulunmaktadır. İklim değişikliği sadece az gelişmiş bölgeleri değil gelişmiş bölgeleri de etkilediği

göz önünde bulundurulmalıdır (Erdoğan & Cantürk, 2022).Çevre krizleri, iklim değişiklikleri ve çatışmalar sebebiyle göçlerin artacağı ve yeni göç krizlerle karşı karşıya olunacağı düşünülmektedir. Göçlerin etkisi ülkeden ülkeye, kıtadan kıtaya göre farklılaşacak olsa da küreselleşmeye ve bilgi teknolojisine bağlı olarak Batı ülkelerine doğru olacağı tahmin edilmektedir (Bimay, 2022).

Yapılan bir araştırmaya göre Afganistan, Pakistan ve Bangladeş'ten iklim nedeniyle muhtemel bir göç hareketi neticesinde çatışma meydana gelebileceği anlaşılmaktadır (Erdoğan & Cantürk, 2022). Bu ülkelerin Türkiye'ye yakın bir coğrafyada yer almasından dolayı Türkiye'nin Doğusundan ve az gelişmiş ülkelerden göç almasına neden olacaktır.

Türkiye jeo-politik konumundan dolayı doğu ve batı arasında geçiş noktasında yer almakta; batıya ulaşma güzergahı olarak göç alan bir konumda yer almaktadır. Bunun yanı sıra komşu ülkelerdeki siyasi istikrarsızlık Türkiye'nin kaçış noktası olmasına neden olmaktadır. Hava sıcaklığındaki artış, su kaynaklarındaki azalma iklim değişikliğinin olumsuzluklarını ortaya çıkarmakta; Türkiye'de iklim göçünü gündeme getirmektedir. Dolayısıyla yaşanan bu kuraklaşma ülke içi göçün hareketlenmesini tetikleyebilir (An, Turp& Kurnaz, 2021).

Türkiye'nin güney bölgelerinde buharlaşma oranının en yüksek olduğu; 2022-2023 yılları arasında en fazla kuraklığın Mardin, Adana-Mersin bölgelerinde olduğu görülmektedir (mgm.gov.tr). Buna bağlı olarak en yüksek sıcaklığın bu yörelerde olması, iklim değişikliğinin bu yörelerde en çok hissedilmesine neden olmaktadır.Çukurova yöresinin Türkiye tarımında önemli bir yere sahip olması, yörede yaşanan iklim değişikliğinin ve kuraklığın Türkiye'deki tarımı olumsuz etkileyebilmektedir. Ayrıca bu yöredeki halkın yaz döneminde artan sıcaklıklardan korunmak ve tarımsal verimi artırmak adına yayla ismini verdiği yörelere mevsimlik olarak göç ettiği bilinmektedir. Bu kısa süreli göçün iklimsel olması tarımı ve sosyo-kültürel yaşam tarzını belirlemektedir.

Küresel ısınma nedeniyle topraktan buharlaşma ve bitkilerin terlemesiyle su kaybı sonucunda meydana gelecek kuraklıkla Türkiye'nin 38-42 derecelik riskli bölgede olduğu söylenebilir. Arazi kullanımındaki

yanlılarla erozyon ve tuzlanmanın da tarımsal verimliliği artıracığı düşünülmektedir. Bunlara nüfus artışı, kentleşme, sanayileşme ile artan tarım dışı tüketimler, geçim kaygısıyla genç nüfusun kentlere göçü, tarım piyasasındaki rekabet gibi etmenler de eklenebilir (Duygu, 2014).

Aynı bölgelerin yıllara göre ortalama sıcaklık eğrisi şöyledir: Türkiye’de 1991-2020 yılları arasında yaz mevsimi ortalama sıcaklığı 24.0 derecedir. 2023 yılı yaz mevsimi ortalama sıcaklığı 24,7 derece ile mevsim normallerinin 0,7 derece üzerinde gerçekleşmiştir. 2023 Ağustos ayı son 53 yılın en sıcak 2.Ağustos ayı olmuştur. 2023 yılında Türkiye’nin en sıcak yeri 48,4 derece ile Kozan; 48,6 derece ile Cizre olmuştur (mgm.gov.tr).Bu sıcaklık değişiklikleri Türkiye’deki iklim değişikliğinin boyutlarını ortaya koymaktadır. Bu iklim değişikliğinin doğayı ve insanlığı olumsuz etkileyerek iç ve dış göçe neden olabileceği söylenebilir.

3. SONUÇ

İnsanoğlunun tüketim alışkanlıkları nedeniyle çevre kirlenmekte ve kıt kaynaklar tükenmektedir. Teknolojik gelişmeler ve nüfus artışı mal ve hizmet taleplerini de artırmaktadır. Sera gazlarının ve karbonmonoksitin artışı iklim değişikliğinin ana sebebidir. Bu durum ekosistemdeki dengeleri bozmaktadır. Hayvan ve bitki türleri iklim değişikliğinden mustarıptir. Kutup ve dağlık bölge türleri, ısınma devam ettiği sürece gezegenin dışına itilecektir. Göç etmeye yeltenen türler diğer türlerin dengesini olumsuz etkileyecektir. Küresel iklim değişikliğinin ekonomi, çevre, toplum üzerinde tehditkâr olması iklim değişikliğine karşı önlem alınması ve politika geliştirilmesi gerekmektedir. Bu yüzden küresel bir sorun olan iklim değişikliği ve göç olgusu üzerine çalışmalar artırılmalı; risk hesabı yapıp oluşabilecek risklere karşı tedbir alınmalıdır.

Afetlerle başa çıkabilmek çok disiplinli yaklaşımı gerekli kılmaktadır. Çevreyi, doğayı koruma, kuraklığın ve kıtlığın etkilerini azaltma noktasında hem fen bilimleri hem de sosyal bilimlerin birlikte hareket etmelidir (Varol, Selimoğlu, & Gültekin, 2019). Bu noktada iklim değişikliğinin gıda güvenliği, sağlık, ekonomi, eğitim, çevre ve ulusal güvenlik açısından ele alınması; kamusal ve politik tedbirlerin artırılması gerekmektedir (Karakaş, 2020).

İklim değışikliğinin meydana getirdiği olumsuz sonuçlardan ve halihazırdaki risklerden kurtulması için gündelik pratiklerdeki alışkanlıkların değıştirilmesi gerekmektedir. Öncelikli olarak yenilenebilir enerjiye geçilmesi önem arz etmektedir. Bu noktada doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı konusunda bilinçlendirilmesi önem arz etmektedir (Duygu, 2014).

Türkiye’de iklim göçüne karşı uluslararası düzlemde mevzuat eksikliği bulunmaktadır (Balcılar, 2022). Gelişmiş ülkelerde olduğu sınırların güçlendirilmesi ve olası iklim göçüne karşı tedbirlerin alınması gerekmektedir. Kyoto Protokolü Türkiye’de 1997 yılında kabul edilerek 2005 yılında yürürlüğe girmiştir. Protokol iklim değışikliğiyle mücadele noktasındaki adımların netleştirilmesini sağlamaktadır (iklim.gov.tr). Bu yüzden iklim değışikliğiyle mücadele noktasında somut adımların ve medyadaki farkındalığın artırılması gerekmektedir. İklim değışikliğinin kalıcı ve geniş bir düzlemde gerçekleşme ihtimali Türkiye’deki ekonomik, sosyo-kültürel ve siyasi vb. birçok alanda değışiklik meydana getirecektir.

KAYNAKÇA

- Adıgüzel, Y. (2016). Göç Sosyolojisi. Nobel Yayınları: Ankara
- Akalın, M. (2019). İklim Mültecileri. İksad Yayınevi: Ankara
- An, N., Turp, M. T., & Kurnaz, L. (2021). İklim Değişikliğine Bağlı Çevresel Bozulmanın Göç Kararına Etkisi: Genel Bir Bakış. *Ege Coğrafya Dergisi*, 383-403. doi:10.51800/ecd.932879
- Apaydın, Ş., Pirçekli, K. (2019). Çevre Ekonomisi. (Doğal Kaynaklar ve Çevre Ekonomisi iç. Ed. Müslüme Narin, Celal Taşdoğan) Gazi Kitapevi: Ankara
- Bal, H. C. (2019). Çevre Ekonomisi. (Doğal Kaynaklar ve Çevre Ekonomisi iç. Ed. Müslüme Narin, Celal Taşdoğan) Gazi Kitapevi: Ankara
- Balcılar, A. (2022). İklim Adaleti Bağlamında Sınırlar ve İklim Göçü. *Uluslararası Eşitlik Politikası Dergisi*, 0-1.
- Beck, U. (2011). Risk Toplumu Bir Başka Modernliğe Doğru. (çev. Kazım Özdoğan, Bülent Doğan) İthaki Yayınları: İstanbul
- Bimay, M. (2022). Küresel Göç Krizleri Ve Uluslararası Göçlerin Geleceğine İlişkin Bir Değerlendirme. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 87-106. doi:10.47147/ksuiibf.1173561
- Brown, L.R. (2001). Eko-Ekonomi Dünya İçin Yeni Bir Ekonomi Kurmak. (çev. A. Yeşim Erkan), Tema Vakfı Yayınları: İstanbul
- Canatan, K. (2020). Toplumsal Değişim Perspektifinden Göç Sosyolojisi. Eski Yeni Yayınları: Ankara
- Durusoy, Ö.T. (2019). Çevre Ekonomisi. (Doğal Kaynaklar ve Çevre Ekonomisi iç. Ed. Müslüme Narin, Celal Taşdoğan) Gazi Kitapevi: Ankara
- Duygu, E. (2014). Kırsal Çevre ve Sorunları. (Sosyal Çevre Bilimleri İç. Ed. Hakan Reyhan, Ahmet Mutlu, h. Hüseyin Doğan, Ayşen S.Reyhan) Siyasal Kitabevi: Ankara

- Erdoğan, Z., & Cantürk, S. (2022). Understanding the Climate-Conflict-Migration Nexus : Immigration from Climate-Conflict Zones to Turkey. *SIYASAL : Journal of Political Sciences*, 137-155. doi:10.26650/siyasal.2022.31.994670
- Güvel, E.A. (2001). Doğal Afetlerin Politik Ekonomisi, Doğal Riskler ve Afet Planlaması. İstanbul Menkul Kıymetler Borsası: İstanbul
- Hansen, J.E. (2009). Küresel Isınmanın Kırılma Noktası. (der.ve çev. Abdullah Yılmaz), Ayrıntı Yayınları: İstanbul
- İklim Değişikliği Bakanlığı (2023). KYTO Protokolü. TC Çevre ve İklim Değişikliği Bakanlığı İklim Değişikliği Başkanlığı. <https://iklim.gov.tr/kyoto-protokolu-i-35>
- Kara, M.A. (2018). Göç Yazıları Kuramdan Alana Türkiye’de Göç. Kırmızı Çatı: Ankara
- Karakaş, G. (2020). İklim Değişikliği, Obezite ve Tarım Politikaları İlişkisi, *Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology*, 8(8): 1726-1733, 2020, DOI: <https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i8.1726-1733.3483>
- Karpat, K. (2010) Osmanlı’dan Günümüze Etnik Yapılanma ve Göçler (çev. Bahar Tırnakçı)Timaş Yayınları: İstanbul
- Khalid, A., Babry, J. A., Vearey, J., & Zenner, D. (2023). Turning up the heat: A conceptual model for understanding the migration and health in the context of global climate change. *Journal of Migration and Health*, 100172. doi:10.1016/j.jmh.2023.100172
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (2023). Aylık Kuraklık Analizi. TC Çevre ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/kuraklik-analizi.aspx>.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (2023). Aylık Sıcaklık Analizi. TC Çevre ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/sicaklik-analizi.aspx?s=m>.
- Şahin, C., Sipahioğlu, Ş. (2009). Doğal Afetler ve Türkiye, Gündüz Eğitim ve Yayıncılık: Ankara

- Şirin, N.A. (2012). 1989 Göçü ve Sonrası ile ilgili Türkiye’de Yapılan Sosyolojik Araştırmalarla İlgili Bir Değerlendirme. (89 Göçü Bulgaristan’da 1984-89 Azınlık Politikaları ve Türkiye’de Zorunlu Göç iç. Ed. Neriman Ersoy-Hacısalihoğlu, Mehmet Hacısalihoğlu), Yıldız Teknik Üniversitesi BALKAR & BALMED: İstanbul
- Tümertekin, E., Özgüç, N. (2002). Beşerî Coğrafya İnsan, Kültür ve Mekân. Çantay Kitabevi: İstanbul
- Varol, N., Selimoğlu, E., & Gültekin, T. (2019). Anadolu’da İklimle Bağlı Kıtık Afeti ve Risk Yönetimi. *Antropoloji*, 81-89. Doi:10.33613/antropolojidergisi.539216
- Yaşar, D., Yıldız, D.(2009).Küresel Isıtılan Dünyada Su, Truva Yayınları: İstanbul

BÖLÜM 11

DÜNYADA AKILLI TARIM DÖNÜŞÜMÜNDEN ÖRNEKLER

Dr. Öğr. Üyesi Esra KAPLAN¹

Doç. Dr. H. Sibel GÜLSE BAL¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10214729>

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü/
Tokat- Türkiye Orcid No: 0000-0002-4423-7291 e-mail: esra.gurel@gop.edu.tr

²Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü/
Tokat- Türkiye Orcid No: 0000-0001-7298-1416, e-mail:
hayriyesibel.gulsebal@gop.edu.tr

GİRİŞ

Dünyada nüfus artışı ile gıda talebi artarken buna cevap veren tarım alanları birçok yanlış uygulama ile giderek azalmakta ve verimliliğini yitirmektedir. Buna eklenen çevre kirliliği ve iklim değişikliği tarımsal üretimi baskılamaktadır. Tarıma elverişli alanlardaki bozulma, iklimin değişikliği, su kaynaklarındaki azalma tarımın önemini daha da artırmaktadır.

Tüm bu olumsuz gelişmelerin yanı sıra Endüstri 4.0 yani sanayi üretimindeki dijitalleşme sürecinin tarım sektörüne yansımaları ile tarımın birçok sorununu çözebilecek uygulamalar tarımsal üretime entegre edilmiştir. Bu uygulamalar, tarımdaki her türlü işte üreticilerin işlerini kolaylaştırılmakta, optimum üretimle verimin ve karlılığın en üst düzeye çıkarılmasını, girdi kullanımı ve masrafların azalmasını sağlamaktadır.

Bulutla ve birbiriyle bağlantılı, insansız araçlar (dronlar) ve kameralarla üretim alanları görüntülenerek sorunlara ve ihtiyaçlara tam zamanında müdahale edilebilmekte, verimlilik artmakta, maliyetler azaltılmaktadır. İsrail üretimde dijitalleşme yanında dikey iç mekân tarımsal üretim uygulamalarına ciddi yatırımlar yapılmakta, çöl ve denizde üretim arayışları ile gıda talebi artışına çözümler aramaktadır (Clercq ve ar., Kılavuz ve Erdem, 2019)

Bilişim sektörü ile endüstri sektörünü bir araya getirmeyi amaçlayan Endüstri 4.0, veya 4. Sanayi devrimi ilk olarak Almanya'da Hannover Ticaret Fuarında kullanılan bir terimdir. Bu insana ihtiyaç duymadan, kendileri arasında iletişimde olan makineler ile üretim yapılan akıllı tarım sisteminin amacı; az alanda, düşük maliyetli, az enerji tüketen, az ısı üreten, yüksek hızlı, yüksek verimli ve kaliteli ürün çıkarmaktır (Tonga ve Tonga, 2022).

Endüstri 4.0, üretim sürecine insan katkısını azaltarak hata oranlarını en aza indirerek, üretimi hızlandıran, ucuzlatan, verimli,

esnek ve kişiye özel düzenleme olanağı sunan, bir üretim sistemidir. Bu sisteme kendilerini güncelleyip ve yenileyebilen, değişime, gelişime açık, geleceğin teknolojileriyle ilgili öngörüye sahip, kalite, verimlilik, hız, rekabet için bilgiye dayalı yeni teknolojileri geliştirebilen, firmalar ayak uydurabilecektir. Yoğun küresel rekabet koşulları altında bu özellikteki üreticilerin varlıklarını sürdürebileceklerine inanılmaktadır (Tonga ve Tonga, 2022).

2011 yılından itibaren Almanya’da kullanılmaya başlayan bilişim teknolojilerini ve sanayiye bir araya getiren bütünleşmiş üretim sistemlerinin geleceği organize edeceği, yapay zekanın ön plana çıkacağı ve tüm bu gelişmelerin tarım 4.0 olarak tarım sektörünün entegrasyonuna yansması dünya tarımı ve gıdanın sürdürülebilirliği açısından büyük önem taşımaktadır.

Akıllı tarım süreci sanayi devriminin 4.0 süreci teknolojilerinin tarım sektörüne entegrasyonu ile tarımsal üretimde kullanılan araçlarının ve üretim alanlarının sensörlerle donatılması, tüm parçaların birbirleriyle iletişim halinde olmaları ve tarımsal üretimin bu teknolojilerle planlanıp yönetilmesidir. Tarım 4.0 sistemlerin kullanılması, hayvansal ve bitkisel üretimin verimi ve kalitesi için ihtiyaç duyulan tüm bilgilerin en hassas ve kolay şekilde elde edilebilmesini, birbiriyle iletişimdeki sensörler, uydu ve bulut bağlantılı insansız araçlarıyla her türlü tarımsal üretim için sağlanan veri sağlanabilmekte ve tüm süreçler anlık olarak takip edilebilmektedir. Teknoloji tabanlı çiftlik yönetim sistemleri ile tarımsal üretimin tüm üretim süreçleri, tarladan sofraya izlenebilmektedir (Anonim, 2022).

Akıllı tarım, tarımsal üretimin her aşamasında toprak işlemeden, tohum atma, ilaçlama, gübreleme, sulama ve hasada kadar en hassas şekilde üretim yapılarak kaynakların etkin kullanımını, verimliliğin ve üretimin artırılmasını, çevre zararını en aza indiren bir üretim sistemidir. Üretimin hemen her aşamasında kullanılan akıllı tarım

uygulamaları hassas üretim ile kaynak israfının önüne geçer, üretimden kaynaklanan çevre zararını azaltır, ürünün brüt getirisini artırır.

Dünyada iklim değişikliği sonucu önemi her geçen gün artan su yönetimi ve tarımsal üretimin yönetiminde Akıllı tarım uygulamaları içinde Hassas Tarım Çözümleri, Çiftlik Yönetim Bilgi ve Karar Destek Sistemleri, Tarım Otomasyonu, Tarım Dron ve Robotikleri, Veri Analiz Teknolojileri, tarım için özelleştirilmiş yapay zekâ uygulamaları, bulut sistemleri, 5G teknolojileri uygulamada efektif kullanılacak çalışmalar olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu çalışmada, dünyada akıllı tarım uygulamaları ile tarımsal üretimde nasıl sonuçların elde edilebildiği, dünya tarım sektörü ve tarımsal ürün ihracatında önemli konumdaki Hollanda, Tayvan, İsrail, Japonya, ve Amerika Birleşik Devletleri'nin deneyimleri ile Türkiye'nin Tarım 4.0 uygulamaları genel olarak değerlendirilmeye çalışılmıştır. Tarım sektöründe daha verimli, daha çevreci, sürdürülebilir büyüme, bilgi, yenilik ve teknolojiye dayalı akıllı büyüme sağlamak amacıyla Türkiye'nin Tarım 4.0 uygulamalarına geçmesinin önemi ve gerekliliğinden bahsedilmiştir.

1. Dünya'da Tarım 4.0 Kapsamındaki Gelişmeler

Tarım 4.0 sürecinde hassas tarım sistemleri ile optimum ve sürdürülebilir tarımsal üretim için çok aşama kaydedilmiştir. Akıllı tarım uygulamalarında tarımda uzaktan algılama, GPS, gerçek zamanlı sensörler gibi teknolojilerin kullanımıyla veri sağlama, değişkenlikleri tespit etme ve tüm alana değil parçaya özgü uygulamalarla üretim yapılmaktadır. Böylece daha az ve etkin girdi kullanılmakta, maliyetler azalmakta, gereksiz kullanımın çevreye etkileri azalmakta, ürünlerin kalitesi ve verimlilik artmakta, akıllı tarım uygulamaları birçok açılardan tarımın sürdürülebilirliğine önemli katkı sağlamaktadır (Özgüven, 2018).

Dünyada Tarım 4.0 sürecinde akıllı tarım uygulamalarına çok çeşitli avantajları sebebiyle yoğunluk verilmektedir. Akıllı tarım sistemleri tarımsal üretimin her döneminde sürekli ve kolay izleme, hastalık ve zararlılarla etkili ve ucuz mücadele sağlamaktadır. Sulama ve bitki beslemede nereye ne zaman ne kadar, su ve besin maddesi verileceğini en doğru şekilde belirlenebilmekte etkin, düşük maliyetli ve kolay uygulama sağlamaktadır. Hava koşulları ve toprağın durumu ile ilgili kesine yakın bilgi vermekte, hasat zamanı tahminini detaylı ve gerçek zamanlı gösterebilmektedir. Bu şekildeki üretim üreticilerin işlerini kolaylaştırılmakta, üretimin sürdürülebilirliğini, mevcut yöntemlerde karşılaşılan sorunların en aza indirilmesini ve verimin en üst seviyeye çıkarılmasına olanak sağlamaktadır (Kılavuz ve Erdem, 2019).

Hassas tarım uygulamalarında karşılıklı olarak etkileşim halinde olan birçok bileşen vardır. Bu bileşenler ve birbirleriyle etkileşimleri Şekil 1’de görülmektedir (Türker, 2017).



Şekil 1. Hassas tarım sisteminin bileşenleri ve etkileşimleri

Tarım 4.0 süreci akıllı tarım sistemleri daha az girdi ile daha fazla ürün elde edilmesi olanağı sağlamaktadır. Bu uygulamaların randıman artırıcı ve maliyet düşürücü avantajları sebebiyle ülkeler arası rekabette bu teknolojileri kullanan ülkeler önemli üstünlük elde etmektedir (Kirmikil ve Ertaş, 2020).

Aşağıda bu ülkelerin tarımdaki dijitalleşme süreçlerinden kısaca bahsedilecektir. Tarım 4.0 uygulamalarını diğer ülkelere göre daha çabuk benimseyen Hollanda ve İsrail tarım sektörünün bu konudaki öncüleri haline gelmişlerdir. Onları, Tarım 4.0'da önemli çaba ve değişimler ortaya koyan Tayvan izlemektedir. Türkiye tarımı için bu ülkelerin tarım sektörlerindeki değişim ve gelişim model olmalıdır.

2. Dünya'da Tarım 4.0 Uygulamalarından Örnekler

Tüm dünyada özellikle gelişmiş ülkelerde bilim çok çeşitli sektörler için yeni teknikler ve stratejiler üretmekte ve uygulanabilirliğini test etmektedirler. Dijital tarım uygulamaları da aslında buna örnek oluşturmaktadır.

Tarım sektörünün öncüleri Hollanda ve İsrail Tarım 4.0 uygulamalarını diğer ülkelere daha çabuk benimsemişlerdir. Hollanda ve İsrail'in ardından Tayvan'da Tarım 4.0'da önemli değişimler ortaya koyan bir diğer ülkedir. Dünyada akıllı tarımın küresel pazarda önemi ve payı her geçen gün artmakta olup boyutu, 2022'de yaklaşık 23 milyar ABD doları tahmin edilmiştir (Statista, 2019). AB'de akıllı tarımın uygulanması ve geliştirilmesi gıda, çevre, rekabet ve yenilik politikaları gibi çok çeşitli politikalarla desteklenmektedir. AB'de akıllı tarım teknolojilerinin Horizon 2020 araştırma politikasıyla, ortak tarım politikasının kırsal kalkınma politikalarıyla ve yerel, bölgesel ve ulusal bölgesel kalkınma programları desteklenmektedir (European Commission, 2019).

2.1. Hollanda

Topraklarının önemli bir bölümü deniz seviyesinin en az 1 metre altındadır ve topraklarının %60'ına yakını deniz altında kalan toprakların doldurulmasıyla elde edilmiştir. O yüzden toprak çok kıymetli ve bu konudaki farkındalık yüksektir. Türkiye'de ise hem çiftçi sayısı hem de ekilebilir tarım arazisi azalmaktadır. Toprağına, suyunu ve tohumuna sahip çıkan Hollanda et, süt, kesme çiçek, çiçek soğanı ve tohum gibi birçok tarım ürünü üretiminde dünyanın ilk 3 ülkesi arasında, tarım ürünleri ihracatında 2. sırada yer almaktadır (Donat, 2015).

Hollanda yüz ölçümü ve nüfus büyüklüğü açısından dünyanın birçok ülkesinin gerisinde olan küçük bir ülke olmasına rağmen dünya tarım ürünleri ihracatının liderlerindedir. Hollanda'nın tarımsal ihracatı, AB tarım ihracatının %77'sidir. Dünya meyve ticaretinin %6'sına, dünya sebze ticaretinin %16'sına sahiptir. Lale ihracatında 1.sıradadır (Saygılı ve Ark. 2018). Hollanda sadece tarımsal ürünlerin değil bu alanda elde ettiği tecrübe ve teknolojinin de ihracatçısıdır.

Hollanda, ABD ve Fransa ile dünyanın en büyük ilk 3 tarım ihracatçısı konumundadır. Hollanda hem 107 ülkeden tarımsal ürün alan bir ithalatçı, em de bu ürünleri işleyip paketleyerek yeniden 150'den fazla ülkeye satan bir tarım ürünleri ihracatçısıdır. Dünya'daki en büyük 25 gıda ve içecek firmasından üçü Hollanda'da olup ve tarımsal gıda üretimi sektöründe toplam 4150 firması ile bu sektöre etkisi büyüktür. 4.0 teknolojilerini en ileri düzeyde kullanan Hollanda'nın başarısını uzun vadeli ve teknolojiye dayalı tarım politikaları izlemesine borçlu olduğu belirtilmektedir (Anonim, 2020).

Hollanda, tarımın dijital dönüşümünde oldukça başarılıdır ve küresel rekabetçilik endeksi sıralamasında 4. sıradır. Hollanda, sürdürülebilirliği ve teknolojiyi önceleyen tarım politikaları benimsemesi sebebiyle dijital tarım sistemlerini en üst düzeyde kullanmaktadır. Hollanda tarımda uzun vadeli ve randıman artırıcı uygulamalar için 1,4 milyon Euro değerinde uydu verilerini satın alarak tarım üreticilerine verim artışına ve sürdürülebilir tarım için ihtiyaç duydukları bu bilgiyi çevrim içi olarak ulaştırmışlardır (Saygılı ve Ark. 2018).

Hollanda'nın tarımdaki başarısında, Ar-Ge, kooperatifleşme, üretme, pazarlama, piyasa denetimi gibi faktörlerin yattığı belirtilmektedir. Hollanda'da tarım arazileri kooperatiflere kayıtlıdır, bu kooperatifler her üretim döneminde uzmanlarda yerinde incelemelerle ne üretileceğine karar verir, bu konuda çiftçileri yönlendirir. Bu sayede, ürün planlaması yapılarak ürün fazlalıkları engellenmiş olur. Kooperatifler ekiminden hasada tüm üretim dönemi boyunca çiftçiye gerekli destekleri sağlamaktadırlar. Hasattan sonra kiralık depolarda bekleyen ürünlerin fiyat belirlenmekte ve açık arttırma usulüyle satışa çıkarılmakta ve hizmet bedeli düşülerek çiftçiye ödeme yapıldığı belirtilmektedir (Donat, 2015).

Hollanda'nın tarım alanında ilerlemesinin en önemli nedenlerinden birisi uzmanlaşma olduğu seralar ve üreticilerin çoğunlukla tek bir ürün üzerine uzmanlaşmasının başarısında diğer bir etken olduğu belirtilmektedir.

Hollanda sınırlı ekim alanları bu sınırlı kaynaklarının farkındalığı ile minimum alandan maksimum verim alabilmek için Ar-Ge çalışmaları, çevreye duyarlı, sürdürülebilir bir tarım politikası ve birlikte hareket etme yeteneğiyle tarımını güçlendiriyor. Enerji ve su verimliliğini özellikle önemseyen, doğa dostu üretim yapan seralar, çevre sertifikaları ve vergi avantajları ile desteklenmektedir. Kimyasal kullanmayan, enerji kullanımında duyarlı bu seraların üretimlerin 'yeşil etiket' sertifikasına sahip olduğu belirtilmektedir. Hollanda artık sadece tarımsal ürünlerini değil bu alanda elde ettiği tecrübeyi ve teknolojik gücü de ihraç etmektedir (Donat, 2015).

2.2. Tayvan

Tayvan'ın yüzölçümünün yaklaşık %25'i kadar ekili tarım alanları ile tarım sektörü ülkenin ekonomisinde önemli paya sahiptir. 1960'lardan bugüne tarımda yenilikleri, makineleşmeyi, dijital tarım sistemlerini kullanarak akıllı tarım uygulamaları ve teknolojik tarım cihazları ile dünyada adını duyurmuştur. 1960'lı yıllardan bu yana tarımsal araştırma ve geliştirme lideri olmuştur. İlerleyen yıllarda üniversiteler ve hükümet yatırımlarının tarımsal araştırmalara odaklanmasıyla bugün dünyanın dört bir yanından binlerce öğrencinin tropikal tarım eğitimi almak için Tayvan'a geldiği belirtilmektedir (Ryan, 2017).

Tarım 4.0'da kullanılan tüm bileşenlerinin dünyadaki önemli üreticilerindedir. Dünyada tarım teknolojisi cihazları ve büyük ölçekli akıllı tarım projeleri inşa etmek için Tayvan iyi bir ortama sahiptir. Dronlar, robotlar ve otomasyon sistemleri, led sektörü, loT teknolojileri gibi hassas tarım teknolojilerinin yanı sıra, kapalı tarım, damla sulama sistemleri, güneş panelleri, dikey çiftlikler, gibi tarım sistemlerinin önemli üreticisidir (Kılavuz ve Erdem 2019).

Tayvan akıllı tarım teknolojileri üretiminde rekabet gücü bakımından önemli bir ilerleme sağlamış bir ülkedir. Tayvan iklim değişikliğinin yaratacağı verim düşüklüğüne çözüm sağlayabilmek için kapalı tarım uygulamasıyla ilgili yoğun bir şekilde çalışmaktadır. LED sensörlerine

gereksinim duyan kapalı tarım alanında da dünyada ikinci büyük ülke konumundadır. Güneş ışınlarını taklit eden, bitkiye zarar vermeyen özel LED ışıkları kullanan akıllı seralar, üreticilere yılın her zamanında üretim olanağı sunmaktadır. Tayvan'ın güneş pili üretiminde de Dünyanın 1.si olduğu belirtilmektedir (Kılavuz ve Erdem 2019).

Türkiye tarımının da en önemli gereksinimlerinden olan gençlerin tarım alanına çekilmesini önlemek amacıyla Tayvan tarımsal eğitimde yeni stratejiler geliştirilmeye çalışmaktadır. Yetenek geliştirmeye yönelik eğitimlerle, tarım 4.0 uyumlu bir sanayinin ihtiyacı olan eğitim ve uzmanlık taleplerini de karşılamaya, Tarımın 4.0 kapasitesi ve teknik danışma hizmetlerini artırmaya çalışmaktadır. Sanayi-devlet-üniversite-araştırma ortaklıklarıyla önde gelen 10 sektör için uzman ve akademisyenlerle, “4.0 Endüstri Servis Ekibi” oluşturulmuştur. “Akıllı Üretim ve İnsan Makine Koordinasyonlu Yardımcı Cihaz Geliştirme”, “Tarım Teknik Uzman Sistem Uygulaması” ve “Dijital Hizmet ve İzlenebilirlik Veri Değişimi Uygulaması”nın yanı sıra bir teknik destek grubu “İş Yönetimi ve Operasyon Desteği” olmak üzere teknik gruplar oluşturmuştur (COA, 2016).

Akıllı tarımda yeni teknolojilerin uygulanması, gelecekte tarımı değişen iklim problemlerinden koruyacaktır. İklim değişiklikleri sonucu verim ve ürün kayıplarının önüne geçmek isteyen Tayvan kapalı tarımı önemsemektedir. Kapalı üretimde ihtiyaç duyulan LED teknolojilerinde Tayvan dünyada ikinci büyük sektöre sahiptir ve bu teknoloji ile iç mekân tarımını desteklemektedir. Ayrıca tarımda ihtiyaç duyulan güneş pili üretiminde dünyada ilk sıradadır. Akıllı seralarda, güneş ışığını taklit eden özel LED ışıkları ile her bitkiye özgü uygulamalarla tüm yıl boyunca üretim yapabilmektedir (NSPP, 2018).

Hızlı hasat için önemli üreticisi olduğu çay toplama makinaları, su, işgücü ve enerji tasarrufu sağlayan damla sulama sistemleri ve hassas tarım uygulamaları ile optimum su ve gübreleme sayesinde maksimum verim elde edilebilmektedir (NSPP, 2018).

Tayvan, Tarım 4.0 sürecini destekleyen, yeni uygulamaları için önemli yatırımlar yapan, bu alandaki tüm bileşenleri kendi üretebilen, önemli rekabet

gücüne sahip bir ülkedir. Tayvan yönetimi Akıllı Tarım uygulamalarını desteklemek için,

- Sulama, gübreleme ve pestisit kontrolü için sistemlerin üretimi için vergi indirimlerine gitmek,
- Uluslararası standartlarda üretim için, İyi Tarım Uygulamaları, Gıda Güvenliği Yönetim Sistemi (ISO 22000) gibi uygulamaları teşvik etmek.
- Organik tarım üretimini teşvik etmek gibi Türkiye'nin de ihtiyacı olan alanlarda önemli uygulamalar yürütmektedir (Pugnatorius, 2018).

Akıllı tarıma yönelik tüm bu çalışmaları ve gücü ile 2016 yılında Tayvan'ın dış ticaretinin ilk sırasını ihracat değerinde yaklaşık %44'lük payı ile elektrik ve elektronik ekipmanlar almakta ikinci sırada %10,7'lik payla kazan, makine ve nükleer reaktörler yer almaktadır. Yüksek teknoloji ürünleri ihracı yanında canlı ağaçlar, bitkiler, soğanlar, çiçek, sebze, meyve, ihracatı ile de tarım sektörünü de ihmal etmemiştir (Kılavuz ve Erdem, 2018).

2.3. İsrail

İsrail çok küçük yüzölçümü, tarım arazilerindeki tuzluluk sorunu, su kaynaklarının azlığı, tarımda çalışacak işgücü yetersizliği gibi olumsuzluklarla tarımsal bir üstünlüğe sahip değilmiş gibi görünse de tarımsal üretimde oldukça başarılı ve gıdada kendine yeterliliği %95'i bulan bir ülkedir. İsrail tarımda, doğal karşılaştırmalı üstünlüklere değil de bilgi ve teknolojiye bir üstünlüğe sahiptir. Bugün tarım teknolojilerinde dünyada lider ülkelerden birisidir. Bu başarısında tarımda bilgi ve teknolojiyi kullanmasının ve çiftçiler arasındaki iş birliğinin katkısı büyük olduğu bilinmektedir (Kılavuz ve Erdem 2019).

Tarım teknolojisi, ileri teknoloji ürünleri, iletişim ve kimya sektörlerinde dünyanın önde gelen ülkelerdendir. Su kıtlığı baskısı altındaki kurak alanlarda yüksek teknolojiler kullanarak verimsiz alanlarda her türlü tarımsal ürün üretebilmiş, dünyayı damla sulama sistemi ile tanıştırmıştır. İsrail'in dünyaya hediye ettiği damla sulama sistemleri bugün bilgisayar kontrollü sulama, su stresi ve su kaçakları için erken uyarı sistemleri, termal görüntüleme gibi teknolojilerle hassas üretim yapılan bir noktaya gelmiştir.

Haşerelerle biyolojik mücadele, meyve-sebze araştırmaları, suyun %86 gibi bir oranda yeniden kullanımı, tuz giderme teknolojileriyle İsrail dünyaya bu alandaki varlığını kanıtlamıştır. Tarımın dezavantajlarını avantaja dönüştürebilmeyi başaran bilgi ve teknolojik ilerlemeye dayalı tarım sektörü ile teknolojik tarım alanında dünyanın en iyileri arasındadır (David 2017; Kılavuz ve Erdem 2019).

İsrail’de tarım Kibbutz ve Moshav denilen, farklı işletme özelliklerine sahip çiftliklerde yapılmaktadır. Kibbutz’larda özel mülkiyet yoktur, topraklar ortak işleyip, elde edilen geliri paylaşılmakta, tarımsal üretim yüksek katma değerli endüstriyel üretime dönüştürülerek tamamlanmaktadır. Moshav’lar ise sadece kendilerinin olan topraklarını işleyen çiftçiler kooperatif olarak hassas teknolojilerle yaş sebze ve meyve yetiştirmektedirler. İsrail’in, çölde oluşturduğu Arava adındaki sera merkezinde, yüksek teknolojiden faydalanılarak, bilgisayarlar kontrollü sulama, gübreleme yapılmakta, zararlılarla mücadele edilmekte, güneş panelleri ile temiz ve düşük maliyetli enerji kullanılmaktadır. Gece ve gündüz sıcaklık değerlerinin anlık değişbildiği ve farkın yüksek olduğu çöl ikliminin tarıma zarar veren yapısının gündüz soğutma, geceleri ise ısıtma işlemi ile ortadan kaldırıldığı metre karesi 10 bin doları bulan yüksek teknoloji yatırımlı Arava’daki seralarda gül üretimi yapıldığı ve metrekareden 350 gül alınabildiği belirtilmektedir. Arava tipi gelişmiş tarım merkezlerinin finansmanı Ulusal Musevi Fonu tarafından karşılanmakta olup, çiftçilere tarımsal yöntemlerde eğitim verilmektedir (Anonim, 2002).

İsrail hassas tarıma başlangıcı olan damla sulama sistemi 1959’da icadı ile belki de modern tarımdaki en önemli gelişme yaşanmış daha az su kullanımı yanında ürün verimini, kalitesini ve tutarlılığını artırmıştır (Özgüç, 2012). Damla sulama tekniği kazanımlarının ve bu sistemin malzemelerinin ihracatının İsrail ekonomisine yılda 500 milyon dolarlık bir katkı sağladığı belirtilmektedir (Çakan, 2017). İsrail, sıvı gübre biopestisit, fungusitler potasyum nitrat ve fosfat tuzlarına gibi geniş bir yelpazede dünyaya zirai ürün sunmaktadır. İsrail’in tarımına yönelik güçlü şirketleri ile tüm tarımsal girdilerde önemli bir tedarikçidir. Bu şirketler aynı zamanda çiftçilerle sürekli iletişimde kalarak, çiftliğin ve üretimin yönetilmesi, sulama, makine

kullanımı, ekim teknikleri vb birçok konuda üreticilerin taleplerine yardımcı olmaktadır (Anonim, 2018).

Hollanda gibi İsrail de, tarımsal üretimin imkânsız olduğu şartlardan bir dünya liderine dönüşmüştür. İsrail tarımda dijitalleşmeyi en iyi uygulayan, birçok ülkeye damlama sulama sistemi, geliştirilmiş tohum, gübre ve tarım teknolojileri ihraç eden bir ülkedir. 2016 yılında İsrail'in yaklaşık 60,5 milyar dolar ihracat, 65,8 milyar dolar ithalat gerçekleştirdiği belirtilmektedir. 16,3 Milyar \$'lık değerle, İhracatındaki ilk üç sırasıyla, inci, değerli taşlar, metallerdir. Net ticaret oranları pozitif ve yüksek olan alt sektörler gübreler %90,4, canlı ağaçlar, bitkiler, kökler, yumrular ve kesme çiçekler %79,6, eczacılık ürünleri %53,7 ve yenilebilir sebzeler, belirli kökler ve yumrulardır %49,8. Bu sonucun İsrail'in sanayi ve tarımda yüksek teknoloji kullanmasından kaynaklı olduğunu söyleyebiliriz (Kılavuz ve Erdem 2018).

2.4. Japonya

Japonya'nın tarımsal faaliyetlerin gerçekleştirilebileceği araziler topraklarının %11'i kadardır, tarım nüfusu az, yaş ortalaması yüksektir. Sınırlı tarım ürünleri üretimi büyük şehirlere ya da uluslararası pazarlara sunulmaktadır. Japonya'da son dönemlerde akıllı tarım sistemlerine yaptığı yatırımlarla tarımına ivme kazandırmaya çalışmaktadır. Japonya'da dijital tarım sistemleri tarıma yönelimi, tarımın sürdürülebilirliğine katkıyı, verim ve kalite artışını tetiklemiştir (Saygılı ve ark. 2018).

Japonya, topraksız tarımın da başarılı ülkelerdendir. Meyve hasadını Robotlarla gerçekleştirmekte, bilgisayarlar ile sıcaklık, ışık ve nemi kontrol edebildiği Bio-çiftlikler de üretim gerçekleştirmektedir. Hassas tarım için kamera ve sensörleri hasat, sulama, sıcaklık kontrolü, gün ışığı süresini belirleme, zararlılarla mücadelede yoğun şekilde kullanmaktadır (Saygılı ve ark. 2018).

Japonya'da tarımsal teknolojilerde üniversiteler, teknoloji merkezleri ve özel sektör ön plana çıkmaktadır. Osaka Prefecture Üniversitesi 2000 m²'lik alana kurulu sebze fabrikasında güneş ışığı olmadan, yapay ışıklarla hızlı ürün gelişimi ve yılda 20 kez hasat gerçekleştirebilmekte, steril olarak ürettiği sebzeler yıkanmadan tüketilebilmektedir.

Ağırlıklı olarak robotik alanında çalışmalar yapan Tokyo Tarım ve Teknoloji Üniversitesi bilim adamlarının tasarladığı giyilebilir mekanik iskelet hasatta çiftçilerin hayatını kolaylaştırmış ve hasadı hızlandırmıştır. Çiftçilerin hasattan kaynaklanan bacak yorgunluğu ve ağrılarını %50, kol ve omuz yorgunluğu ve ağrılarını %85 azaltılmıştır. Fukushima Tarımsal Teknoloji Merkezi'nin, tarımın önemi konusunda farkındalık çalışmaları ve çiftçilere ücretsiz laboratuvar olanakları sunduğu belirtilmektedir.

Spread firması, ısı, nem, ışık ve karbondioksit seviyesi bilgisayarlarla kontrol ettiği bir çiftlikte robotlarla yılda 10 milyon adet marul üretmekte, çiftlikte kullanılan suyun %98'i geri dönüşüme gönderilmektedir.

Japonya bir domates bitkisinden dönen lens sistemi ile zararlı güneş ışınlarını süzüp sadece yararlı ışınları vererek 10.000 adet domates üretebilmektedir. Tsukuba Bilim Expo'su'nda 1 domates bitkisinden aynı yöntem ile 16.897 adet domates elde edilmiştir.

Teknolojik gücünü tarımda da kullanan Japonya tarım ihracatını, sektörün istihdamını ve rekabetçiliğini arttırmak yönünde çalışmaktadır. Çiftçileri destekleyen ve tarımı cazip hale getirmek, kırsal üretimin ticarileşmesinin kolaylaştırmak isteyen tarım politikası sürdürmektedir.

2.5. Amerika Birleşik Devletleri

Dünyanın en büyük tarım ihracatçısıdır ve her dönemde dünya tarım ihracatının ilklerinden olmuştur. Amerika Birleşik Devletleri'nin bu başarısında tarım teknolojilerine ve teknoloji kullanımını öğretmeye yaptığı yatırımların katkısı büyüktür. Ar-Ge çalışmalarıyla üretim performansını iyileştirmeyi, su kullanımını ve girdi kullanımında tasarrufu, üretim maliyetlerini düşürmeyi, çevreye zararı azaltmayı ve gıda güvenesi ve gıda güvenliğini sağlamayı hedeflemektedir (Saygılı ve ark. 2018).

Dünya badem üretiminin %80'ini gerçekleştiren ABD akıllı tarım uygulamaları sayesinde badem yetiştiriciliğinde badem ağaçlarına yerleştirilen sensörler ve toprak analizleri ile su ihtiyacını ve üretim maliyetlerini düşürmüştür. Bulutta toplanarak üreticilerin sulama sistemlerine aktarılan ve sulamanın uygun şekilde gerçekleşmesini sağlayan bilgiler %20 oranında tasarruf elde edilmesini sağlamıştır. Tarım 4.0 uygulamalarında ABD'nin

yükselmesi tarımsal makine, ekipman ve yazılım üreten özel şirketlerinin de katkısı da vurgulanmaktadır (Saygılı ve ark. 2018).

2.6. İngiltere

İngiltere de akıllı tarım uygulamalarında dünyada başarılı ülkelerden biridir. İngiltere'nin Tarım 4.0 da gösterdiği başarı, akıllı tarım uygulamalarını üniversite, sanayi ve hükümet iş birliğiyle gerçekleştirmesi ve tarımsal araştırma ve eğitime verdiği destek olarak gösterilmektedir. Sadece 2011-2012 döneminde tarım ve gıda sektöründeki Ar-Ge faaliyetlerine 450 milyon avro harcadığı, 2015 yılında tarım teknolojilerine 250 milyon pound harcadığı belirtilmektedir.

İngiltere'nin önde gelen sekiz üniversitesinin (Newcastle, Lancaster, Manchester, Durham, Liverpool, York, 56 Leeds ve Sheffield Üniversiteleri) iş birliği ile tarım ve gıda teknolojileri alanında çalışmalar yapan N8 Agrifood platformu oluşturulmuştur. N8 Agrifood ağırlıklı olarak hassas tarım, Tarım 4.0 teknolojileri ile gen çalışmaları, sürdürülebilir gıda üretimi, güvenli gıda, gıda tedarik zinciri, bitki ve gıda sağlığı konularında çalışmaktadır. Platformda 269 milyon poundluk bir fon ile 450'den fazla araştırmacı, 150'den fazla doktora öğrencisinin çalıştığı ve çalışmaları ile 40 kadar işletmeye destek sağladığı belirtilmektedir.

İngiltere'nin tarım alanında faaliyet gösteren önemli kurumlarından 175 yıllık Rothamsted Enstitüsü'nün asıl çalışma alanının çevreye duyarlı tarım teknolojileri olduğu belirtilmektedir. 37 milyon pound bütçesi ve 450 araştırmacısı olan enstitünün yaptığı çalışmaların İngiltere ekonomisine kümülatif olarak yıllık 3000 milyon pound değerinde olduğu belirtilmektedir. Başarılı projelere imza atan kurumun araştırmacıları her yıl 300'e yakın yayın çıkarmakta ve bu yayınların %70 ini de ücretsiz erişimle dünya ile paylaşarak bilgiyi yaymaktadır. Son dönemde yürütülen projelerin gıda güvenliği için verimliliği arttırmaya yönelik genetik çalışmalar, gıda ve tarım teknolojileri üzerine yoğunlaştığı vurgulanmaktadır.

İngiltere tarım teknolojileri araştırmaları ve eğitimlerinde hem ulusal hem de uluslararası iş birliği ile Tarım 4.0 alanında öncü ve başarılı ülkelerden biridir.

3. SONUÇ

Tarımın tüm dönemlerde her ülke için ekonomik kalkınmadaki rolü çok önemli olmuştur ancak bugün tarımın gıda güvenliğini sağlama görevi diğer rollerinden ve her zamankinden daha önemli görünmektedir. Bu önemle tarımda bilgi ve teknoloji ve kullanımı da her zamankinden daha önemli hale gelmiştir. Üretken, teknolojik ve küresel olarak rekabetçi tarımsal üretime tüm ülkelerin gündemindedir. FAO verilerine göre 2050 yılına kadar dünya nüfusunun 10 milyarı aşması beklenmekte olup gıda talebinde ise %70 oranında artış gerçekleşmesi öngörülmektedir.

Dijital teknolojilerin tarım sektöründe uygulanması, ürün veriminin artmasına, maliyetin azalmasına, daha az ürün kaybına, su, yakıt ve gübrenin minimum kullanımını sağlamakta, doğal kaynaklar ve çevrenin korunması mümkün olabilmektedir. Bu durum tüketici açısından da değerlendirildiğinde daha ucuz ve kaliteli ürün tüketmek anlamına gelmektedir.

Yetersiz tarım arazisi ve birçok başka kısıta rağmen tarımda dijital teknolojik dönüşümü yakalayan ülkeler tarımda önemli başarılarla imza atmışlardır. Doğal üstünlüğe sahip Türkiye verimsiz, sürdürülebilir olmayan, dışa bağımlı hale gelen tarımında Tarım 4.0 uygulamalarına geçerek bu üstünlüğünü taçlandırma potansiyeline sahiptir.

Tarım sadece insanlığın gıda ihtiyacını karşılama yönüyle değil, ülke ekonomileri için istihdam, üretim, dış ticaret açısından da büyük önem taşır. Büyük oranda küçük aile işletmeleri ile tarım yapan Türkiye’de tarımın sosyal ve ekonomik boyutu ve etkisi güçlü ve yaygın etkisiyle daha da önemlidir. Güçlü tarım potansiyeline rağmen son yıllarda kötü üretim ile tarımsal üretim arzında sıkıntı yaşayan, tarımsal girdilerde dışa bağımlılığı çözememişken yetiştirebildiği ürünlerde de ithalatı artan, genç nüfusun tarımdan beklentisinin kalmaması sebebiyle sektörde azalan genç nüfusu ile Türkiye dünyanın endişelendiği nüfus ve iklim problemleri yanında ilave problemlere sahip bir tarım sektörü ile yol almaktadır.

Türkiye’de mevcut tarımsal üretim, uygulama ve politikalarla tarımın sürdürülebilirliği kalmamıştır. Geleneksel yöntemler verimsiz, maliyetli ve kaynakları korumayan bir niteliktedir. Tarım artık tüm dünya ve Türkiye için teknolojinin kullanılması gereken bir alan haline gelmiştir. Türkiye’nin

geçmişteki tarımda kendine yeterliğine kavuşmak, kaynaklarını korumak ve üstünlüğe sahip olduğu bu alanda dünyada söz sahibi olmak ve gelir sağlamak için Tarım 4.0' ı hızla kullanmadır.

Coğrafi olarak küçük ama dünya tarımının büyük aktörleri Hollanda, İsrail ve Tayvan teknolojiye dayalı tarımsal üretimleri ile kendine yeterlilikleri yüksek ve dünya tarım ticaretinde söz sahibi ülkelerdir. Bu ülkelerdeki uygulamalar Türkiye için model olmalıdır. Türkiye'de akıllı tarım ile sağlanacak üretim artışı yurtiçinde ve ihracata kazanç sağlanacaktır. Türkiye, birçok sorunla mücadele eden tarım sektörü, alanın sorunlarından ülke ekonomisine yansıyan enflasyon, işsizlik, düşük miktar ve kalitede üretim, yetersiz döviz getirisi ile dijital tarım uygulamalarını vakit geçirilmeden tarımsal üretiminde kullanmak zorundadır.

KAYNAKLAR

- Anonim, (2002). Hürriyet, (30.10.2002). İsrail Tarlada 5 Yıldızlı Oldu Gözünü Japonya'ya Dikti. <http://www.hurriyet.com.tr/israil-tarlada-5-yildizli-oldu-gozunu-japonyaya-dikti-38426376>. (Erişim: 04.10.2023)
- Anonim, (2018). Hazine ve Maliye Bakanlığı, (Ekim, 2018). Aylık Ekonomik Göstergeler. <https://www.hazine.gov.tr/ekonomik-gostergeler>. (Erişim:20.10.2023)
- Anonim, (2020). Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu Akıllı tarım raporu, <https://www.btk.gov.tr/uploads/pages/arastirma-raporlari/akilli-tarim.pdf> (Erişim: 09.05.2023).
- Anonim, (2022).İzmir Tarım Teknoloji Merkezi. <https://ittm.itb.org.tr/>(Erişim:20.09.2023)
- COA, Council of Agriculture, (2016). Moving towards Agricultural 4.0 in Taiwan with Smart Technology. <https://eng.coa.gov.tw/ws.php?id=2505331>. (Erişim: 02.11.2023)
- Çakan, H., (2017). Tarımın Kazandığı Ülke: İsrail. <http://apelasyon.com/Yazi/642-tarimin-kazandigi-ulke-israil>. (Erişim: 04.10.2023)
- David, I.B., (2017). Agriculture in Israel Where R&D Meets Nation Needs ,State of Israel, Ministry of Agriculture & Rural Development, Deputy Director General (Foreign Trade), Sacramento (CA)., May 25, 2017.
- De Clercq, M., Vats, A., and Biel, A., (2018). Agriculture 4.0: The Future of Farming Technology. <https://www.oliverwyman.com/content/dam/oliver-wyman/v2/publications/2021/apr/agriculture-4-0-the-future-of-farming-technology.pdf> (Erişim: 01.11.2023)
- Donat, İ., (2015). 90 Milyar \$ Dolarlık Hollanda Tarım Mucizesi. <https://www.farklibirbakis.com/tarimda-90-milyar-dolarlik-hollanda-mucizesi/> (Erişim: 04.11.2023).
- European Commission, 2019, <https://ec.europa.eu/agriculture/research-innovationinl>, Erişim tarihi: 19.10.2023.

- Kılavuz, E., Erdem, İ. (2019). Dünyada Tarım 4.0 Uygulamaları ve Türk Tarımının Dönüşümü, *Social Sciences*, 14.4: 133-157.
- Kirmikil, M., Ertaş, B., (2020). Tarım 4.0 İle Sürdürülebilir Bir Gelecek. *Icontech International Journal Of Surveys, Engineering, Technology* Issn 2717-7270.
- NSPP, New Southbound Policy Portal, (2018). Smart Agriculture - Farming Goes High Tech. <https://nspp.mofa.gov.tw/nsppe/news.php?post=139401&unit=410>. (Erişim: 22.10.2023)
- Özgüç, N., (2012). Ekonomik Faaliyetler E-Ders. <http://istanbulauzef.blogspot.com.tr/2012/05/prof.html>. (Erişim 09.09.2023).
- Özgülven, M.M., (2018). Hassas Tarım. Akfon Yayınları, Ankara. ISBN: 978-605-68762-4-0.
- Pugnatorius, (2018). Agriculture 4.0 – Thailand’s Superfood. <https://pugnatorius.com/agriculture>. (Erişim: 15.10.2023).
- Ryan, M., (2017). Taiwan: Home to the Total Supply Chain for Agriculture 4.0. <https://agfundernews.com/taiwan-home-totalsupply-chain-agriculture-4-0.html>. (Erişim: 03.10.2023)
- Saygılı, F., Kaya, A.A., Çalışkan, E.T. ve Kozal, Ö.E., (2018). Türk Tarımının Global Entegrasyonu ve Tarım 4.0, İzmir Tcaret Borsası, Yayın No: 98, İzmir.
- Statista, (2019). <https://www.statista.com/statistics/720062/market-value-smart-agriculture-worldwide/> (Erişim: 19.10.2023).
- Türker, U., (2017). Hassas Tarımın Verimlilik üzerine etkileri. 6.Ulusal verimlilik Kongresi. 7 Aralık 2017,Ankara.
- Yıldız Tonga, M. ve Tonga, M. (2022). Endüstri 4.0’a Genel Bir Bakış: Sanayinin Geleceği. *G.Ü. İslahiye İİBF Uluslararası E-Dergi*, 6 (6) , 40-60. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/iiibfud/issue/73859/1206599>

BÖLÜM 12

TARIM ve TARIMDIŞI İŞGÜCÜ PİYASASINDA KADINLARIN İSTİHDAM DURUMU

Prof. Dr. Gülistan ERDAL¹

Prof. Dr. Hilmi ERDAL²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10214735>

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, 60100
– Tokat-Türkiye, Orcidid: 000-0003-0227-3013

E-mail: gulistan.erdal@gop.edu.tr

²Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, 60100
– Tokat-Türkiye, Orcidid: 0000-0001-7554-3059

E-mail: hilmi.erdal@gop.edu.tr

GİRİŞ

Türkiye’de 2022 yılı itibariyle 15 ve üstü yaş nüfusun (64,7 milyon) 34,3 milyonu işgücüne dahil olmaktadır. Bu iş gücünün 30,7 milyonu istihdam edilmektedir. Toplam nüfus içinde işgücüne katılma oranı %53,1 iken istihdam oranı %47,5 olarak gerçekleşmiştir. İstihdamın sektörel dağılımı incelendiğinde %21,7sanayi, %56,6hizmet, %6 inşaat olurken tarım sektörünün istihdam içindeki payı %15,7 olup, 4,8 milyon kişi tarımda istihdam edilmektedir (TUİK, 2023a).

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2021 yılı Hane halkı İşgücü Araştırması, İstatistiklerle Kadın araştırması sonuçlarına göre, kadınların işgücüne katılma oranı %32,8 olarak tespit edilmiştir (TÜİK,2023b). Bu istatistiklere göre Türkiye’de gelişmişlik düzeyi benzer ülkeler karşısında kadınların işgücüne yetersiz seviyede dahil olduğu anlaşılmaktadır. Avrupa Birliğinde kadınların işgücüne katılım oranı %67,9 iken erkeklerde %78,8’dir (Öcal,2021).

Türkiye’de, kadınların işgücüne dahil olma durumlarını negatif etkileyen faktörler olarak en fazla öne çıkan faktörlerin eğitim, yaş ve medeni durum olduğu belirtilmektedir (Başlevent ve Onaran, 2003; Kızılgöl, 2012; Kılıç ve Öztürk, 2014; Yazıcı, 2018). Ayrıca, çalışma şartlarının ağır ve yıkıcı olması ve ücret düşüklüğü gibi nedenlerin de kadınların çalışma hayatındaki memnuniyetini azaltarak işgücüne dahil olmalarını engellediği ifade edilmektedir (Makal, 2010; Kılıç ve Öztürk, 2014). Türkiye’de kadın iş gücü tarımsal üretim için oldukça önemli bir yere sahiptir (Aydoğdu,2019).Türkiye’de tarımda çalışanların %45,2’isi kadınlardan oluştuğu kaydedilmiştir. Bu orana göre tarım sektörünün hala kadınların yoğun olarak istihdam edildiği sektör konumunda olduğu söylenebilir (TUİK, 2019b). Kadınların tarımsal üretim içerisinde genellikle mevsimlik tarım işçisi ve ücretsiz aile işgücü olarak çalıştıkları görülmektedir(TUİK, 2019b).

Literatürde geniş bir yer tutan kadınlara yönelik çalışmalar özelinde kadınların tarım ve tarım dışı işgücüne katılma durumları ve istihdam edilmeleri önemli bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu kapsamda sorunların ortaya çıkarılması ve çözüm önerileri sunulabilmesi için konuya ait çalışmaların güncel tutulması önemlidir. Bu çalışmada, güncel veriler altında

Türkiye’de tarım ve tarım dışı işgücü piyasasında kadınların görünümü genel olarak ortaya konulmuştur.

1. ARAŞTIRMA BULGULARI

1.1. Türkiye’de Nüfus

Türkiye’de 2022 yılında Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) sonuçlarına göre, kadın nüfusu 42,5 milyon, erkek nüfus ise 42,7 milyondur. Toplam nüfus ise 85,3 milyon olarak gerçekleşmiştir.

Nüfus büyüklüğü bakımından Türkiye’nin 194 ülke içerisinde 18. sırada yer aldığı ve toplam nüfusunun %15,2 sinin genç nüfus olduğu belirtilmiştir (TÜİK,2023b).

TÜİK ve ADNKS sonuçlarına göre, nüfus istatistikleri,bölgesel büyüklüklere göre kent ve kırsal şeklinde sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflandırma şekli 2012 yılında çıkarılan 6360 sayılı yasa ile önemli değişikliklere uğramıştır. Bu nedenle kent-kırsal tanımları TÜİK tarafından yeniden tanımlanmıştır. Yeni tanımlamada yoğun kent, orta yoğun kent ve kırsal şeklinde bir ayrıma gidilmiştir. Bu şekilde uluslararası standartlara uyum sağlanmıştır (TÜİK,2023c).

Yoğun kent sınıflamasında 57,9 milyon kişi yaşamaktadır. Bu toplam nüfusun %67,9’unu oluşturmaktadır. Toplam Türkiye nüfusunün %93,5’i ise kırsal sınıflandırmasına girmektedir. Bu kısımda ise nüfusun %17,3’ü ikamet etmektedir. Orta yoğun kent kısmında ise nüfusun %14,8’inin ikamet kaydedilmiştir. Bu kısım ise ülke nüfusunün %4,9’unu oluşturmaktadır.

Yoğun kent bölgelerinde yaşayan nüfusun %49,7’sini erkekler, %50,3’ünü ise kadınlar, orta yoğun kent bölgelerinde yaşayan nüfusun %50,3’ünü erkekler, %49,7’sini kadınlar kırsal bölgelerinde yaşayan nüfusun ise %51,4’ünü erkekler ve %48,6’sını kadınlar oluşturmaktadır (TÜİK, 2023c).

1.2. Çalışma Hayatında Kalma Süresi

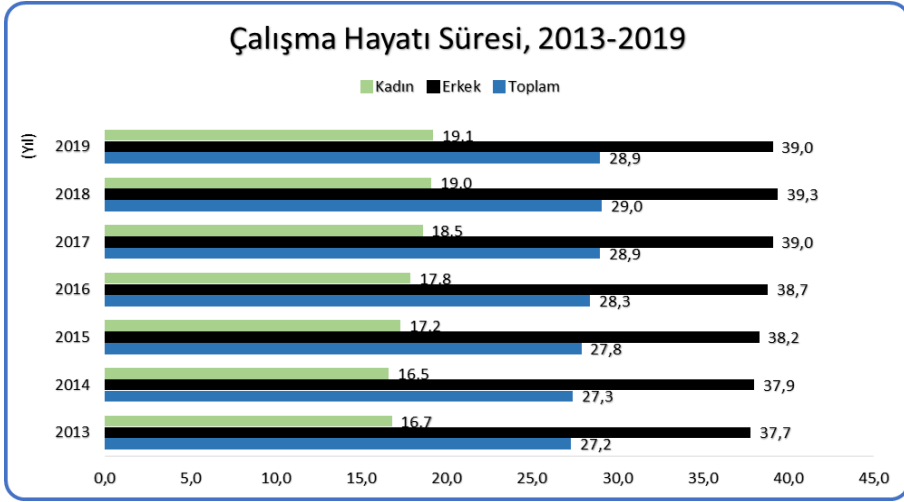
Bir insanın çalışma hayatı süresince işgücü piyasasında aktif olması beklenen yıl süresi çalışma hayatında kalma süresi olarak tanımlanmaktadır. Kadınların istihdama dahil olması yıllardır kadınların toplumdaki statüsü ile

etkileşim içerisinde olmuştur. Kadınların çalışma hayatına aktif olarak katılımı, toplum nezdinde kabul görmüş bazı sınırların dışına çıkması anlamına gelirken kadının ek iş gücü gibi görülmesine ve ayrımcılık içeren uygulamalar ile karşılaşmasına yol açmaktadır. Ayrımcılığın en fazla ücret mekanizmasının işleyişinde ve meslek gruplarında olduğu görülmektedir. Meslek gruplarına göre kadın işi ve erkek işi şeklinde ifadelerin kullanıldığı dikkat çekmektedir (Parlaktuna, 2010). Pek çok ülkede hala kadınların daha çok temizlik işlerinde yemek bulaşık gibi ev işlerinde istihdam edildiği daha teknik ve bilgi gerektiren işlerin kadın işinden ziyade erkek işi olarak nitelendirildiği belirtilmektedir. Örneğin Türkiye’de de hemşirelik ve öğretmenliğin kadın mesleği, polis ve mühendisliğin ise erkek mesleği olarak ifade edildiği bilinmektedir (Erikli, 2020).

Çalışma hayatında kadın erkek eşitsizliğinin öne çıktığı bir diğer alan ise ücret konusudur. Ücret farklılığı cinsiyet farklılığını aynı işe farklı ücret ödenmesi ile kendini göstermektedir. Diğer bir deyişle kadınların aynı işi yapmalarına rağmen erkeklere göre daha düşük ücret almaları şeklinde ifade edilebilir. TÜİK’in meslek grubuna göre kadın ve erkek ücret farkı % 7,7 olarak hesaplanmıştır (Erikli,2020).

Bu farklılıklar sadece ücret olarak değil Şekil 1’de görüldüğü üzere çalışma hayatında kalma süresinde de görülmektedir.

Kadınların çalışma hayatında kalma süresi, 2013 yılında 16,7 yıl, erkeklerin ise 37,7 yıl olduğu görülürken bu rakamlar 2019 yılında kadınlarda 19,1 yıl, erkeklerde 39,0 yıl olduğu kaydedilmiştir. Kadınların çalışma hayatında kalma süresi 7 yılda 2,4 yıl artmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma Hayatı Süresi, 2013-2019

Kaynak: TÜİK, 2019a

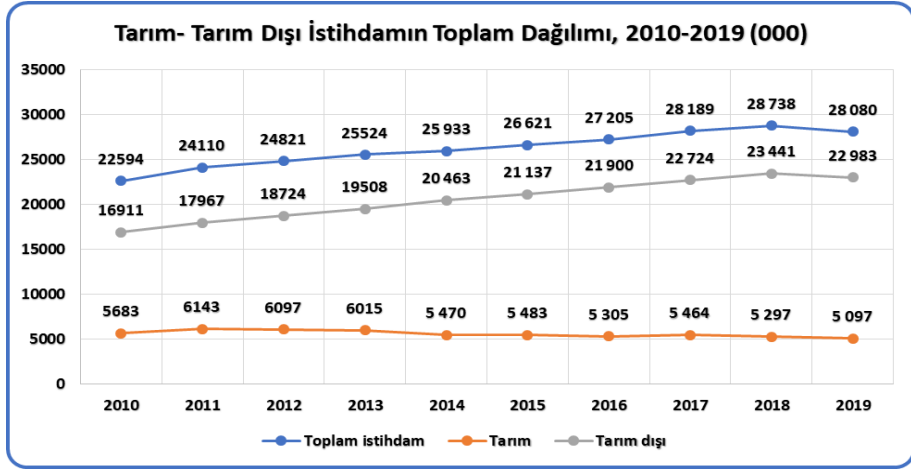
1.3. İstihdam

1.3.1. Tarım ve Tarım Dışı İstihdam Dağılımları

İşgücü piyasasına dair ikinci temel gösterge, istihdam oranıdır. İstihdam oranı, istihdamda olan nüfusun 15 ve yukarı yaştaki nüfusa oranı hesaplanarak elde edilir.

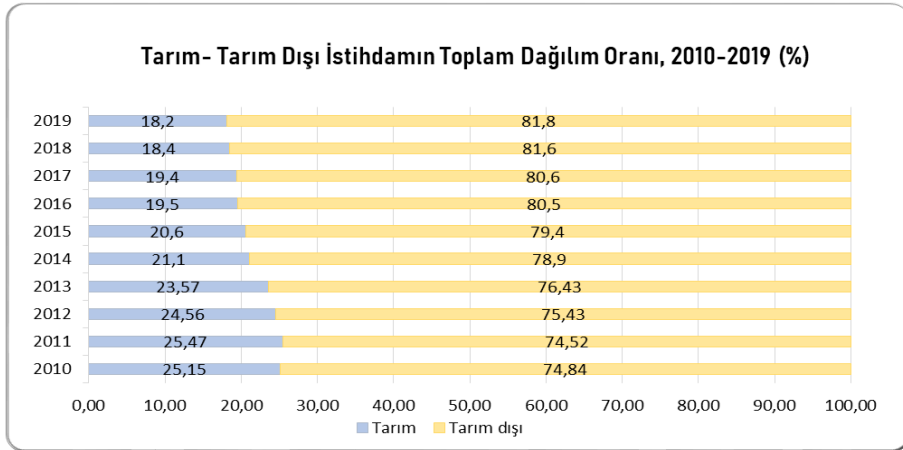
TÜİK verilerine göre tarım- tarım dışı istihdamda toplam dağılım 2010 yılında 22,6 milyon kişi iken bu rakam 2019 yılında %24 artarak 28,1 milyon kişi olmuştur (Şekil 2).

Bu 10 yıllık süreçte en fazla istihdam alanı tarım dışında gerçekleşmiştir. Bu oranlar 2010 yılında %74,84 ile, 2019 yılında %81,8 olmuştur (Şekil 3). Tarım istihdamı 2010 yılında %25,15 iken 2019 yılında %6,95 düşerek %18,2 olmuştur (Şekil 2, Şekil 3). Ülkelerin gelişme süreçleri içerisinde tarım istihdamının tarım dışı istihdama göre daha düşük olması beklenen bir durumdur.



Şekil 2. Tarım- Tarım Dışı İstihdamın Dağılımı (kişi)

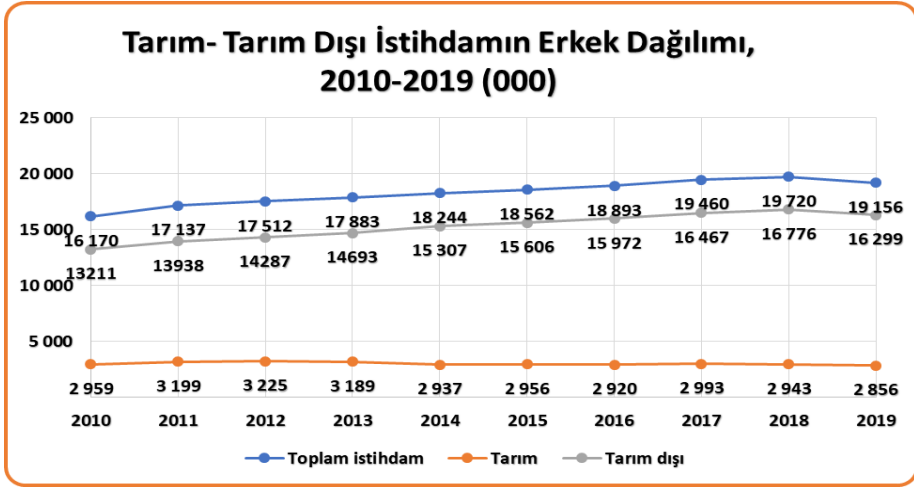
Kaynak: TÜİK, 2018-2019a



Şekil 3. Tarım- Tarım Dışı İstihdam Oranları (%)

Kaynak: TÜİK, 2019a

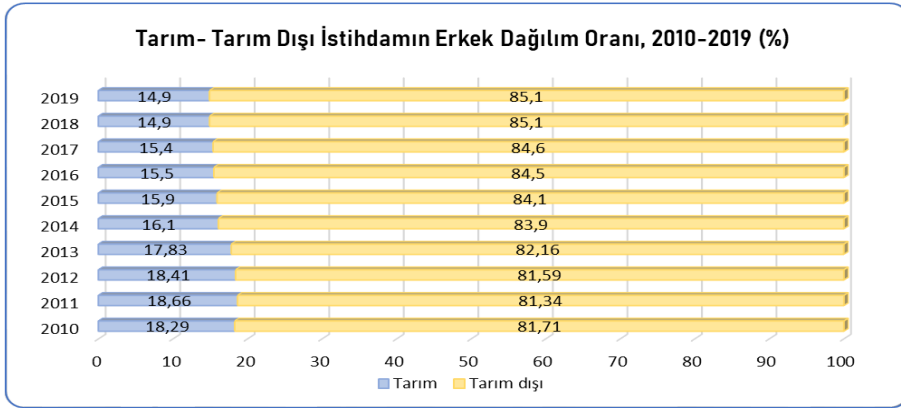
Tarım- tarım dışı ve toplam istihdamın erkek çalışanları için kişisiz dağılımı Şekil 4'de ve oransal dağılımı Şekil 5'de verilmiştir.



Şekil 4. Tarım-Tarım Dışı İstihdamın Erkek Dağılımı (kişi)

Kaynak: TÜİK, 2018-2019a

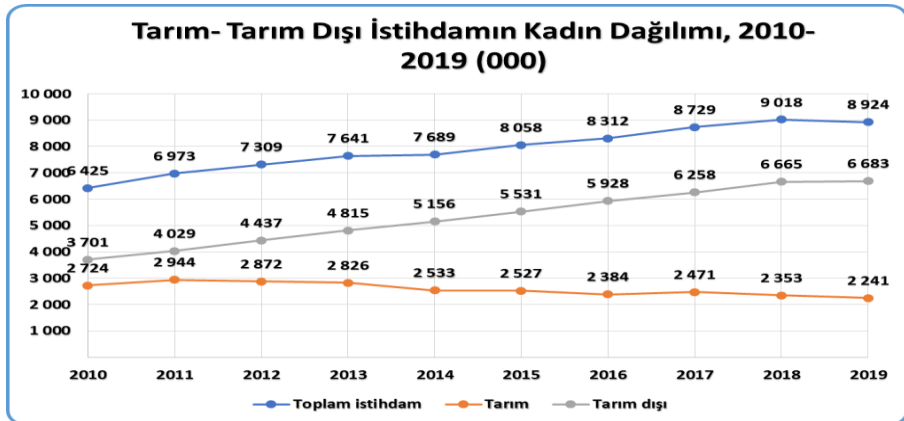
Tarım ve tarım dışı istihdamın erkek çalışanlar açısından dağılımı incelendiğinde, 2010 yılında toplam 16,2 milyon kişi olan erkek işgücünün 2019 yılında %18 artarak 19,2 milyon kişiye yükseldiği görülmüştür (Şekil 4). Erkeklerin istihdam alanına bakıldığında tarım dışını tarım alanından daha çok tercih ettikleri görülmüştür. 2010 yılından itibaren rakamlarının artmasının nedeni nüfus artışı ile birlikte tarım dışına yapılan istihdam olmuştur. Tarım dışına istihdam 2010 yılında 13,2 milyon kişi iken 2019 yılında bu rakam %23 artmıştır. Yani tarım dışı istihdam oranları 2010 yılında %81,71 iken 2019 yılında %85,1 olarak gerçekleşmiştir. Tarım istihdamının toplam istihdam içindeki payı ise 2010 yılında %18,29 iken 2019 yılında bu oran %14,9'a gerilemiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Tarım- Tarım Dışı İstihdamın Erkek Dağılımı

Kaynak: TÜİK, 2019a

Toplam istihdam içerisinde yıllar itibariyle gerek nüfus artışı gerekse kadınların çalışma hayatında daha aktif rol alması ile birlikte kadın sayısı artmıştır. Buna göre toplam istihdamda kadın çalışanların oranı 2010 yılında %28 iken 2019 da bu oran %31 olmuştur. Tarım- tarım dışı istihdamın kadın çalışanlar açısından dağılımı değerlendirildiğinde tarım dışı istihdamda da kadınların ağırlıklı yer aldığı görülmektedir. Tarım dışı istihdamda kadın sayısı 2010 yılında 3,7 milyon kişi iken 2019 yılında ise 6,7 milyon kişiye yükselmiştir. Tarım istihdamı ise 2010 yılında 2,7 milyon kişi iken 2019 yılında bu rakam %17 azalarak 2,2 milyon kişi olmuştur (Şekil 6).



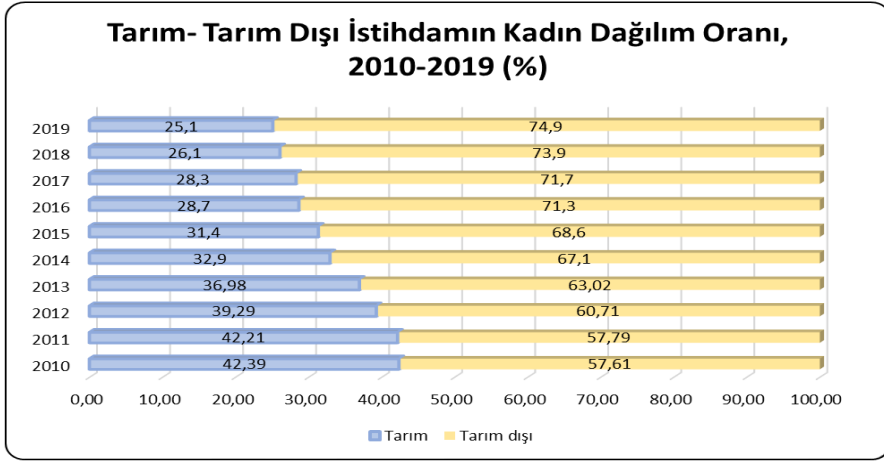
Şekil 6. Tarım- Tarım Dışı İstihdamın Kadın Dağılımı

Kaynak: TÜİK, 2018 -2019a

Kadın çalışanların tarım istihdamının toplam istihdam içindeki payı 2010 yılında %42,39 iken bu oran 2019 yılında %25,1'e gerilemiştir.

Yine kadın çalışanların datarım dışı istihdam oranının yüksek olduğu görülmektedir. 2010 yılında toplam kadın istihdamı içinde % 57,61 olan tarım dışı istihdam oranı 2019 yılında %74,9 olmuştur. 2010 yılında kadınların tarım istihdamı ile tarım dışı istihdamı oranı arasındaki fark %15,22 iken bu oran 2019 yılında tarım dışı lehine %49,8'e çıkmıştır.

Yıllar itibariyle kadınların tarım dışı işlere daha fazla yöneldiği görülsede tarım işlerinde de hala yoğun olarak çalıştıkları söylenebilir (Şekil 7).



Şekil 7. Tarım- Tarım Dışı İstihdamın Kadın Dağılımı

Kaynak: TÜİK, 2019a

Tüm göstergeler bütün olarak değerlendirildiğinde, Türkiye'de 2022 yılı itibariyle tarım sektörünün istihdam içindeki payı %15,7'dir. Yaklaşık 4,8 milyon kişi tarımda istihdam edilmektedir. Diğer taraftan sanayi, hizmet ve inşaat sektörlerinin toplamından oluşan tarım dışı istihdam oranı ise %84,3 olarak gerçekleşmiştir (TÜİK,2023a).

Kadınların işgücüne katılma oranı %32,8 iken bu oran Avrupa Birliğinde kadınların işgücüne katılma oranının (%67,9) yarısından bile daha azdır. Genel olarak kadın ve erkeklerin tarım dışı istihdam içindeki paylarını tarım istihdamından yüksek olsa da toplam istihdamın önemli (%15,7) bir kısmının hala tarım alanında istihdam edildiği söylenebilir. Burada toplam

nüfusun %17,3'ünün kırsal alanlarda ikamet ettiği düşünülürse kadın ve erkek çalışanların istihdam alanı olarak tarımın zorunlu bir tercih olarak öne çıktığı yadsınamaz. Tarım dışı faaliyetlerde kadınların %58,6'sının erkeklerin ise %55,7'sinin hizmet sektöründe istihdam edildikleri görülmektedir. İkinci sektör durumunda kadınların %25,4 oranında tarım sektöründe, erkeklerin ise %21,7 oranında sanayi sektöründe çalıştığı kaydedilmiştir.

Konu kamu açısından ele alındığında 2019 yılında kamuda kadın çalışanların %38,4, erkek çalışanların %61,9 olduğu tespit edilmiştir. Vali, kaymakam hakim, savcı ve büyükelçilik görevlerinde kadın çalışanların oranın çok düşük olduğu söylenebilir. Üst düzey memur sayısı içerisinde 2018 yılı itibariyle kadınların oranının %9 olduğu bilinmektedir. Bürokraside de üst düzey yöneticiler içerisinde erkeklerin oranının %91 olduğu kaydedilmiştir (Erikli, 2020).

1.3.2. İşteki Duruma Göre Tarım ve Tarım Dışı Sektörlerinde İstihdam Edilenler

Kadın tarım sektöründe bir emekçi olarak karşımıza çıkmaktadır. Genellikle kayıt dışı çalışır ve her hangi bir sosyal güvenceye sahip değildir. Ücretsiz aile işçisi konumunda olduğu için eve gelir sağlayan bir kişi olarak görülmez ve çalıştığı faaliyet kolları açısından da kayıtlara alınmaz. Resmi tanımlamaya göre istihdam, kişinin bizzat gelir getirici bir çalışma faaliyeti içinde olması anlamına gelmektedir. Bu tanımlamada mutlaka gelir getirici bir iş kolu veya işletme bulunmalıdır. Gelir getirici çalışma şekilleri ise ücretli veya yevmiyeli, kendi hesabına, işveren olarak çalışıp, çalışmasına göre ayrılmaktadır.

Tablo 1. İşteki Duruma Göre İstihdam Edilenler, (000)

İşteki Duruma Göre İstihdam Edilenler, Toplam										
	Toplam		Ücretli/ Yevmiyeli		İşveren		Kendi hesabına		Ücretsiz aile işçisi	
	Tarım	Tarım Dışı	Tarım	Tarım Dışı	Tarım	Tarım Dışı	Tarım	Tarım Dışı	Tarım	Tarım Dışı
2010	5683	16911	527	13235	95	1108	2418	2129	2643	440
2011	6143	17967	623	14253	99	1144	2554	2132	2866	437
2012	6097	18724	606	15013	78	1160	2590	2105	2823	446
2013	6015	19508	591	15762	73	1108	2552	2221	2799	418
2014	5470	20462	546	16579	53	1121	2203	2276	2668	487
2015	5483	21137	599	17228	48	1127	2209	2259	2627	523
2016	5305	21901	548	17830	54	1185	2189	2347	2514	539
2017	5464	22724	570	18391	61	1218	2263	2552	2571	563
2018	5297	23441	544	18991	51	1230	2262	2647	2440	572
2019	5097	22983	552	18664	49	1204	2150	2559	2347	555

Kaynak: TÜİK, 2019b

İş durumuna göre istihdam edilenleri incelediğimizde en büyük rakamlar tarım dışında görülmektedir (Tablo 1). Tarım dışına yapılan toplam ücretsiz aile işçisi 2010 yılında 440 bin kişi iken 2019 yılında %26 artarak 555 bin kişi olmuştur. Tarım sektöründe yapılan toplam istihdam alanına bakıldığında ücretsiz aile işçisi 2010 yılında 2 milyon 643 bin kişi iken 2019 yılında bu rakam %11 azalarak 2 milyon 347 bin kişiye düşmüştür. 2019 yılında toplam istihdam edilenlerin tarım dışı sektöründe en büyük paya sahip %81 ile ücretli/yevmiyeli işçilerdir. Tarım sektörüne bakıldığında en büyük pay %46 ile ücretsiz aile işçisidir.

Tablo 2. İşteki Duruma Göre İstihdam Edilenler (Erkek, 000)

İşteki Duruma Göre İstihdam Edilenler, Erkek										
	Toplam		Ücretli/ Yevmiyeli		İşveren		Kendi hesabına		Ücretsiz aile işçisi	
	Tarım	Tarım Dışı	Tarım	Tarım Dışı	Tarım	Tarım Dışı	Tarım	Tarım Dışı	Tarım	Tarım Dışı
2010	2959	13211	308	10194	85	1034	1993	1733	573	249
2011	3199	13938	385	10892	92	1065	2120	1751	602	230
2012	3225	14287	392	11260	71	1074	2177	1729	585	224
2013	3189	14693	373	11657	68	1019	2146	1805	601	212
2014	2937	15307	332	12166	49	1030	1935	1842	621	268
2015	2956	15606	371	12485	45	1035	1952	1809	589	276
2016	2920	15973	345	12756	49	1077	1941	1860	585	279
2017	2993	16467	356	13069	57	1110	2007	1986	574	302
2018	2943	16776	341	13302	48	1121	1995	2039	560	314
2019	2856	16299	341	12928	45	1079	1914	1993	556	299

Kaynak. TÜİK, 2019b

Erkek çalışanların iş durumlarına göre istihdam verilerine bakıldığında en büyük rakamlar tarım dışı sektörde görülmektedir (Tablo2). Erkek çalışanların istihdamında 2019 yılında tarım dışında en fazla pay 12 milyon 928 bin kişi ile ücretli/yevmiyeli işçisindedir. Tarım sektöründe en büyük pay ise kendi hesabına çalışanlarda olmuştur. 2019 yılında %67'lık bir oran ile 1 milyon 914 bin kişi olmuştur. 2010 yılında bu rakamın benzer olduğu görülmektedir (Tablo 2).

Tablo3.İşteki Duruma Göre İstihdam Edilenler (Kadın, 000)

İşteki Duruma Göre İstihdam Edilenler, Kadın, 2010-2019										
	Toplam		Ücretli/ Yevmiyeli		İşveren		Kendi hesabına		Ücretsiz aile işçisi	
	Tarım	Tarım Dışı	Tarım	Tarım Dışı	Tarım	Tarım Dışı	Tarım	Tarım Dışı	Tarım	Tarım Dışı
2010	2724	3701	219	3041	10	73	426	397	2070	190
2011	2944	4029	238	3361	8	79	434	381	2265	207
2012	2872	4437	213	3753	8	86	413	376	2238	222
2013	2826	4815	218	4104	5	89	406	416	2197	206
2014	2533	5156	214	4413	4	90	268	434	2047	219
2015	2527	5531	228	4743	3	91	257	450	2039	247
2016	2384	5928	203	5073	4	108	248	486	1929	261
2017	2471	6258	214	5322	3	109	256	567	1997	261
2018	2353	6665	203	5689	3	109	267	608	1880	258
2019	2241	6683	211	5736	4	126	235	566	1791	256

Kaynak: TÜİK (2019b)

Kadınların istihdam alanları da erkek çalışanları gibi çoğunlukla tarım dışına yapıldığı görülmektedir (Tablo3). Ancak kadınların tarım sektöründe en büyük payı erkeklerde olduğu gibi kendi hesabına çalışanlarda değil ücretsiz aile işçiliğinde olmuştur. 2019 yılında tarım sektöründe ücretsiz aile işçisi %79'lük bir oranla 1 milyon 791 bin kişi olmuştur. Bu rakamın 2010 yılında 2 milyon 70 bin kişi olduğuna dikkat edilirse yıllar itibariyle kadınların ücretsiz aile işçiliğinden tarım dışı ücretli işçiliğe kaydığı söylenebilir. Nitekim, kadınların tarım dışındaki en büyük payı alan ücretli/yevmiyeli oranı 2010 yılından 2019 yılına %88'lik bir artışla 5 milyon 736 bin kişi olduğu kaydedilmiştir (Tablo 3).

2. SONUÇ

Türkiye nüfusunun %67,9'unu yoğun kent yerleşim yerlerinde ikamet etse de, kır olarak sınıflandırılan ve Türkiye yüzölçümünün %93,5'ini oluşturan yerleşim yerlerinde toplam nüfusun %17,3'ü ikamet etmektedir. Kırsal nüfusun önemli bir bölümü tarımsal işgücüne dahil olurken tarım sektörüne yönelik işgücüne katılımın özellikle kadınlar için önemli bir yer tuttuğu görülmektedir. Diğer yandan son 10 yıllık dönemde nüfusun büyük bölümünün yoğun kent yerleşim yerlerine kayması ile beraber kadınların tarımdan tarım dışı işlerde gerek kendi hesabına gerekse ücretli/yevmiyeli işlerde daha fazla rol almaya başladığı da görülmektedir.

Bu anlamda Türkiye'nin gelişmişlik seviyesine ve yoluna paralel olarak iş gücü piyasasında kadınların rolü ve toplumsal cinsiyet eşitliğinin önemi daha yoğun hissedilmektedir. Özellikle 2000'li yılların başında kadınların işgücü piyasasına katılmasını sağlayan gelişmelerin yaşanması toplumsal alanda cinsiyet eşitliğini sağlamaya yönelik düzenlemelerin artması dikkat çekmektedir. Bu kapsamda istihdam, sosyal yardım ve sosyal hizmetler başta olmak üzere birçok konuda ayrımcılığın önlenmesi ve eşitsizliklerin giderilmesi amacıyla 2016 yılında Türkiye İnsan Hakları ve Eşitlik Kurumu kurulması, ayrımcılık ile mücadele ve toplumsal cinsiyet eşitliğini sağlama açısından büyük önem taşımaktadır. Bu düzenlemelere rağmen özellikle işgücü piyasasında kadına yönelik ayrımcılık içeren uygulamaların büyük oranda devam ettiği görülmektedir.

Gerek söz konusu uygulamaların gerekse kadına yönelik olumsuz bakış açısının değişmesi için toplumdaki tüm erkek ve kadınların formal eğitimin yanı sıra toplumsal cinsiyet rollerine dayalı ayrımcılığın ortadan kaldırılmasına yönelik eğitimlerine de ağırlık verilmesi oldukça önemlidir. Nitekim, eğitim düzeyi artışının, bireylerin hem tarımda hem de tarım dışında çalışma hayatının kadına bakış açısını olumlu yönde etkilediğine yönelik çalışmaların varlığından hareketle toplumsal cinsiyet eşitsizliğinin önlenmesinde bütünsel bir eğitim programının önemli bir politika aracı olacağı yadsınamaz. Son olarak, devlet tarafından kadın çalışanlar için tarım ve tarım dışına istihdamının teşvikinde etkin ve süreklilik sağlayacak politikaların artırılması da önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- Aydoğdu, H.A. (2019). Tarım Sektöründe Çalışan Kadınların İşe Bakışları ve Memnuniyetleri Üzerine Bir Araştırma.Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 23(4): 380-390.
- Başlevent, C., Onaran, O. (2003). Are Turkish wives more likely to become addedor discouraged workers? Labour, 17(3), 439–458.
- Erikli, S. (2020). Çalışma Yaşamında Toplumsal Cinsiyet Ayrımcılığının Görünümü, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 2(1): 39-60.
- Kılıç, D., Öztürk, S. (2014). Türkiye’de Kadınların İşgücüne Katılımı Önündeki Engeller ve Çözüm Yolları: Bir Ampirik Uygulama. Amme İdaresi Dergisi, 47(1), 107130.
- Kızılgöl, Ö. (2012). Kadınların İşgücüne Katılımının Belirleyicileri: Ekonometrik Bir Analiz. Doğuş Üniversitesi Dergisi, 13(1), 88-101.
- Makal, A. (2010). Türkiye’de Erken Cumhuriyet Döneminde Kadın Emegi. Çalışma ve Toplum, 2, 13-40.
- Öcal, A.T. (2021). Türkiye’de İşgücü Piyasasında Toplumsal Cinsiyet Eşitsizliği. World Women Conference-II, February 11-12, 2021, Baku, Azerbaijan, (TheBook of Full Texts) (Volume-2). <http://www.worldwomenconference.org>. (Erişim Tarihi: 08.11.2023).
- Parlaktuna, İ.(2010).Türkiye’de Cinsiyete Dayalı Mesleki Ayrımcılık, Ege Akademik Bakış, 10(4), 1217-1230.
- TUİK (2018). Türkiye İstatistik Kurumu, Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları. http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=27_587 (Erişim Tarihi: 01.02.2018).
- TUİK (2019a). Türkiye İstatistik Kurumu, İş gücü İstatistikleri. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Isgucu-Istatistikleri> (Erişim Tarihi: 25.02.2019).
- TUİK (2019b). Türkiye İstatistik Kurumu, İstihdam Edilen Yıllar Ve Cinsiyete Göre İşteki Durumu.

http://tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1007 (Erişim Tarihi: 02.03.2019).

TÜİK (2023a). Türkiye İstatistik Kurumu, İşgücü İstatistikleri, <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=istihdam-issizlik-ve-ucret-108&dil=1> (Erişim tarihi: 10.11.2023).

TÜİK (2023b) 2021 yılı Hanehalkı İşgücü Araştırması, İstatistiklerle Kadın, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=%C4%B0statistiklerle-Kad%C4%B1n-2022-49668&dil=1>(Erişim tarihi: 10.11.2023).

TÜİK (2023c). Kent-Kır Nüfus İstatistikleri, 2022. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Kent-Kir-Nufus-Istatistikleri-2022-49755> (Erişim Tarihi: 10.11.2023).

Yazıcı, A. M. (2018). Medeni Durumun Ve Eğitimin Kadınların İşgücüne Katılımına Etkisi: TÜİK Verileri Üzerine Ampirik Bir Çalışma. *İktisat Politikası Araştırmaları Dergisi*, 5(2), 101-116.

BÖLÜM 13

TARIM SEKTÖRÜNDE KADIN ve ERKEK İŞGÜCÜ ÜCRETLERİ ARASINDAKİ EŞİTSİZLİK

Prof. Dr. Gülistan ERDAL¹

Prof. Dr. Hilmi ERDAL²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10214743>

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, 60100
– Tokat-Türkiye, Orcidid: 000-0003-0227-3013 E-mail: gulistan.erdal@gop.edu.tr

²Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, 60100
– Tokat-Türkiye, Orcidid: 0000-0001-7554-3059 E-mail: hilmi.erdal@gop.edu.tr

GİRİŞ

Güç, statü, haklar ve fırsatlar bakımından kadın ve erkek arasında yaşanan eşitsizlik ve dengesizlik durumu, toplumsal cinsiyet eşitsizliği olarak adlandırılır (Uluocak vd., 2014). Kuşkusuz, toplumsal cinsiyet eşitsizliği tartışmalarının en yoğun yaşandığı alanlardan biri işgücü piyasasıdır. İşgücüne katılım, istihdam, ücret ve toplumsal rollerle ilgili karşılaşılan sorunlar, hayatın tüm alanlarıyla bütüncül bir ilişki içindedir. Eşitsizliğin temelinde, sosyal ve kültürel etkenlerin yanı sıra ekonomi politikaları ve kurumsal engeller de bulunmaktadır. Başka bir deyişle, eşitsizliğin kaynağında ataerkil toplumsal yapı yer alırken, kapitalist üretim ilişkileri de bu eşitsizliği körüklemektedir (Omay, 2011).

Ücret farklılığı cinsiyet farklılığını aynı işe farklı ücret ödenmesi ile kendini göstermektedir. Cinsiyete dayalı ücret eşitsizliği olarak değerlendirilen durumda, kadınlarla erkekler aynı işi yapmalarına, aynı beşerî sermaye, aynı verimlilik ve kıdeme sahip olmalarına rağmen, işveren tarafından ucuz ya da geçici işgücü olarak kabul edilmekte ve erkek çalışanlara göre daha düşük ücretlendirilmektedirler(Halaçlı ve Karaalp-Orhan, 2022).

Türkiye’de birçok farklı sektör ve meslek grubunda cinsiyete dayalı ücret eşitsizliği gözlenmekte olup Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) ve Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından yayınlanan rapora göre veri kaynağına bağlı olarak farklı değerler öne çıkmaktadır. Raporda, 2018 yılında Türkiye’de Gelir ve Yaşam Koşulları Araştırması verisi kullanılarak hesaplanan cinsiyete dayalı ortalama ücret farkı %15,6 olarak belirtilmiştir. Hane halkı işgücü araştırmasına göre hesaplanan ortalama ücret farkı %9,6, kazanç yapısı araştırmasına göre cinsiyete dayalı ortalama ücret farkıda %7,7 olarak hesaplanmıştır (ILO-TÜİK, 2020).

Türkiye’de cinsiyete dayalı ücret farkının en fazla hissedildiği sektörün ise tarım sektörü olduğu söylenebilir. Nitekim,Türkiye’de cinsiyete dayalı ücret eşitsizliğinin incelendiği bir çalışmada sektörlere göre kadın ve erkek ücret ortalamaları hesaplanmıştır. Sonuçlar, sektörlere göre ücret ortalamalarında, tüm sektörler bazında erkeklerin ücret ortalamasının kadınlardan yüksek olduğunu göstermektedir. Cinsiyete dayalı ücret

eşitsizliği sırasıyla en fazla tarım, hizmetler ve sanayi sektörlerinde, en az ise inşaat sektöründe gözlenmiştir (Halaçlı ve Karaalp- Orhan, 2022).

Türkiye'de tarımda çalışanların %45,2'si kadınlardan oluşmakta, ve cinsiyete dayalı sektörel temelli istihdamda tarım, kadınların en fazla istihdam edildiği sektör konumundadır. Başka bir deyişle, kadınlar tarımsal üretimin temel unsurları olarak öne çıkar ve genellikle ücretsiz aile içi işgücü, gündelikçi ve mevsimlik tarım işçisi olarak çalışmaktadırlar (TÜİK, 2019)

Tarımsal üretim ve gıda sektörlerinde aktif rol alan kadınlar, ailelerine ekonomik katkı sağlama, ev içi ve dışındaki rollerini yerine getirme konusunda etkinlik göstererek kırsalda yaşam koşullarının iyileşmesine katkıda bulunmaktadır. Ancak diğer taraftan, kadınlar kayıt dışılık, sosyal güvenlikten yoksun olma, girişimci olamama, ağır koşullarda ve emek-yoğun işlerde düşük ücretle çalışma gibi nedenlerle toplumun en dezavantajlı gruplarından birini oluşturmaktadır (Gülçubuk, 2017).

Görüldüğü üzere kadınların tarımsal işgücüne katılımı, istihdam edilmeleri, cinsiyet eşitsizliği ve ücret farklılıklarılıteratürde geniş bir şekilde ele alınmaktadır. Bu bağlamdaki sorunların dile getirilmesi ve çözüm önerileri geliştirilebilmesi için güncel çalışmaların önemi yadsınamaz. Bu çalışmanın amacı, güncel veriler ışığında Türkiye'de tarım işgücü piyasasında kadınların durumunu toplumsal cinsiyet eşitsizliği açısından incelemektir. Çalışmada kadının tarımsal işgücüne katılımı bağlamında ücret eşitsizliği ele alınarak, günümüzde işgücü piyasasındaki eşitsizlikler ortaya konulmuş ve önerilerde bulunulmuştur.

1. ARAŞTIRMA BULGULARI

1.1. Tarımsal İşgücünde Ücret Yapısı

1.1.1. Mevsimlik ve sürekli tarım işçilerine ödenen ücretler

Türkiye'de, mevsimlik tarım işçiliği ağır çalışma ve yaşam koşulları ile ilişkilendirilen bir çalışma biçimidir. Temel özelliği, tarım işçisi ailelerin yıl içinde yaşadıkları yerden çalışmak için başka bir yere göç etmeleri ve tarımsal üretim süresi boyunca geçici olarak göç edilen yerlerde yaşamalarıdır. Sürekli tarım işçiliğinde ise, mevcut kurulu bir tarım işletmesinde yer

değiştirmeksizin tüm tarımsal faaliyetlere sürekli ve sabit bir ücret karşılığında katılma durumu söz konusudur.

TÜİK'in tarımsal işletmeler (hane halkı) ücret yapısı araştırmasına göre sürekli ve mevsimlik tarım işçilerine ödenen ücretler yıllar itibariyle Tablo 1'de verilmiştir. 2019 yılı itibariyle sürekli tarım işçilerine ödenen ortalama aylık ücret 2422 TL'dir. Mevsimlik tarım işçilerinin ortalama günlük ücretleri ise 87 TL'dir.

Tablo 1. Tarım işçilerinin ortalama ücretleri

	Mevsimlik tarım işçilerinin ortalama günlük ücretleri (TL)			Sürekli tarım işçilerinin ortalama aylık ücretleri (TL)		
	Kadın	Erkek	Ort.	Kadın	Erkek	Ort.
2010	25	35	29	732	906	884
2011	29	38	33	748	1022	979
2012	33	43	38	858	1128	1090
2013	36	48	42	1032	1262	1232
2014	41	54	48	1118	1304	1284
2015	46	59	52	1332	1563	1532
2016	53	66	59	1456	1714	1677
2017	60	73	66	1576	1921	1857
2018	67	82	74	1668	2187	2117
2019	79	94	87	2041	2486	2422
2020	97	115	106	2349	2989	2894
2021	117	138	127	2863	3563	3457

Kaynak: TÜİK, 2023a. Tarımsal İşletme İşgücü Ücret Yapısı

Mevsimlik tarım işçilerinin ortalama günlük ücreti 2010 yılında 29 TL iken 2019 yılında 127 TL olmuştur. Sürekli tarım işçilerinin ortalama aylık ücretleri 2010 yılında 884 TL iken 2021 yılında %255 artarak 3457 TL olmuştur. Mevsimlik tarım işçilerinin günlük ücretlerinde 2010-2021 yılları arasında düzenli olarak artış görülmüştür. 2010 yılında kadın işçilere 25 TL verilirken erkek işçilere 35 TL verilmiştir. 2021 yılında kadın işçilere verilen ücret 117 TL iken erkek işçilere 10 TL farkla 127 TL verilmiştir.

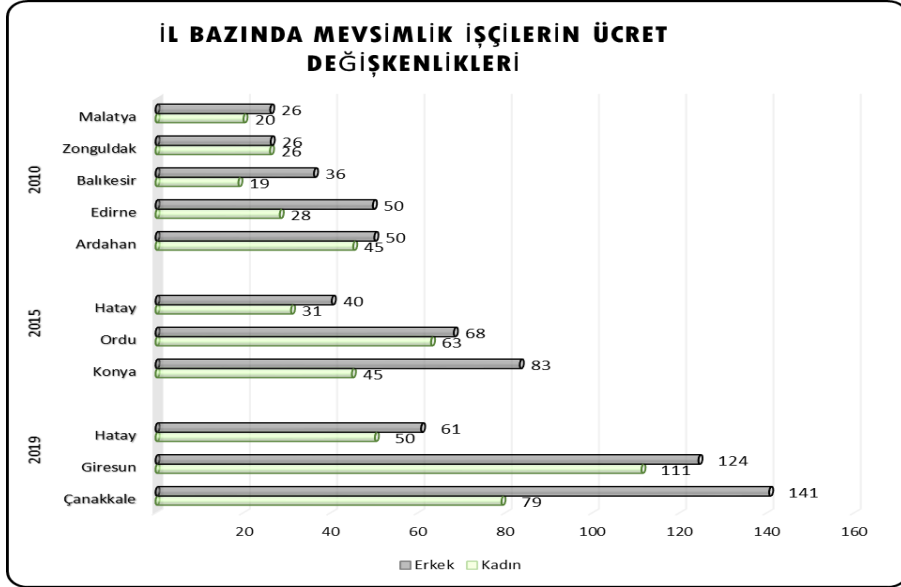
Sürekli tarım işçilerine ödenen aylık ücret ortalama 2010-2021 yılları arasında sürekli bir artış görülmüştür. 2010 yılında erkeklere verilen ücret 906 TL iken 2021 yılında %254'lük bir artışla verilen aylık ücret 3560 TL olmuştur. Kadın işçilere ise 2010 yılında 732 TL iken 2021 yılında yine %255'lik artışla 2863 TL olmuştur. Kadın-erkek işgücü ücret farkı 2010 yılında 174 TL iken 2021 yılında bu ücret artarak 700 TL olmuştur.

Tablo 1'den inceleneceği üzere tarım işçilerin yıllar itibariyle ortalama ücretlerinin hepsinde erkek çalışanlara ödenen ücretlerin kadın çalışanlara ödenen ücretlerden daha fazla olduğu görülmektedir. Bu durumun temelinde kadınların daha az ve zahmetsiz iş yaptığı düşüncesiyle ortaya çıktığı söylenebilir. Ayrıca ataerkil toplum yapısına göre kadının erkeğin gerisinden gelme kültürünü az ücrete razı olması ile ilişkilendirmek de mümkündür. Diğer taraftan bu durumun kırsal yaşamın kendi içinde barındırdığı alışlagelmiş ve kısmen kabul edilmiş bir yaşam biçimini temsil ettiği de söylenebilir. Çünkü, kadının ekonomik etkinliği kırsal kesimde ve kentte yapısal olarak büyük farklılıklar göstermektedir. Kırsal kesimde çalışan kadınlar genellikle ücretli bir işçi olmayıp, aile işletmelerinde çalışan ve sosyal güvencesi olmayan kadınlardan oluşurken, kentlerde çalışan kadınların sadece küçük bir kısmı tarım işçisi olarak istihdam edilmekte ve emeğinin karşılığını ücret olarak almaktadır (Arat,1986).

1.1.2. İl bazında mevsimlik ve sürekli işçilere ödenen ücretler

Türkiye'de bazı illerde mevsimlik ve sürekli işçilere ödenen ücretler Şekil 1'de verilmiştir.

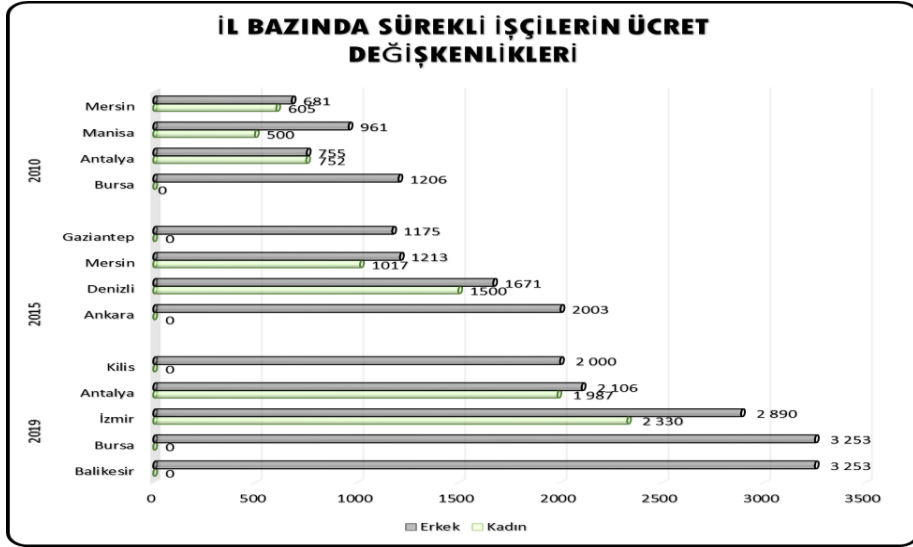
Şekil 1. İl bazında mevsimlik işçilerin ücret değişkenlikleri (TL)



Kaynak: TÜİK, 2023a. Tarımsal İşletme İşçüsü Ücret Yapısı

2010-2019 yılları arasında mevsimlik işçilere verilen ücretler incelendiğinde, iller arasında kadın ve erkek işçüsü ücretleri bakımından farklılık göstermektedir. Yüksek-düşük ücret ayrımında iller, yıllar itibariyle büyük değişkenlik göstermiştir. Tarımsal işletmelerde mevsimlik tarım işçilerine yapılan en yüksek günlük ücret ödemesi, 2019 yılında erkek işçileri için Çanakkale ilinde 141 TL, kadın işçileri için ise Giresun ilinde 111 TL olarak gerçekleşmiştir. En düşük ücret ödemesi, erkek işçileri için Hatay ilinde 61 TL, kadın işçileri için ise 50 TL olarak gerçekleşmiştir. 2010 yılında erkek çalışanların en yüksek ücretleri, 50 TL ile Edirne ve Ardahan'da olurken en düşük ücretler ise 26 TL ile Malatya ve Zonguldak'ta görülmüştür. 2010 yılında kadın çalışanlara verilen ücretler incelendiğinde en yüksek ücret 45 TL ile Ardahan ilinde, en düşük ücretin 19 TL ile Balıkesir ilinde gerçekleştiği görülmüştür. 2010 yılında en yüksek ücreti veren il 2015 ve 2019 yıllarında sıralamaya girememiştir. Aynı şekilde 2015 ve 2019 yıllarında da sıralamada olan iller diğer yıllarda değişkenlik göstermişlerdir (Şekil 1).

Şekil 2. İl bazında işçilerin ücret değişkenlikleri (TL)



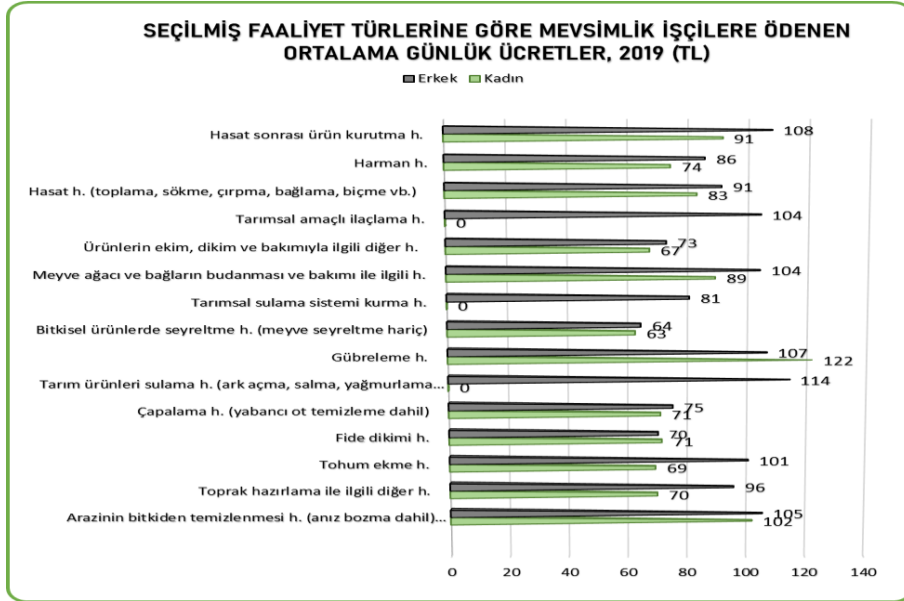
Kaynak: TÜİK, 2023a. Tarımsal İşletme İşgücü Ücret Yapısı

Tarımsal işletmelerde sürekli tarım işçilerine ödenen aylık ücretlerin incelenmesi sonucunda, 2019 yılında erkek işçilere en yüksek ödemenin Bursa ve Balıkesir'de (3253 TL), kadın işçilere ise İzmir'de 2330 TL ile yapıldığı görülmüştür. En düşük ücretler ise, erkek işçiler için Kilis ilinde 2000 TL, kadın işçiler için ise Antalya'da 1987 TL olarak görülmektedir. 2010 yılında sürekli tarım işçilerine ödenen aylık ücretlerde, erkek işçilere ödenen en yüksek ücretin Bursa'da bin 206 TL, en düşük ücretin ise Mersin'de 681 TL olduğu görülmektedir. Kadın işçilere ise verilen en yüksek ücret 752 TL ile Antalya'nın, en düşük ücret ise 500 TL ile Manisa'nın olduğu görülmektedir. Bu durum incelendiğinde, 2019 yılında en yüksek ve en düşük ücret veren illerin, 2015 ve 2010 yılında görülmemesi, illerin yıllar bazında büyük değişkenlikler taşıdığını göstermektedir (Şekil 2).

1.1.3. Seçilmiş faaliyet türlerine göre mevsimlik ve sürekli işçilere ödenen ücretler

Seçilmiş faaliyet türlerine göre mevsimlik işçilere ödenen günlük ücretler Şekil 3'de verilmiştir.

Şekil 3. Seçilmiş faaliyet türlerine göre mevsimlik kadın ve erkek işçilere ödenen ortalama günlük ücretler



Kaynak: TÜİK, 2023a. Tarımsal İşletme İşgücü Ücret Yapısı

Faaliyet türlerine göre ücretler incelendiğinde, 2019 yılında en fazla mevsimlik işçi çalıştırılan faaliyetlerden çapalama için kadın işçilere 71 lira, erkek işçilere 75 lira ödeme yapıldığı görülmüştür. Hasat için kadın işçilere 83 lira, erkek işçilere ise 91 lira ödeme yapılmıştır. 2019 yılında seçilmiş faaliyet türlerine göre mevsimlik işçilere en fazla ödeme yapan tür gübreleme hizmeti olmuştur. Erkek işçilere 122 lira, kadın işçilere 107 lira verilmiştir. Kadın ve erkek ücret farkı seçilmiş faaliyet türlerinde en fazla 32 lira ile tohum ekme hizmetlerinde görülmüştür. Tarımsal amaçlı ilaçlama, tarımsal sulama sistemi kurma ve tarım ürünleri sulama hizmetlerinde kadın işçilerin çalışmadığı görülmüştür.

1.1.4. Seçilmiş ürünlere ve faaliyet türlerine göre mevsimlik ve sürekli işçilere ödenen ücretler:

Seçilmiş ürünlere ve faaliyet türlerine göre mevsimlik kadın işçilere ödenen ortalama günlük ücretler Tablo 2'de verilmiştir. Bu ücretler incelendiğinde en fazla ücretlerin hasat hizmetlerinde olduğu görülmektedir. Tarım ürünleri sulama hizmetleri ise bütün yıllarda ücret bilgisi elde

edilememiştir. Çapalama hizmetlerinde en yüksek ücretler fındık ürününe verilmiştir.

Tablo 2. Seçilmiş ürünlere ve faaliyet türlerine göre mevsimlik kadın işçilere ödenen ortalama günlük ücretler (TL)

	Tohum ekme			Çapalama (yabancı ot temizleme dahil)			Tarım ürünleri sulama (ark açma, salma, yağmurlama vb.)			Gübreleme			Hasat (toplama, sökme, çırpma, bağlama, biçme vb.)		
	2010	2015	2019	2010	2015	2019	2010	2015	2019	2010	2015	2019	2010	2015	2019
Buğday	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	49	-
Mısır	-	-	-	25	40	71	-	-	-	-	-	-	27	59	-
Fasulye (taze)	-	-	76	24	47	80	-	-	-	-	-	-	24	46	77
Karpuz	27	46	-	25	44	67	-	-	-	-	-	-	22	46	76
Kavun	26	45	-	24	44	69	-	-	-	-	43	-	24	47	64
Domates	24	43	74	24	43	70	-	-	-	-	43	-	24	45	75
Havuç	-	-	-	25	46	71	-	-	-	-	-	-	24	53	77
Patlıcan	-	-	-	24	44	69	-	-	-	-	-	-	24	46	71
Üzüm	-	-	-	27	43	90	-	-	-	-	-	-	27	46	84
Limon	-	-	-	-	-	71	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Portakal	-	-	-	22	-	-	-	-	-	-	-	-	21	44	76
Çilek	-	-	-	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-	39	-
Fındık	-	-	-	33	68	97	-	-	-	37	73	125	27	53	93
Antep fıstığı	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	47	83

Kaynak: TÜİK, 2023b. Tarımsal İşletmelerde (Hanehalkı) Ücret Yapısı Anketi Sonuçları

Fındık çapalama işine ödenen ücretler 2010 yılında 33 lira, 2015 yılında 68 lira, 2019 yılında ise 97 lira olmuştur. Hasat hizmetlerinde 2010 yılında 33 lira ile buğday, 2015 yılında 59 lira ile mısır, 2019 yılında ise 93 lira ile fındık ürünleri en fazla ücret alan ürünler olmuştur.

Tablo 3. Seçilmiş ürünlere ve faaliyet türlerine göre mevsimlik erkek işçilere ödenen ortalama günlük ücretler (TL)

	Tohum ekme			Çapalama (yabancı ot temizleme dahil)			Tarım ürünleri sulama (ark açma, salma, yağmurlama vb.)			Gübreleme			Hasat (toplama, sökme, çırpma, bağlama, biçme vb.)		
	2010	2015	2019	2010	2015	2019	2010	2015	2019	2010	2015	2019	2010	2015	2019
Buğday	39	70	101	-	-	-	43	68	90	42	59	93	46	77	120
Mısır	39	71	104	27	42	73	47	78	123	42	67	96	30	58	89
Fasulye (taze)	-	-	-	24	47	87	-	-	-	-	-	-	25	53	84
Karpuz	24	54	-	24	45	65	39	57	108	33	45	-	33	53	82
Kavun	25	-	-	25	44	66	42	-	-	32	47	77	29	49	64
Domates	25	45	-	25	42	71	41	-	112	32	47	-	26	48	80
Havuç	-	-	-	25	46	70	46	-	-	-	-	-	31	53	74
Patlıcan	-	-	-	27	46	68	-	-	-	-	-	-	26	44	68
Üzüm	-	-	-	37	66	108	35	-	117	35	53	89	31	62	105
Limon	-	-	-	30	-	-	43	78	124	39	60	90	-	-	-
Portakal	-	-	-	29	66	-	41	72	112	38	63	90	29	58	-
Çilek	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fındık	-	-	-	36	100	117	-	-	-	40	82	126	27	54	94
Antep fıstığı	-	-	-	35	61	101	-	-	-	34	-	99	29	52	86

Kaynak: TÜİK, 2023b. Tarımsal İşletmelerde (Hanehalkı) Ücret Yapısı Anketi Sonuçları

Seçilmiş ürünlere ve faaliyet türlerine göre mevsimlik erkek işçilere ödenen ortalama günlük ücretler Tablo 3’de verilmiştir. Ücretler incelendiğinde 2019 yılında en yüksek ücretin sulama hizmetlerinde olduğu görülmektedir. 2019 yılında sulama faaliyetinde en yüksek ücret 124 lira ile limon ürününe olmuştur. En düşük ücret ise 90 lira ile buğday ürününe verilmiştir. Çilek ürününün yıllar itibariyle bütün faaliyetlerde ücret bilgisi elde edilememiştir.

Tüm verilerden görüldüğü üzere kadın ve erkeklere aynı faaliyet türünde çalışmalarına rağmen kadınların daha düşük olmak şartıyla farklı ücret ödemeleri yapılmaktadır.

2. SONUÇ

Günümüzde dünya genelinde, kadın ve erkek arasındaki eşitsizlik siyasi, sosyal ve ekonomik açılardan hala devam etmektedir. Bu eşitsizlikler, gelişmiş ülkelerle karşılaştırıldığında, gelişmekte olan ülkelerde daha belirgin bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Özellikle kadın erkek eşitsizliğinin toplumsal cinsiyet eşitsizliği kapsamında kırsal kesimde daha hissedilir ve korumasız düzeylerde olduğu söylenebilir.

Kırsalda kadının yeri, sadece geleneksel rollerle sınırlı olmaktan çıkarak önemli değişimlere uğramıştır. Kadınların işgücüne katılımı, ekonomik katkı sağlamaları açısından önemli bir rol oynamaktadır. Ancak, maalesef bu katkı genellikle düşük ücretle karşılık bulmaktadır. Kadınların kırsal alandaki işgücü, genellikle tarım sektöründe mevsimlik, geçici ya da düzensiz nitelikte olabilmekte ve bu durum da düşük ücretlendirmeye ilişkilendirilmektedir. Kadınlar, genellikle aile işletmelerinde ücretsiz aile içi işgücü olarak çalışırken, tarım işçisi olarak istihdam edildiklerinde ise erkeklere kıyasla daha düşük ücretle karşılanabilmektedirler. Bu durum, kadınların ekonomik bağımsızlık ve sosyal güvence konularında yaşadıkları zorlukları ortaya koymaktadır. Tarım sektöründe kadınların işgücüne daha adil ve eşit ücretlendirme politikalarıyla değer verilmesi, toplumsal cinsiyet eşitsizliği ile mücadelede önemli bir adım olacaktır.

Tarımda cinsiyet temelli ücret farklılıklarını azaltmak ve adil bir çalışma ortamı oluşturmak için çeşitli stratejiler benimsenmelidir. Bu kapsamda, tarım sektöründe kadın ve erkek işgücü arasındaki ücret eşitsizliğini ortadan kaldırmak adına cinsiyet duyarlı politikalar ve yönergeler oluşturulmalıdır. Ayrıca, tarım işletmelerinde eğitim ve farkındalık programları düzenlenerek, cinsiyet eşitliği konusunda bilinçlenme sağlanmalıdır. Kadın ve erkek çalışanların eşit sorumluluklar ve fırsatlarla iş gücüne katılması için teşvik edici politikalar hayata geçirilmelidir. Bu şekilde, tarım sektöründe cinsiyet temelli ücret farklılıkları azalacak, kadınların ekonomik katılımı artacak ve adil bir çalışma ortamı oluşturulacaktır.

Teşekkür: Bu çalışmanın hazırlanması aşamasında ve veri derleme çalışmalarında katkı sağlayan öğrencim Ziraat Mühendisi Merve Nur ALTUNCIOĞLU'na çok teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

- Arat Necla, (1986) Kadın Sorunu, İstanbul Say Yayınları.
- Gülçubuk, B. (2017). Tarımda Kadının Kendisi Var Ama Adı Yok. <https://businessht.bloomberght.com/yorum/haber/1164163-tarimda-kadinin-kendisi-var-ama-adi-yok> (Erişim Tarihi: 14.04.2021).
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) (Erişim Tarihi: 2020-.2021)
- ILO-TUIK (2020). Uluslararası Çalışma Örgütü-Türkiye İstatistik kurumu, Cinsiyete Dayalı Ücret Farkının Ölçümü Türkiye Uygulaması. https://www.ilo.org/ankara/publications/WCMS_756659/lang--tr/index.ht (Erişim Tarihi: 10/11/2023)
- Halaçlı, B. Karaalp- Orhan, H. S. (2022). Türkiye’de Cinsiyete Dayalı Ücret Eşitsizliği: İşveren Yönlü Bir Analiz. Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, (61), 65-90.
- Omay, U. (2011). Yedek işgücü ordusu olarak kadınlar, Çalışma ve Toplum, 2011/3, 137-166.
- Toksöz, G. (2011). Women’s Employment in Turkey in the Light of Different Trajectories in Development-Different Patterns in Women’s Employment, Fe Dergi 3 (2): 19-32.
- TÜİK (2019). Türkiye İstatistik Kurumu, İstihdam Edilen Yıllar Ve Cinsiyete Göre İşteki Durumu. http://tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1007(Erişim Tarihi: 02.03.2019).
- TÜİK (2021). Kazanç Yapısı İstatistikleri, Erişim adresi: https://tuikweb.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1008 (Erişim Tarihi: 10/11/2023).
- TÜİK, (2023a). Tarımsal İşletme İşgücü Ücret Yapısı, <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=istihdam-issizlik-ve-ucet-108&dil=1> (Erişim Tarihi: 10/11/2023).
- TÜİK, (2023b). Ücretli Çalışan İstatistikleri, Tarımsal İşletmelerde (Hanehalkı) Ücret Yapısı Anketi Sonuçları.

<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=158&locale=tr> (Erişim Tarihi: 10/11/2023).

Uluocak, Ş.,Gökulu, G., Bilir, O., Karacık, N. E., Özbay D. (2014).
Toplumsal Cinsiyet Eşitsizliği ve Kadına Yönelik Şiddet, Paradigma
Akademi Yayınları.


<https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/kokdener/142391/%C5%9Eeref%20Uluocak%20vd%20-%20Toplumsal%20Cinsiyet%20E%20C5%9Fitsizli%C4%9Fi%20ve%20Kad%C4%B1na%20Y%C3%B6nelik%20%C5%9Eiddet.pdf> (Erişim Tarihi: 10/11/2023)

BÖLÜM 14

KANATLI HAYVAN BESLENMESİNDE PAMUK TOHUMU, KÜSPESİ ve ANTİBESİNSEL FAKTÖR GOSSIPOL*

Prof. Dr. Arda YILDIRIM¹
Ali CANIKLI²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10214904>

¹ Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Yemler ve Hayvan Besleme Anabilim Dalı, Tokat/Türkiye,  ORCID iD: 0000-0002-5876-4228, e-posta: arda.yildirim@gop.edu.tr

²Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Yemler ve Hayvan Besleme Anabilim Dalı, Tokat/Türkiye, e-posta: canikliali@gmail.com

*: Bu çalışma Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Zootečni Anabilim Dalı'nda tamamlanan "Genetik Olarak Geliştirilmiş Nazilli Gossipolsüz (Bezsiz) Pamuk Çiğiti ve Soğuk Sıkım Küspesinin Besin Madde Kompozisyonu ve Gossipol Düzeyi" isimli yüksek lisans tezinden hazırlanmıştır.

GİRİŞ

Çiftlik hayvanlarından genetik yapılarının elverdiği ölçüde çok miktarda ve kaliteli ürün alabilmek için hayvanların dengeli ve yeterli düzeyde beslenmeleri gerekmektedir. Yeterli ve dengeli besleme, antibesinsel faktörleri iyi bilinen ve iyi formüle edilmiş temel besin maddelerini yeterli düzeyde ihtiva eden rasyonla sağlanabilir. Bu besin maddelerinden herhangi birinin gereğinden az veya fazla kullanılması performansta düşüş ile bazı metabolik rahatsızlıkları ortaya çıkarabilir. Besleme; basit anlamda hayvanların gereksinmesini karşılayacak rasyonun ekonomik olarak hayvanlara sağlanması faaliyetidir (Kutlu ve ark., 2007). Bu bağlamda; hayvanların besin madde ihtiyaçları ve bunu etkileyen etmenlerin, yemlerin besin madde kompozisyonlarının, yararlılıklarının ve içerdikleri antibesinsel unsurların bilinmesi gerekir. Yem ham maddesi olarak kullanılan yağlı tohum bitkilerinin ve yan ürünlerinin besinsel özelliklerinin bilinmesinin hayvansal üretimde başarının artışına katkısı olabilecektir.

Ülkemiz, birçok bitkinin rahatlıkla yetiştirilebileceği iklim bölgelerine sahip nadir ülkelerden birisidir. Nüfusun hızlı artışı ve buna dayalı olarak besin maddesi temini ihtiyacının günden güne artması, yem maliyetlerinin yüksek olması, kalkınmada sanayiye öncelik verilmesiyle birlikte tarım arazilerinin azalması hayvan beslemede kullanılacak olan yem maddelerinin temini konusunda sıkıntı oluşturmaktadır. Bu nedenle alternatif yem maddelerinin hayvan beslemede kullanılması gerekmektedir.

Hayvansal üretimde verimlilik ve sürdürülebilirlik kaliteli ve ucuz yem temini ve iyi bir besleme programının uygulanması ile doğrudan ilişkilidir. Hayvancılıkta üretim maliyetlerinin %70'ini yeme dayalı giderler oluşturur. Yem temini, hayvancılıkta üretim maliyetlerini artıran en önemli unsurlardan biridir. Alternatif yem kaynakları olarak endüstriyel üretim yan ürünlerinin hayvan beslemede kullanımı büyük önem taşımaktadır. Bunlar içerisinde besin maddesi bakımından önemli muhtevaya sahip olan pamuk bitkisi yan ürünlerinin hayvanların rasyonlarında daha fazla miktarda kullanılması maliyette iyileşme sağlayabilmektedir. Pamuk işleminin sonunda pamuk lifleri elde edildikten sonra çığit adı verilen pamuk çekirdeğinin üzerinde kalan lifler (linter), fabrikalarda kütlü pamuğu tohumundan ayırma işlemi olan çırçırılama ile çığitten (tohum) ayrılır. Tekstil endüstrisinde kullanılan pamuk,

günümüzde yem maddesi olarak kullanılsa da kullanılan kısımları pamuğun arta kalan bölümünü teşkil etmektedir. Pamuğun hayvan beslemede kullanılan kısmı telef olarak tabir edilmekte ve içerisinde fabrika atıkları bulunmaktadır. Ayrıca pamukta bulunan çığit, önemli düzeyde ham protein ve içerdiği yağdan dolayı metabolik enerji değerine sahiptir.

Protein kaynağı olarak pamuk tohumu ve/veya pamuk tohumu küspesinin, çiftlik hayvanlarının rasyonlarında yaygın kullanımı olan ve pahalı olan soya küspesinin yerine ikamesinde yapısındaki antibesinsel faktörlerden dolayı kısıtlı düzeylerde kullanılabilir. Çok eski yıllardan beri yetiştirilmekte olan pamuk bitkisinden, lifli ve tohumu olmak üzere iki önemli ürün elde edilmektedir. Tohumlarının değerli bir yağ ve protein kaynağı olduğunun bilinmesi, pamuk bitkisinin ekim alanının daha da genişlemesini sağlamıştır (Kırkpınar ve Ergül, 2003). Son yıllarda, ıslah çalışmaları sonucunda bezsiz (glandless) pamuk çeşitleri üretilmiş olup bunlarda gossipol üreten bezler yoktur. Bu çeşitlerden üretilen yan ürünlerde zehirli pigmentler bulunmaz, bu yüzden bunlar beslenme için çok elverişli olmakla birlikte, sözü edilen çeşitler çok yaygın değildir. Ülkemizde üretilen bezsiz çeşitlerden biri de Aydın/Nazilli Pamuk Araştırma Enstitüsünün ıslah çalışmaları ile geliştirmiş olduğu Gossipolsüz Nazilli pamuk çığıti ülkemiz yerli kaynakları arasında yer almaktadır. Çeşitli çiftlik hayvanlarının beslemesinde pamuk tohumu ve küspelerinin kullanımına ait birçok araştırma bulursa da gossipolsüz pamuk tohumu ve küspeleri üzerine araştırmalar güncel olup istenilen düzeyde değildir. Bu nedenle dünyada gossipolsüz pamuk tohumu ve küspeleri üzerinde çalışmalara başta ABD ve Hindistan olmak üzere yoğun olarak devam edilmektedir. Ancak Türkiye'de bu konudaki çalışmalar çok sınırlı kalmıştır. Türkiye'de yağlı tohum üretimi içerisinde ayçiçeğinden sonra en çok yer alan pamuğun, Akdeniz, Güneydoğu Anadolu ve Ege bölgelerinde yaygın yetiştiriciliği yapılmaktadır. Dolayısıyla tohumlarının çiftlik hayvanlarının rasyonlarında kullanımı gözetilerek mevcut pamuk tohumunun üretim kaynakları içerisinde kullanımını sınırlandıran gossipolün olumsuz etkisini ortadan kaldıracı bezsiz pamuk tohumu üretimine yönelik stratejiler geliştirilmeli ve bunların gıda ve yem sektörüne kazandırılmasının milli ekonomiye önemli katkılar sağlayacağı göz ardı edilmemelidir. Bu çalışmada üretilen ya da üretime devam edilebilecek

bölgelerde pamuk çiğitinin ya da küspesinin ham madde olarak hayvan beslemede kullanacak işletmeler için besin madde bileşimlerine ilişkin güncel bilgi kaynağı oluşturulması sağlanacaktır.

1. TÜRKİYE'DE PAMUK ÜRETİMİNİN ÖNEMİ

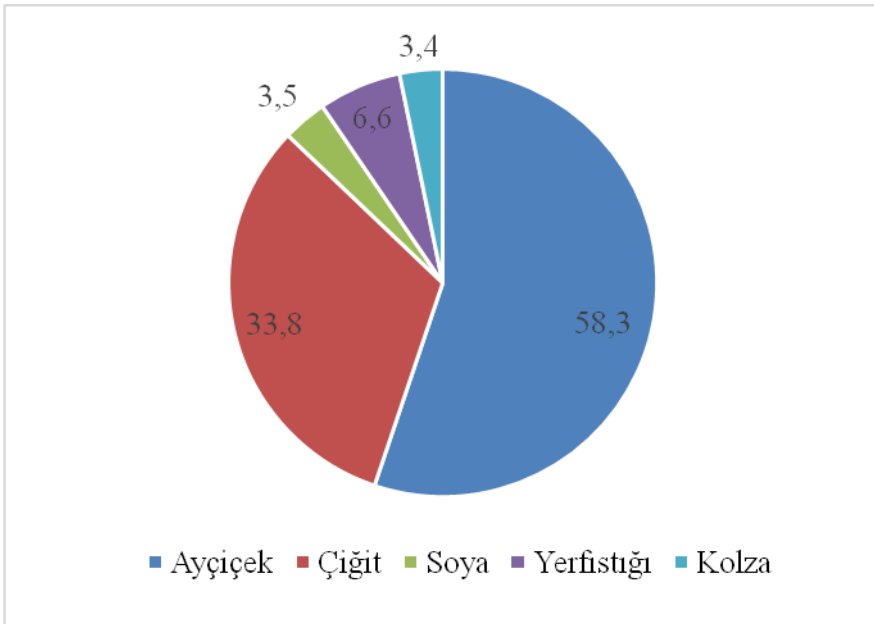
Pamuk bitkisi, yaygın kullanım alanıyla iş ve ekonomi dünyası için, oluşturduğu katma değer ve iş olanaklarıyla da üreticiler açısından büyük ekonomik değere sahip bir üründür. Pamuk, lifinden tekstil sanayiinde, işlenmesinden çırçır sanayisinde, çekirdeğinden yağ ve yem sanayisinde, linterinden ise kâğıt sanayiinde hammadde olarak kullanılan önemli bir bitkidir. Artan nüfus ve yaşam standardının yükselmesi, pamuk bitkisine olan ihtiyaç ve talebi de artırmaktadır. Bütün bunlar göz önüne alındığında pamuğa olan ihtiyaç, tüm dünyada artış göstermektedir (Anonim, 2018a). Öte yandan dünya nüfusunun besin maddesi ihtiyacını karşılamak için yetiştirilen hayvanların yem kaynakları sınırlıdır. Bazı yağlı tohumların ve hububatların insan beslenmesinin yanında biyoyakıt üretimi için de hammadde kaynağı olarak kullanılıyor olması hayvancılık için mevcut yeni tohum çeşitlerin geliştirilmesini, alternatif yem kaynakları aramayı, mevcut yem kaynaklarından daha fazla miktarda faydalanmayı gündeme getirmiştir.

Dünyada az sayıdaki ülkede ekolojinin pamuk tarımına elverişli olması nedeniyle, dünya üretiminin %80'ine yakını Türkiye'nin de içinde bulunduğu az sayıda ülke tarafından yaklaşık olarak 26,4 milyon ton pamuk üretimi gerçekleştirilmektedir (Anonim, 2018a). Pamuk üretimi her yıl artış göstermekle birlikte 2022 yılı dikkate alındığında 1 477 000 ton çiğit üretiminden 783 000 ton pamuk tohumu küspesi üretimi gerçekleşmiştir (Tablo 1). Şekil 1 ve 2'den anlaşılacağı üzere Türkiye'de en çok yağlı tohum üretiminde ayçiçeğinden sonra pamuk tohumu gelmektedir.

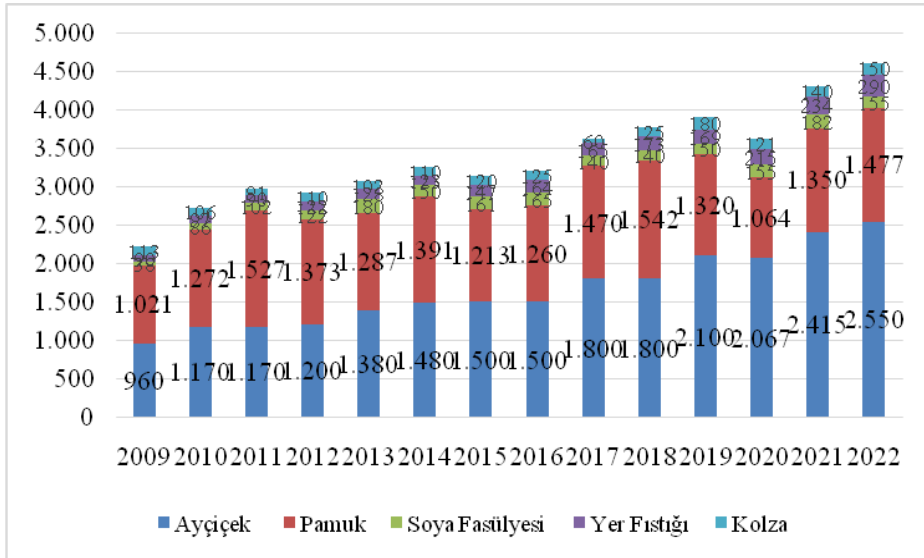
Tablo 1. Türkiye’de Pamuk, Çiğit ve Pamuk Tohumu Küşpesi (PTK) Üretimi

Yıl	Pamuk üretimi (1000 ton)	Çiğit (1000 ton)	PTK (1000 ton)
2010	816	1272	354
2011	954	1527	536
2012	858	1373	470
2013	877	1287	400
2014	846	1391	567
2015	738	1213	479
2016	756	1260	572
2017	882	1470	710
2018	976	1542	660
2019	814	1320	620
2020	656	1064	538
2021	832	1350	692
2022	1017	1477	783

Kaynak: TÜİK, 2022; Anonymous, 2022



Şekil 1. Türkiye’de Yağlı Tohum Üretim Dağılımı (TÜİK, 2022)



Şekil 2. Türkiye’de Yağlı Tohum Üretimi, bin ton (TÜİK, 2022)

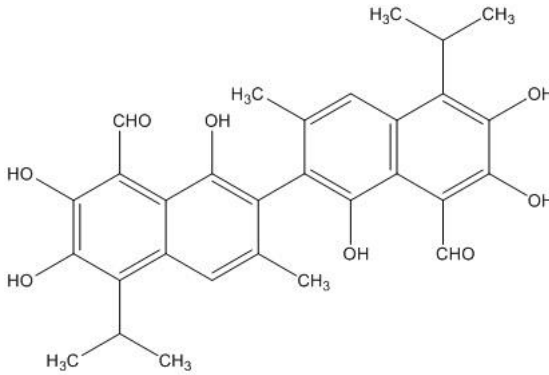
2. PAMUK TOHUMU İLE KÜSPESİNİN BESİN MADDE BİLEŞENLERİ VE ANTİBESİNSEL FAKTÖRÜ GOSSIPOL

Tarlalardan hasat edilen ham pamuk (kütlü pamuk) işlenmeden önce içerisinde lif ve çekirdekleri bulunduran koza halindedir. Kütlü pamuk olarak da adlandırılan bu hammaddenin iplik fabrikasına gönderilmeden önce çekirdeklerinden ve tarımsal artıklardan (toz, yaprak vb.) ayıklanması gerekmektedir. Çekirdek ve artıklardan temizlenmiş pamuk elyafı (lif) elde etmek amacıyla tasarlanmış bu işleme çırçırılama adı verilir. Çırçırılama işlemi sonucunda ana ürün olarak lif pamuk, yan ürün olarak ise pamuk tohumu (çiğit) üretilmektedir. Bununla birlikte belli bir oranda çırçır atığı da oluşmaktadır. Kütlü pamuktan ortalama lif randımanı %35-40 olup, %60’u çiğittir. Çiğitin ise %60 çekirdek, %28 kabuk, %9 linter pamuğu ve %3’ünü de diğerleri oluşturmaktadır. Günümüzde tüm ürün ve atıkların kullanım alanları bulunmaktadır. Çırçırılama sonrasında lifleri alınan tohumlarda %19-28 oranında yağ bulunur ve %35-45 oranında küspe elde edilir (Wellmann 2007; Alkaya 2010; Sılgır, 2015).

Pamuk tohumu ve küspesinin her şeyden evvel bir protein kaynağı yem

olarak düşünülmesi gerektiği ve özellikle protein ihtiyaçları yüksek olan ve bu besin maddesini iyi değerlendiren ruminant, kanatlılar ile genç hayvanların beslenmesinde önem taşımaktadır Buna rağmen, ülkemizde bu hayvanların beslenmesinde pamuk tohumu küspesinin yeterli ölçüde kullanılamayacağı kanaati hâkim olmuş ve uygulamada buna göre yapılmıştır. Bu düşünce pamuk tohumu ve pamuk tohumu küspesinin "Gossipol" adı verilen toksik bileşik ihtiva etmesinden ileri gelmektedir (Özkan, 1974). Aksine, gossipol, antikanser, antiprotozoal, antiseptik, antiviral gibi çeşitli tıbbi ve endüstriyel uygulamalara da sahiptir. Doğurganlık önleyici madde olarak işlev görür ve aynı zamanda doğal bir böcek ilacı olarak çeşitli araştırmalara konu olmuştur. Prostat kanseri, kolon kanseri ve meme kanserinin güçlü bir inhibitörüdür ve antimikrobiyal, farmakolojik, tıbbi ve endüstriyel alanlarda çok fazla kullanım alanları nasıhtır (Lan ve ark., 2015; Singh ve ark., 2015; Singh ve ark., 2019).

İlk defa Withers ve Carruth (1915-1918) tarafından isimlendirilmiş olan gossipol, pamuk tohumu kotiledonlarındaki salgı bezlerinde bulunur. Formülü $C_{30}H_{30}O_8$ şeklinde (Şekil 3) ve molekül ağırlığı ise 518'dir. Adı eterde ve asetonda kolaylıkla, trikloretilen ile karbon tetra klorürde az, petrol eterinde ve suda çok az erir. Yağda kolaylıkla eridiğinden nötrale edilmemiş pamuk tohumu yağlarında koyu bir renk oluşturur (Juillet ve ark., 1955).



Şekil 3. Gossipolün Kimyasal Yapısı (Lee ve Dabrowski, 2002)

Gossipol pamuk tohumunun (çiğit) kotiledonlarındaki salgı bezlerinde serbest hâlde veya diğer maddelere bağlı olarak bulunur. Toksik etki yapan serbest gossipoldür (Özkan, 1974). Kanatlı hayvanlar üzerinde yapılan

çalışmalara göre serbest gossipolün hayvanlarda büyüme performansını engelleyebileceği ve ölüm oranını artırabileceği bildirmiştir (Devanaboyina ve ark.,2007). Serbestgossipolün organizmadaki etkisi mide-bağırsak yolundaki pepsin ve tripsin aktivitesini inhibe etmesi ve proteinin sindirilebilirliğini düşürmesi yolu ile gerçekleşmektedir (Devanaboyina ve ark., 2007; Wang ve ark., 2020).

Pamuğun başlıca tohumunda olmak üzere kök ve küspesinde 15'e yakın toksik glikozit bileşiğin olabileceği bildirilmekte, bu bileşikler arasında en yüksek konsantrasyonda gossipolün bulunması nedeniyle, toksikasyonlar da gossipol toksisitesi adı altında ifade edilmektedir. Tohum ya da küspedeki gossipol konsantrasyonu ile birlikte protein ve yağ düzeyleri; bitkinin türü, yetiştiği toprak, yağ ekstraksiyon metodu, linter, tohum kabuğu ve iklime bağlı olarak değişmektedir (Karadaş ve ark., 1996; Nagalakshmi ve ark., 2007). Price ve ark. (1993) bitkide gossipol konsantrasyonunun yağış oranıyla pozitif, sıcaklıkla negatif korelasyon gösterdiğini; pamuk tohumundaki gossipol konsantrasyonunun %0.02 ile %6.64 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bugün dünyada kullanılan tohumlar bu bakımdan büyük bir varyasyon göstermektedir. Örneğin *Gossypium herbaceum*'da gossipol %0.19 (1900 ppm) iken, *Gossypium barbadense*'de %1.71'e (17100 ppm) kadar yükselmektedir (Özkan, 1974). Serbest gossipol içeriği bütün tohum için 4500 ile 10000 ppm arasında ve küspeler için 200 ile 5000 ppm arasındadır. Ülkemizde üretilen değişik tür pamuk tohumu küspelerinde saptanan değerlere göre gossipol miktarı ekspeller küspelerinde ortalama %0.032 (320 ppm), ekstraksiyon küspelerinde de %0.076 (760 ppm) civarındadır. Bu değerlerden de anlaşılacağı üzere ekstraksiyon pamuk tohumu küspesi, daha az ısı uygulanması nedeniyle parçalanmanın daha düşük düzeyde olmasına bağlı olarak ekspeller küspesinden daha fazla gossipol içermektedir (Ergül, 1993). Oğuz (2006) ile Tuncer ve Yalçın (1986)'nın, ülkemizde ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen pamuk tohumu küspelerinin serbest ve toplam gossipol değerlerini ortalama olarak sırasıyla 573 ppm ve 4180 ppm; ekspeller yöntemi ile elde edilen küspelerde ise 694 ppm ve 5650 ppm olarak saptamışlardır. Hatay ilinde üretimi yapılan 7 adet tüm pamuk tohumu ve 14 adet pamuk tohumu küspesi örneğinde ham besin madde ve gossipol düzeylerinin belirlendiği bir araştırmada, tüm pamuk tohumlarında serbest

gossipol düzeylerinin %0.362 ile %0.591 arasında olduğu; pamuk tohumu küspesi örneklerinde ise ortalama serbest gossipol düzeyinin %0.06 olarak tespit edildiği rapor edilmiştir. Pamuk tohumu çeşitlerinde en yüksek ham protein değeri %24.4 ile Şahin 2000 çeşidinde; en düşük ham protein değeri %16.8 değeri ile 119 çeşidinde; en yüksek ham protein değeri %31.7 ile delinte edilmiş BA-320 çeşidinde bulunmuştur (Ustaoğlu, 2007). Papadopoulos ve Ziras (1987), Yunanistan'da pre-pres solvent ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen pamuk tohumu küspelerinin 42 örneğinde besin madde içeriklerini %41.1-48.3 ham protein, %0.46-2.29 ham yağ, %14.7-17.3 ham selüloz, %6.15-6.85 ham kül ve gossipol içeriğinin de %0.034-0.128 (340-1280 ppm) aralığında olduğunu rapor etmişlerdir. Calhoun ve ark. (1995) kabuklu ve kabuksuz pamuk tohumunda besin madde kompozisyonlarını sırasıyla nemini %9.9 ve %6.9; ham yağın %17-26 ve %33-42; ham proteini %19.4 ve %30.3-38, ham selülozunu %22.6 ve %4.8; ham külünü ise %4.7 ve %6.9 olarak bulmuşlardır. Zinn ve ark. (1997) pre-pres solvent ekstraksiyon pamuk tohumu küspesinin besin madde içeriklerini; %91.2 kuru madde, %42.4 ham protein, %4.4 ham yağ ve %7.4 ham kül ve küspenin serbest ve toplam gossipol düzeylerini ise sırasıyla %0.06 (600 ppm) ve %1.41 (14100 ppm) olarak bulmuşlardır. Osti ve Pandey (2006) ise pamuk çiğitinin, %92 kuru madde, %23.9 ham protein, %21 ham selüloz, %39 nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF), %29 asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF), %0.16 kalsiyum (Ca), %0.75 fosfor (P), 3470 kcal/kg metabolik enerji içerdiğini açıklamışlardır. Bahraini ve ark. (2017) İran'da radyasyonun pamuk tohumu küspesinin kimyasal kompozisyonu üzerine yapmış oldukları bir çalışmada ışınlanmamış kontrol grubu pamuk tohumu küspesinde besin madde kompozisyonlarını %23.67 ham protein, %87.53 organik madde, %7.33 ham yağ, %28.31 ham selüloz, %0.16 Ca ve %0.95 P olarak bulmuşlardır. Umur ve ark. (2019) %34 ham protein içeren pamuk tohumu küspelerinde toplam gossipol düzeyini 1468,2 mg/kg, %36 ham protein içeren pamuk tohumu küspelerinde toplam gossipol düzeyini 2285,4 mg/kg olarak bulmuşlardır. Yehudi Coura de Assis ve ark. (2019) pamuk tohumu küspesinin besin madde kompozisyonlarını %92.7 kuru madde, %23 ham protein, %6.5 ham kül ve %1.6 ham yağ olarak bulmuşlardır. Wang ve ark. (2017) pamuk tohumu küspesi ve fermente pamuk tohumu küspesinin besin madde kompozisyonunu sırasıyla %91.9 ve 90.2 kuru madde; %49.8 ve %51 ham

protein; %8.5 ve 7.97 ham selüloz; %6.83 ve %7.16 ham kül; %0.14 ve %0.12 Ca; %1.08 ve %1.07 toplam P; 17.85 ve 17.6 Mj/kg brüt enerji ve serbest gossipolü ise 820 mg/kg ve 346 mg/kg olarak bulmuşlardır. Gadelha ve ark. (2014), serbest gossipolün etlik piliçlerde büyüme performansını önemli ölçüde engelleyebileceğini ve ölüm oranını artırabileceğini, ancak serbest gossipolün olumsuz etkisinin rasyondaki düzeyi ile ilişkili olduğunu açıklamışlardır.

İşlemetekniklerindeki ilerlemeyle birlikte istenmeyen antibesinsel faktörlerin tanınması, düşük düzeyde gossipol içeren pamuk tohumu küspesi ile sonuçlanan yağ çıkarma yöntemi geliştirilmiştir. Yüksek sıcaklıkta ısıtma olmadan üstün rafine teknoloji kullanılarak kabuk büyük ölçüde azaltılmış ve yağ ekstraksiyonu sırasında besin madde yoğunluğu maksimum ölçüde korunmuş, bu arada, yağ ekstraksiyonu sonrası solvent proseslerinde degossipolizasyon muamelesi sonucunda pamuk tohumu küspesinde serbest gossipol seviyeleri oldukça azaltılmaktadır (Sterling ve ark., 2002). He ve ark. (2015) düşük gossipol düzeyli pamuk tohumu küspesinin besin madde kompozisyonunu %93.7 kuru madde; %50.54 ham protein; %5.70 ham kül ve serbest gossipolü ise 150 mg/kg olarak bulmuşlardır. Aynı araştırmacılar, %75 soya küspesinin yerine düşük gossipol içeren pamuk tohumu küspesi (21.76 mg/kg serbest gossipol) ikamesinin kanatlı hayvanlarında büyüme performansını etkilemediğini gözlemlemişlerdir. Bir diğer araştırmada ise, kontrol grubuyla karşılaştırıldığında (%0 pamuk tohumu küspesi), %6 pamuk tohumu küspesinin (74.4 mg/kg serbest gossipol) 40-49 haftalardaki yumurtacı tavukların günlük ortalama yem tüketimini ve yumurtlama oranını olumsuz etkilemediği kanıtlanmıştır (Yuan ve ark., 2014). Aynı araştırmacılar, pamuk tohumu küspesi ve ekspander pamuk tohumu küspesinin besin madde kompozisyonunu sırasıyla %91.2 ve 91 kuru madde; %43.9 ve %43.8 ham protein; %5.97 ve 5.74 ham selüloz; %6.63 ve %6.50 ham kül; %0.63 ve %0.57 ham yağ; %0.27 ve %0.26 Ca; %1.04 ve %1.08 toplam P ve serbest gossipolü ise 1240 mg/kg ve 400 mg/kg olarak bulmuşlardır. Jazi ve ark. (2017), pamuk tohumu küspesi ve fermente pamuk tohumu küspesinin besin madde kompozisyonunu sırasıyla %92.6 ve 90.2 kuru madde; %36.3 ve %39.2 ham protein; %12.6 ve 8.21 ham selüloz; %5.20 ve %6.05 ham kül; %1.10 ve %1.01 ham yağ ve serbest gossipolü ise 584.3 mg/kg ve 68 mg/kg

olarak bulmuşlardır. Konuşkan ve ark. (2017) pamuk tohum çeşitlerinin tohum ve yağ kimyasal özelliklerini inceledikleri araştırmada pamuk çeşitlerinin (Çukurova 1518, PAUM 15, BA 119) ortalama kuru maddesini %92.3-93.2; yağ miktarını ise %17.2-19.6 aralıklarında olduğunu gözlemlemiştir.

Ülkemizde son olarak 05/02/2005 tarih ve 25718 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan 2005/3 numaralı tebliğ ile, bazı yem ve yem hammaddelerinde bulunmasına izin verilen maksimum serbest gossipol miktarları Tablo2’de verilmiştir.

Tablo 2. Yemlerde Gossipolün Kabul Edilebilir En Çok Miktarları

İstenmeyen maddeler	Hayvan Beslemede Kullanılan Yemler	Kabul edilebilir en çok miktar (ppm; %88 KM yem)
Serbest gossipol	Yemlik maddeler, aşağıdakiler dışında -Pamuk tohumu -Pamuk tohumu küspesi Tam yemler; aşağıdakiler dışında: -Sığır, koyun ve keçi tam yemleri -Buzağı ve kanatlı tam yemleri (Yumurta tavuğu hariç) -Tavşan ve Domuz tam yemleri (Domuz yavrusu hariç)	20 5000 1200 20 500 100 60

Kaynak: Anonim, 2005

Yine Tablo3 ve 4’de çeşitli araştırmacıların farklı pamuk tohumu küspelerinin besin madde kompozisyonları ile gossipol içerikleri (serbest ve toplam; mg/kg) ilgili sonuçlar verilmiştir. Tarım Bakanlığının 06/05/2004 Tarih ve 25454 sayılı Resmi Gazete’de yayınladığı Küspe Normları Tebliğinde, ekspeller pamuk tohumu küspesinin en az %88 kuru madde ve %26 ham protein, en çok %9 ham yağ, %23 ham selüloz ve %9 ham küliçerebileceğini, ekstraksiyon pamuk tohumu küspesinde ise en az %88 kuru madde ve %30 ham protein ile en çok %4.5 ham yağ, %22 ham selüloz ve % 9 ham kül olabileceği bildirilmiştir (Anonim, 2004). Gossipolün kanatlı hayvanlar, tek mideli hayvanlar ve genç ruminantlar için toksik olduğu yapılan çok sayıda araştırmalarla saptanmıştır (Phelps, 1966; Scott ve ark., 1969) Hayvanların tolere edemeyeceği düzeyde gossipol, kanatlılarda metabolik enerjiden yararlanmayı düşürmekte, ölüm oranını yükseltmekte,

yumurta iç kalitesini bozmakta, yumurtadan çıkış gücünü de olumsuz yönde etkilemektedir. Fakat pamuk tohumu küspesinin besleme değerini incelerken, sadece onun kapsadığı gossipol miktarını değil, diğer faktörleri de dikkate almak gerekmektedir. Gossipolün yanı sıra pamuk tohumu yağı, yumurta içi kalitesinin bozulmasına yol açan iki önemli bileşik kapsamaktadır. Bunlar, yağ asitlerinin transformasyonunda delta-9-desaturaz gibi enzimatik aktiviteleri inhibe edici özelliğe sahip siklopropen (cyclopropen) yağ asitlerinden malvalik ve sterkulik asitleridir. Rasyonda küçük miktarda gossipol, belirli süre depolanmış yumurta sarısını tabii rengini kaybederek beneklenip, lekelenmesine ve mavimsi-yeşil bir renk almasına yol açarken, malvalik ve sterkulik asitler de yumurta beyazının pembeleşmesine sebep olmaktadır (Scott ve ark., 1969; Diaw ve ark., 2012).

Gossipol'ün toksik etkisi bilhassa kümes hayvanlarında daha barizdir. Cıvciv döneminde bu hayvanların rasyonlarındaki gossipol düzeyi %0.012'nin (120 ppm) üzerinde ise yumurta verimi ve cıvciv çıkış gücü gerilemekte bu düzey %0.04'ü (400 ppm) aştığında ise gelişme durmaktadır (Ergül ve Schiller, 1972; Ergül ve Pekerten, 1977). Bununla birlikte, çeşitli araştırmalarda, rasyonda 200 mg/kg düzeyden düşük serbest gossipol ile cıvciv performansının önemli ölçüde etkilenmediği rapor edilmiştir (Heywang ve Kemmerer, 1966; Smith ve Clawson, 1970; Hermes ve ark., 1983).

Tablo 3. Farklı Pamuk Tohumu Küspesinin Besin Madde Kompozisyonları (% , KM)

Besin Maddesi	Kabuksuz										Kabuklu						Gossipolsüz Ekstraksiyon	
	Ekspeller									Ekstraksiyon			Ekspeller					
	1	2	3	4	5	7	9	11	12**	1	7	10	1	6	8	12**	2	3
HP	37.9	49.3	56.0	34.2	43.7	44.0	29.7	45.0	42.1	38.7	46.0	45.0	22.0	30.3	28.7	33.2	52.0	49.8
HY	7.0	1.9	2.6	7.3	7.4	4.2	4.9	1.5	32.4	0.3	0.5	7.2	7.5	4.2	2.0	25.4	1.0	1.0
HS	12.5	-	15.9	18.0	17.6	12.9	15.7	10.0	7.8	12.7	15.1	11.0	29.0	26.9	26.9	13.9	-	14.9
HK	6.5	-	8.9	5.3	6.1	-	7.0	6.5	5.0	6.4	-	9.0	5.0	4.7	5.3	4.7	-	6.9
ME*	11.8	9.3	-	8.0	9.4	10.4	10.4	-	13.7	9.4	11.2	-	7.9	9.1	-	13.7	9.1	-
Ca	-	-	-	0.2	0.3	0.2	0.1	0.2	0.1	-	0.2	-	-	-	0.2	0.2	-	-
P	-	-	-	0.8	0.9	1.1	0.7	1.2	1.0	-	1.1	-	-	-	0.7	0.9	-	-

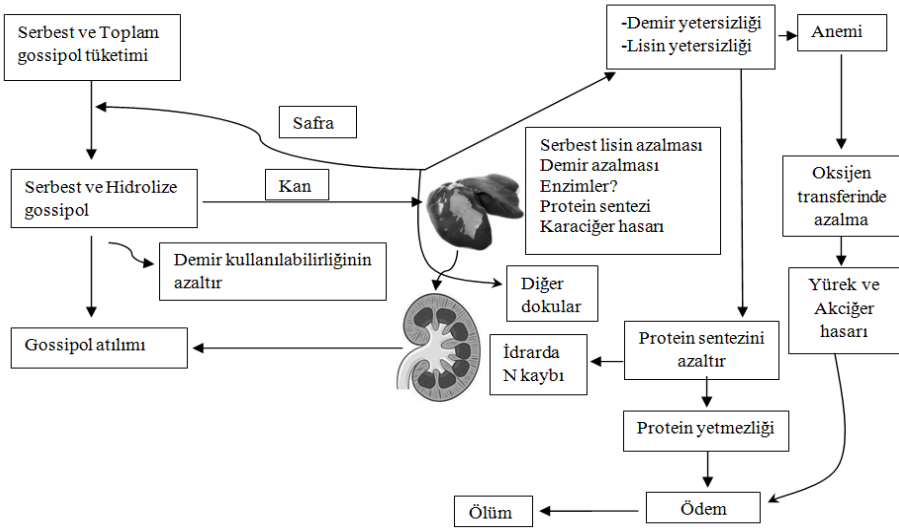
HP: Ham protein; HY: Ham yağ; HS: Ham selüloz; HK: Ham kül; ME: Metabolik Enerji,*: MJ/kg; Ca: Kalsiyum; P: Fosfor; 1: Sharma ve ark. (1978); 2: Reid ve ark. (1984); 3: Ryan ve ark. (1986); 4: Panigrahi ve ark. (1989); 5: El-Boushy ve Raterink (1989); 6: Balogun ve ark. (1990); 7: NRC (1994); 8: Nagalakshmi (1997); 9: SekharReddy ve ark. (1998); 10: Henry ve ark. (2001a); 11: Watkins ve ark. (2002); 12: Canikli (2019); **: bezsiz (gossipolsüz)

Tablo 4. Farklı Pamuk Tohumu K spsinin Gossipol  eriği (serbest ve toplam; mg/kg)

Gossipol	Kabuksuz								Kabuklu			Gossipolsüz Ekstraksiyon	
	Ekpeller							Ekstraksiyon	Ekspeller				
	1	2	3	4	5	7	8**		1	1	6	8**	2
Toplam	6920	-	14144	10000	12300	-	706	6333	3900	5183	440	-	362
Serbest	360	426	519	1700	1900	1300	521	467	600	2700	294	130	106

1: Sharma ve ark. (1978); 2: Reid ve ark. (1984); 3: Ryan ve ark. (1986); 4: El-Boushy ve Raterink (1989); 5: Gamboa ve ark. (2001); 6: Nagalakshmi ve ark. (2001); 7: Watkins ve ark. (2002); 8: Canikli (2019); **: bezsiz (gossipols z)

Genel olarak gossipolün vücutta meydana getirdiği düzensizlikler (Şekil 4) arasında en önemli ve en yaygın olanlar anoreksia, canlı ağırlık kayıplan, pülmoner ödemler, hidrotoraks, karın boşluğunda seröz sıvı toplanması, dispnea, hepatik dejenerasyon, miyokardiyal hipertrofi, kardiyojenik ödemlerdir. Bu düzensizliklerin oluşumundaki gossipol toleransı, rasyonun ihtiva ettiği protein ile demire yakından bağlı bulunmaktadır. Bu sebepten, çeşitli çiftlik hayvanlarının gossipol toleransları arasında büyük farklılıklar olmaktadır (Anonymous, 1967).



Şekil 4. Organizmada Gossipol'ün Etkileri

(<http://www.unu.edu/unupress/food/8F024e/8F024E11.gif>)

Yeme demir tuzları ilavesiyle gossipolün zararlı etkileri giderilebilmektedir. Çünkü serbest gossipol, demir tuzlarıyla sindirim enzimlerinin etkilemediği kompleks bileşikler meydana getirmekte ve gübre ile dışarı atılmaktadır. Gossipollü pamuk tohumu küspesinden etlik piliç karmalarına %30-35 hatta %50'ye varan oranlarda, yumurta tavuklarının karmalarına ise %20 oranında katıldığında herhangi bir zararlı etkisi olmamaktadır. Kümes kanatlılarının rasyon yemlerine %10-15, etlik piliçlere ise %10 düzeyine kadar katılması durumunda zararlı bir etkisinin olmadığı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Karabulut ve Filya, 2007). Yumurtacı tavukların pamuk tohumu küspesi içeren diyetlerinde 20 ya da 59 mg/kg

düzeyinde serbest gossipolün bulunması durumunda düzeyinin yumurtlama performansında ve yumurta sarı diskolorasyonunda değişiklik olmadığı tespit edilmiştir (Nagalakshmi ve ark.,2007). Panigrahi ve ark. (1989) yumurtacı tavukların rasyonuna %30'a kadar pamuk tohumu küspesi(225 mg/kg serbest gossipol) ilavesinin yumurta verimini olumsuz etkilemediğini ve sonraki yapmış olduğu araştırmada ise aynı pamuk tohumu küspesinin (262 mg/kg serbest gossipol) yumurta sarı diskolorasyonunun görülmediğini bildirmişlerdir(Panigrahi veHammonds, 1990).Canikli (2019) Nazilli gossipolsüz çeşit ile yapmış olduğu araştırmasında kabuklu pamuk tohumu ve kabuksuz pamuk tohumunun serbest ve toplam gossipol düzeyleri sırasıyla (mg/kg); 294±15 ve 440±4; 521±2 ve 706±20 olarak bulmuştur. Bu sonuçlar dikkate alındığında kabuksuz pamuk tohumu gossipol düzeyleri kabuklu pamuk tohumuna göre çok yüksek olduğunu bildirmiştir. Nitekim pamuk tohumu kabuklarında gossipol bezi olmadığından kabuksuz pamuk tohumunda bu değer (serbest ve toplam gossipol) yükselme eğilimi gösterdiğini tespit etmiştir. Pratikte yumurta tavuğu rasyon karmalarına %15 katılması durumunda rasyonun gossipol düzeyleri kabuklu pamuk tohumu için yaklaşık olarak sırasıyla 44.1 mg/kg serbest gossipol ve 66 mg/kg toplam gossipol; kabuksuz pamuk tohumu için yaklaşık olarak sırasıyla 78.2 mg/kg serbest gossipol ve 105.9 mg/kg toplam gossipol içereceğini bildirmiştir. Etlik piliçlerde ise %10 düzeyinde katılması durumunda ise kabuklu pamuk tohumu için yaklaşık olarak sırasıyla 29.4 mg/kg serbest gossipol ve 44 mg/kg toplam gossipol; kabuksuz pamuk tohumu için yaklaşık olarak sırasıyla 52.1 mg/kg serbest gossipol ve 70.6 mg/kg toplam gossipol içereceğini açıklamıştır. Dolayısıyla rasyonda tahmini olabilecek gossipol düzeyleri dikkate alındığından kümes hayvanlarının gossipol düzeyini tolere edecek düzeylerinin çok altında olduğundan rahatlıkla kullanılabilceği hatta kullanım düzeylerinin bir kat daha arttırılabileceği ve büyüme ve yumurta performansında herhangi bir verim düşüklüğüne neden olmadan kullanılabilceğini bildirmiştir. Bu bağlamda Davis ve ark. (2002) yumurta tavuğu rasyonlarına %20 oranında pamuk tohumu küspesi ilavesi ile rasyondaki serbest gossipol içeriğinin 144 mg/kg (ppm) yumurta verimini ve yumurta ağırlığını etkilemediğini açıklamışlar ve rasyonda serbest gossipol düzeyinin en az 100 ppm altında tutulmasını gerektiğini önermişlerdir. Almanya ve İngiltere'nin yumurtacı tavukların beslenmesinde serbest

gossypol için izin verdiği miktar da 20 mg/kg'dır. Lordelo ve ark. (2007) 200 ve 400 mg/kg gossypol izomer diyetleri ile yumurtlama performansında önemli bir fark olmadığını, ancak gossypolün hem (+) hem de negatif (-) formları tavuklarda zararlı etkilere neden olabileceğini, ciddi yumurta sarısı renk değişimine sadece tavukların (+) gossypol ile beslenmesi neden olduğunu ve (+) gossypol'ün yumurta sarısı renk değişimine hangi mekanizma ile etkili olduğu bilinmediğini açıklamışlardır. Bununla birlikte, yumurtacı tavukların diyetlerinde serbest gossypol sınırları konusunda günümüze kadar bazı farklılıklar vardır. Öte yandan Wang ve ark. (2020) farklı düzeylerde pamuk tohumu küspesinin (19.5, 67.5, 115.5 ve 163.5 g/kg pamuk tohumu küspesi) yumurtacı tavuklarda etkilerini değerlendirmek amacıyla yürüttükleri bir araştırmada yumurtlamanın ilerleyen dönemlerinde diyetteki serbest gossypol içeriğinin 70 mg/kg'ı aşmaması gerektiğini önermişlerdir.

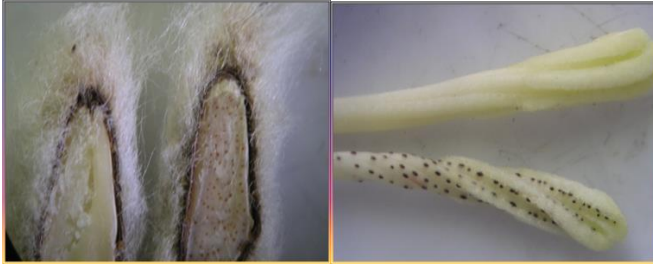
Pamuk tohumu ve pamuk tohumu küspesinde bulunan gossypolün hem (+), hem de negatif (-) izomerleri mevcuttur. Biyolojik olarak negatif izomer (-) gossypol, pozitif izomer (+) gossypole göre daha aktiftir (Lordelo ve ark., 2005; Fidan ve ark., 2009). Bu iki izomerin toplam gossypol içerisindeki payı tür ve çeşitlere göre varyasyonlar göstermektedir. Genellikle, *Gossypium barbadense* L. türüne ilişkin ticari çeşitlerde negatif (-) izomer, *Gossypium hirsutum* L. türlerine ilişkin çeşitlerde ise, pozitif (+) izomerler dahayüksek oranda olabilmektedir (Fidan ve ark., 2009). Gossypolün zararları üzerine birçok çalışma bulunmasına rağmen izomerlerinin sayısal olarak belirlenmesi için uygun yöntem olmadığı için yeterli çalışma mevcut değildir. Hron ve ark. (1999), yaptıkları çalışma ile gossypolün izomerlerinin sayısal olarak belirlenmesini mümkün kılan metod geliştirmişler ve bu aşamadan sonra gossypol izomerlerinin toksisitesi üzerine çalışmalara başlanılmıştır (Umur ve ark., 2019). Dolayısıyla ülkemizde pamuk tohumu ve/veya pamuk tohumu küspesindeki gossypol izomerlerinin çiftlik hayvanları üzerindeki toksik etkilerini ortaya koyabilecek araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Gossypol'ün insan ve hayvan beslenmesindeki zararlı etkilerini en ucuz şekilde ortadan kaldırmanın yolu tohumunda gossypol bulunmayan çeşitlerin ıslahıdır. Türkiye'de ilk kez 1986 yılında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümündeki çalışma grubu tarafından yurtdışından sağlanan gossypolsüz gen kaynakları arasında melezleme çalışmaları yapılarak

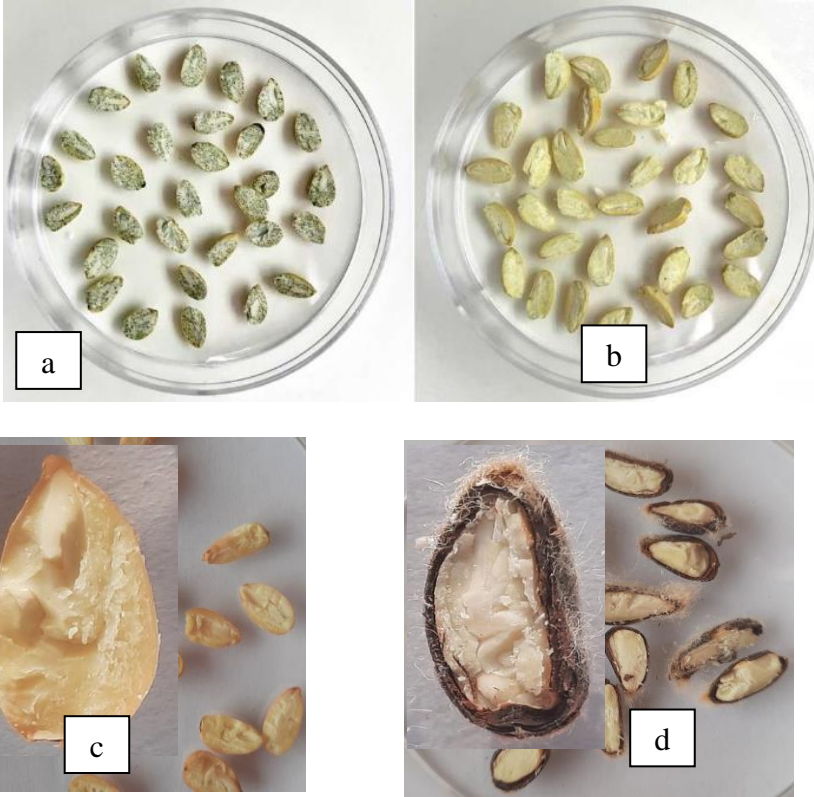
Gossipolsüz pamuk ıslahı adı altında elde edilen döllere üzerinde yapılan seleksiyonlar sonucu verimli, kaliteli ülkemiz koşullarına uyan bir tip geliştirilerek “Gossipolsüz-86” adı ile anılan ilk gossipolsüz Türk pamuk çeşidi elde edilmiştir (Emiroğlu ve ark., 1974; Emiroğlu ve ark., 1989). Nazilli Pamuk Araştırma Enstitüsünde melezleme ıslahı ile elde edilmiş gossipolsüz pamuk tohumu (bitki yüzeyinde ve tohumda gossipol bezleri bulunmayan) ise verimli teknolojik değerleri üstün bir çeşittir. Melezleme Nazilli-84 (ana), gossipolsüz-86 çeşidi (baba) ebeveyn olarak alınmıştır. 1991 yılında başlayan ıslah çalışmaları 2001 yılında tamamlanmıştır. NGF-63 hat adı ile 2000 yılında tescil denemelerine alınan bu çeşit birçok özelliği yönüyle 2002 yılında Gossipolsüz Nazilli adıyla tescil ettirilmiştir. 2002 yılında ülkemizde geliştirilen agronomik ve teknolojik özellikleri en yüksek gossipolsüz bir pamuk çeşididir. Gossipolsüz olması nedeniyle Türkiye pamuk üretim bölgelerinin hepsinde başarılı bir şekilde üretimi yapılabilecek ve tohumları yağ sanayinde, küspesi ise kanatlı ve geviş getiren hayvanların rasyonlarında kullanılacak bir pamuk çeşididir (Anonim, 2018b). Pamuk tohumunun küspesi geviş getirmeyen hayvanların beslenmesinde, yağı ise insan beslenmesinde kullanılmaktadır. Pamuk tohumu, yapısında doğal olarak bulunan “Gossipol” fenolik bileşik sebebiyle kendisinden yeterince yararlanmayı sınırlamaktadır (Şekil 5). Ham yağa koyu bir renk verdiği için, yağ ağartma işlemine tabii tutulmaktadır. Öte yandan pamuk tohumunun depolanması serbest gossipol içeriğini çok az düzeyde azaltmaktadır. Protein kaynağı olarak pamuk tohumu küspesi içeren rasyonda serbest gossipolün toksik etkilerini hafifletmek için birkaç yöntem kullanılmaktadır. Bunlar, ısıtma işlemi, katı faz fermantasyonu (Wu ve Chen, 1989; Zhang ve ark., 2006; Sun ve ark., 2012; Kanyinji ve Sichangwa, 2014; Nie ve ark., 2015), ışınlatma (Bahraini ve ark., 2017) uygulamaları ile rasyona lizin (Henry ve ark., 2001b; Mahmood ve ark., 2011), demir sülfat (Tabatabai ve ark., 2002) ve kalsiyum hidroksit (Nagalakshmi ve ark., 2002a,b; 2003) takviyesinin yapılmasıdır. Dolayısıyla aşırı gossipol ihtiva eden küspe kullanıldığında bu yöntemler kullanılarak zararsız hale getirilmedikçe kullanılmamakta ya da rasyonda sınırlı düzeylerde kullanılabilir. Bu nedenle gossipol içermeyen tohumların kullanılması önem arz etmektedir. ABD’de gossipolü ancak yapraklarında ve gövdesinde kalan, gossipolsüz (bezsiz) tohum üretmeyi (Şekil 6 a ve b) başarmışlardır. Dolayısıyla araştırmacılar bezsiz pamuk

tohumunun konvansiyonel pamuk tohumuna göre zararlı böcek saldırılarına veya hastalıklara maruz kalmadığını bildirmişlerdir (Janga ve ark., 2019). Öte yandan Canikli (2019) yürütmüş olduğu araştırmasında çiftlik hayvanlarının karma yemlerinde yer alabilecek gossipolsüz Nazilli pamuk tohumu (Şekil 6 c ve d) ve pamuk tohumu küspeinin besin madde düzeyleri, mineral madde kompozisyonu, pamuk tohumu ham yağının yağ asidi kompozisyonu, toplam fenolik bileşikler ve antioksidan kapasite gücü ile gossipol düzeyleri belirlenmiştir. Senegal’de Diaw ve ark. (2012) etlik piliçlerin rasyonuna %25 oranında bezsiz iç pamuk tohumu kullanımının ürün kârlılığını artırabileceğini kanıtlamışlardır. Gossipol’ün pamuk tohumunda bulunması, pamuk bitkisi tarafından üretilen tüm proteinin ruminant yemi ve su ürünleri yetiştiriciliğinde (çok az düzeyde) serbest olarak kullanılmaktadır. Son araştırmalar, birçok su ürünleri türünün beslemelerinde yetiştirme performansında bir düşüş olmadan %100 balık unu yerine ultra-düşük gossipollü pamuk tohumunun ikame edilebileceğini göstermiştir (Wedegaertner ve Rathore, 2015).





Şekil 5.Gossipollü ve gossipolsüz pamuk bitki kısımları (a: koza, b: gövde, c: yaprak, d: çiçek, e: tohum, f: stigma). Resim a, b, c ve e'de, soldakiler bezersiz, sağdakiler bezeli; d'de sol tarafta bezeli, sağ tarafta ise bezersiz; f'de ise üstte bezersiz ve altta bezeli yapılar görülmektedir (Fidan ve ark., 2009).



Şekil 6.(a) Gossipol içeren pamuk tohumu, (b) TAM66274 gossipol içermeyen pamuk tohumu, Devendra Pandeya, Texas A&M AgriLife; (c) Kabuksuzgossipol içermeyen pamuk tohumu (Nazilli/Türkiye), (d) Kabuklu gossipol içermeyen pamuk tohumu (Nazilli/Türkiye)

Yemler, hayvanların ihtiyaç duydukları besin maddelerini ve enerjiyi karşılama gibi olumlu etkilerinin yanı sıra içerdikleri toksik ve zararlı maddelerle hayvanın sağlığının bozulması ve elde edilen ürün kalitesinin düşmesi gibi etkilere de neden olabilirler. Bu nedenle hayvanların dengeli beslenmesinde hangi türdeki ve yaştaki hayvana hangi yemin ne kadar ve nasıl verileceğinin, ayrıca yemlerin en iyi şekilde nasıl korunacağını çok iyi bilinmesi gerekir. Her geçen gün özellikle protein kaynağı yem ihtiyacının arttığı ülkemizde, yerli kaynaklarımızdan maksimum düzeyde yararlanmak zorunlu hale gelmiştir. Ülkemizde diğer protein kaynağı yemlere göre çok fazla üretilen çığit ve pamuk tohumu küspesinin bu bakımdan birinci derecede önem taşıdığı öne sürülebilir. Ayçiçeğinden sonra en fazla üretilmesine rağmen, bu kadar değerli protein kaynağından ülkemizde azami derecede yararlanılmadığı anlaşılmaktadır.

Çiftlik hayvanlarının rasyonunda yem hammaddesi olarak ekspeller pamuk tohumu küspesi ekstraksiyon pamuk tohumu küspesine göre daha fazla kabuk içerdiğinden ham selülozu fazla, ham proteini ise daha düşüktür. Ayrıca üretim esnasında meydana gelen ısınma ile ortamdaki amino asitlerden lizin ve metiyonin önemli düzeyde zarara uğradığından proteininin niteliği de oransal olarak azalmış durumdadır. Yalnız sıcaklığın proteinin niteliği üzerindeki bu olumsuz etkisi karbonhidratlarda belirgin ölçülerde olumlu şekile dönüşmektedir. Isı, ortamdaki karbonhidratın sindirimini yükselttiği gibi oluşan karamelizasyon küspeye tüketimi artırır hoş bir koku da verir. Proteinin miktarı ve niteliği ekstraksiyon küspesine göre daha düşük olan ekspeller pamuk tohumu küspesi, içerdiği %4-6 düzeyindeki ham yağ ve daha fazla ham selüloz düzeyi ile en iyi şekilde geviş getirenlerin rasyonlarında değerlendirilebilir. Ekstraksiyon pamuk tohumu küspesi, fiziksel görünüm bakımından ekspeller küspesine göre daha açık renkli, granül yapıda ve kolay tozuyabilen özelliكتedir. Ham yağ içeriği %1'in altında olduğundan avuca alındığında kolayca parmaklar arasından akabilir. Tozuması ve ekspeller küspesine göre pek hoş olmayan tat ve kokusuyla hayvanlar tarafından tek başına biraz güç tüketilir. Ekstraksiyon pamuk tohumu küspesinin yağ oranının çok düşük olması ve daha az kabuk, dolayısıyla daha düşük ham selüloz içermesi nedeniyle ham protein içeriği ekspeller pamuk tohumu küspesine göre oldukça yüksektir. Ayrıca üretim yönteminin özelliği

nedeniyle ham proteinin niteliği de daha az etkilendiğinden yem değeri bakımından oldukça tatmin edicidir. Ekspeller pamuk tohumu küspesinde olduğu gibi bu küspede de ilk sırada sınırlayıcı aminoasit lizin olup, bunu metiyonin izler. Yalnız lizin içeriği ekspeller küspesine göre daha yüksektir ve bunun etkisini de hayvanlar üzerinde görmek mümkündür. Her iki küspe özellikle fosfor bakımından çok zengin olup, kalsiyumca fakirdir (Ergül, 1993). Çok az veya hiç karoten taşımaz. Vitamin D yönünden fakirdir. B kompleksi vitaminleri ise orta derecededir (Özen ve ark., 1981).

3. SONUÇ

Soya küspesi, Avrupa'da ve Türkiye'de hayvan beslemede en önemli protein kaynağıdır. Eğer yetiştiriciler özellikle hayvan rasyonlarında kullanılmak üzere GDO'lu kaynakları istemedikleri takdirde geleneksel üretim açısından alternatiflere gereksinim duyulmaktadır. Genel olarak ülkemizde sadece yem amaçlı olarak kullanılmak üzere GDO'lu soya ve mısır ithalatına izin verilmekle birlikte GDO'lugıda ve yemlerin işleme ve tüketim amacıyla ithali, piyasaya sürülmesi, tescili, ihracatı ve transit geçişleri yasaktır. Nitekim çiftlik hayvanların rasyonlarının %20-30 düzeyini soya küspesinin oluşturduğu bilinen bir konudur. Ülkemizde üretiminin çok az olması (2022 yılı üretim 155 000 ton) nedeniyle ithal edilen hammaddeler içerisindeki soya küspesinin ekonomik açıdan rasyon maliyetini önemli düzeyde arttırması hayvanların protein ihtiyacının karşılanmasında yerli yağlı tohum bitkilerinden elde edilen küspeler (pamuk, ayçiçeği) her ne kadar soya küspesine göre özellikle kanatlı hayvanlar için kullanımını sınırlandıran antinütrisyonel faktörler ve protein kalitesinin yetersizliği olsa da bir alternatif ya da rasyonda her iki küspenin de yer alabileceği kombinasyonların da etkili şekilde kullanılabileceği konuma gelebilir. Üstün nitelikli hayvanlardan istenilen verimin alınabilmesi için mutlaka rasyonel besleme uygulanması gerekmektedir. Çiftlik hayvanları yetiştiriciliğinde yemleme konusunda yapılacak ekonomik düzenlemeler yeni, ucuz ve kaliteli yem kaynaklarının araştırılıp, geliştirilmesigeleneksel yetiştiricilikte olduğu gibi organik hayvancılığın geleceği açısından da çok önemlidir.

Bugüne kadar konu ile ilgili yürütülen çalışmalardan elde edilen bulgular ve farklılıklar dikkate alınarak tartışılmış temel bilgiler ışığında açıklanmaya çalışılmıştır.Pamuk tohumu küspelerinin kimyasal özellikleri ve

kalitesi hakkında bilgi veren besin madde bileşimleri arasındaki gözlenen farklılıklar, başta yağ elde edilmiş yöntemi olmak üzere tohum çeşidi, özellikleri, kabuk içeriği, depolama süresi gibi faktörlere bağlı olarak açıklanabilir. Özellikle işleme tekniği ile kabuksuzlaştırma mekanik veya ekstraksiyon yöntemlerinden hangisini uygulandığı küspelerin başta yağ, protein ve selüloz olmak üzere besin madde bileşimini önemli ölçüde etkilemektedir. Dünya’da, proteince yetersiz besleme ve yem sıkıntısı çeken ülkeler bile pamuk tohumu veya pamuk tohumu küspesini ruminant hayvanları için bir yem kaynağı olarak kullanmaktadır. Ancak bütün pamuk tohumu veya protein bakımından zengin pamuk tohumu küspesi ile beslenseler bile, yem proteinini et proteinine dönüştürmede mideli hayvanlara göre oldukça yetersizdirler. Ruminant hayvanlara göre birçok tek mideli çiftlik hayvanı için protein dönüşüm oranı değerleri, bu hayvanların bitki proteinlerini yüksek kaliteli et proteinlerine dönüştürmede önemli ölçüde daha etkili olduğunu göstermektedir. Özellikle, yumurta ve etlik piliç üretimi, düşük gossipol ya da gossipolsüz pamuk tohumu ve/veya pamuk tohumu küspesinin de dâhil olduğu karmalarda yem protein kaynağının et proteinine dönüşümünde verimli bir şekilde kullanılabilir. Bezsiz ya da düşük gossipol içeren ve bunların tek hücre canlıları ve/veya katı ya da sıvı faz fermentasyon işlemine maruz bırakılarak konsantrasyonu düşen gossipol ile sindirilebilirliği arttırılabilen pamuk tohumu ve pamuk tohumu küspesinin, dünyada protein kıtlığının azaltılmasına yardımcı olma potansiyeline sahiptir. Bu nedenle, dünya çapında bir nitelikli lif sağlayan aynı zamanda gossipol içermeyen ıslah edilmiş yeni çeşitlerin benimsenmesi, yalnızca yem proteininin eksikliklerinin giderilmesine yardımcı olmakla kalmayacak, aynı zamanda, pamuk çeşitliliğine katkıda bulunmakla beraber kullanımlarından dolayı pamuk yetiştirilen ülkelerin kırsal ekonomilerinin iyileştirilmesine de yardımcı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Alkaya E. (2010). Lif Pamuk Üretimi Yan Ürünlerinin/Artıklarının Katma Değerli Ürünlere Dönüştürülmesi: Mevcut Uygulamalar ve Teknolojik Gelişmeler. 2. *Ulusal Katı Atık Yönetimi Kongresi - UKAY 2010*, 18-29 Ekim, Mersin.
- Anonim (2004). Küspe Normları Tebliği. Tebliğ No:2004/17, Resmi Gazete, Sayı: 25454, Tarih: 06/05/2004.
- Anonim (2005). Yemlerde İstenmeyen Maddeler Hakkında Tebliğ. Tebliğ No: 2005/3, Resmi Gazete, Sayı: 25718, Tarih: 05/02/2005.
- Anonim (2018a). 2017 Yılı Pamuk Raporu. T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü, 43 sayfa, Ödemiş/İzmir. Erişim: <http://koop.gt.b.gov.tr/data/5ad06c80ddee7dd8b423eb24/2017%20Pamuk%20Raporu.pdf>
- Anonim (2018b). Gossypolsüz Nazilli (Glandsız), Pamuk (*Gossypium Hirsutum* L.). Nazilli Pamuk Araştırma İstasyonu Tanıtım Kataloğu, Sayfa 37-38, Nazilli, Aydın.
- Anonymous (1967). Factors in cottonseed meal affecting the physiological response in animals. *Feedstuff*6:39.
- Anonymous (2022). Turkey Cotton and Cottonseed Meal Production by Year. Index Mundi.<https://www.indexmundi.com/agriculture/?country=tr&commodity=cotton&graph=production>.
- Bahraini, Z., Salari, S., Sari, M., Fayazi, J., Behgar, M. (2017). Effect of radiation on chemical composition and protein quality of cottonseed meal. *Animal Science Journal* 88(9): 1425-1435.
- Balogun T.F., Aduku A.O., Dim N.I., Olorunju S.A.A. (1990). Uncorticated cottonseed meal as a substitute for soybean meal in diets for weaner and growing finishing pigs. *Animal Feed Science and Technology* 30: 193–201.
- Calhoun, M.C., Kuhlmann, S.W., Baldwin, B.C. (1995). Cotton feed product composition and gossypol availability and toxicity, Pages 125–145 in:

Proceedings of the 2nd National Alternative Feeds Symposium. Alternative Feeds for Dairy and Beef Cattle, St. Louis, MO.

- Canikli, A., 2019. *Genetik olarak geliştirilmiş nazilli gossipolsüz (bezsis) pamuk çiğiti ve soğuk sıkım küspesinin besin madde kompozisyonu ve gossipol düzeyi.* Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 70 sayfa, Tokat.
- Davis, A.J., Lordelo, M. M., Dale, N. (2002). The use of cottonseed meal with or without added soapstock in laying hen diets. *Journal of Applied Poultry Research* 11: 127–133.
- Devanaboyina, N., Rama, R.S.V., Panda, A.K., Sastry, V.R.B. (2007). Cottonseed meal in poultry diets: A review. *Journal of Poultry Science* 44(2): 119–134.
- Diaw, M.T., Dieng, A., Mergeai, G., Camara, A., Hornick, J.L. (2012). Effets de la substitution totale du tourteau d'arachide par la fève de coton glandless sur les performances zootechniques de poulets de chair au Sénégal. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*65(1-2).
- El-Boushy, A.R., Raterink, R. (1989). Replacement of soybean meal by cottonseed meal and peanut meal or both in low energy diets for broilers. *Poultry Science* 68: 799–804.
- Emiroğlu, Ş.H. (1974). Pamukta Gossipol, Gossipol glandının kalıtımı ve pamuk çeşitlerimizin total gossipol seviyeleri. *Bitki* 1(2): 239-245.
- Emiroğlu, Ş.H., Yazıcıoğlu, G., Turan, Z.M., Akdemir, H. (1989). Gossypolsüz yeni pamuk çeşitleri ıslahı. *Doğa TÜBİTAK Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi* 13(2): 204-215.
- Ergül, M. (1993). *Yemler Bilgisi ve Teknolojisi (II. Basım).* Ege Üniv. Zir. Fak. Yayın No:467, İzmir.
- Ergül, M., Pekerten, B. (1977). Süt ineklerinin beslenmesinde küspelerin yeri. Batı Anadolu I. Süt Hayvancılığı Semineri, İzmir.

- Ergül, M., Schiller, K. (1972). Pamuk tohumu küspesinin beslenme değeri üzerine bir araştırma. *Ege Üniv. Zir. Fak. Dergisi*, Cilt:9, Sayı:2, İzmir.
- Fidan, M.S., Bölek, Y., Oğlakçı, M., Bardak, A. (2009). Pamukta Gossypol. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi* 12(1): 93-101.
- Gadelha, I.C., Fonseca, N.B., Oloris, S.C., Melo, M.M., Sotoblanco, B. (2014). Gossypol toxicity from cottonseed products. *Scientific World Journal* 23: 16–35.
- Gamboa, D.A., Calhoun, M.C., Kuhlmann, S.W., Haq, A.U., Bailey, C.A. (2001). Tissue distribution of gossypol Enantiomers in broilers fed various cottonseed meals. *Poultry Science* 80: 920–925.
- He, T., Zhang, H.J., Wang, J., Wu, S.G., Yue, H.Y., Qi, G.H. (2015). Application of low-gossypol cottonseed meal in laying hens' diet. *Poultry Science* 94(10): 2456–2463.
- Henry, M.H., Pesti, G.M., Bakalli, R., Lee, J., Toledo, R.T., Eitenmiller, R.R., Phillips, R.D. (2001a). The performance of broiler chicks fed diets containing extruded cottonseed meal with lysine. *Poultry Science* 80: 762–768.
- Henry, M.H., Pesti, G.M., Brown, T.P. (2001b). Pathology and histopathology of gossypol toxicity in broiler chicks. *Avian Diseases* 45(3): 598-604.
- Hermes, I.H., Asker, N.R., Shulkamy, M.T., El Sherskl, M. (1983). The effect of using different levels of decorticated cottonseed meal on performance of chicks. I. Growth and feed efficiency of starting chicks. *Annals of Agricultural Sciences Ain Shams University, Egypt* 28: 1415–1428.
- Heywang, B.W., Kemmerer, A.R., 1966. Effect of gossypol source and level on chick growth. *Poultry Science* 45: 1429–1430.
- Hron, R.J., Kim, H.L., Calhoun, M.C., Fisher, G.S. (1999). Determination of (+)-,(-)-, and total gossypol in cottonseed by high-performance liquid chromatography. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 76: 1351-1355.

- Jazi, V., Boldaji, F., Dastar, B., Hashemi, S.R., Ashayerizadeh, A. (2017). Effects of fermented cottonseed meal on the growth performance, gastrointestinal microflora population and small intestinal morphology in broiler chickens. *British Poultry Science*, 58(4): 402-408.
- Juillet, A., Susplugas, J., Courp, J. (1955). Oléagineux et leurs tourteaux. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Erişim: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201300361319>
- Kanyinji, F., Sichangwa, M. (2014). Performance of broilers fed finishing diets with fermented cottonseed meal as partial replacement for soybean meal. *Journal of Animal Science Advances* 4: 931-938.
- Karabulut, A., Filya, İ. (2007). Yemler bilgisi ve yem teknolojisi. U.Ü. Zir. Fak. Ders Notları No:67, (Genişletilmiş 4. Baskı), s. 81-82, Bursa.
- Karadaş, E., Özer, H., Metin, N., Özdemir, N. (1996). Broiler piliçlerde deneysel pamuk tohumu toksikasyonunda patolojik ve biyokimyasal çalışmalar. *Türk Veterinerlik ve Hayvancılık Dergisi* 20(1): 1-8.
- Kırkpınar, F., Ergül, M. (2003). Pamuk tohumu küspesinin yem olarak kullanımı. Pamukta Eğitim Semineri. Ege Üniv., 223-235s, 14-17 Ekim, İzmir.
- Konuşkan, D.B., Yılmaztekin, M., Mert, M., Gençer, O. (2017). Physico-chemical characteristic and fatty acids compositions of cottonseed oils. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 23(2): 253-259.
- Kutlu, H.R., Görgülü, M., Çelik, L.B. (2007). Genel Hayvan Besleme. Ders notu, Çukurova Üniv. Zir. Fak., Zootečni Bl., Yemler ve Hayvan Besleme ABD., 165 sayfa, Adana.
- Lan, L., Appelman, C., Smith, A.R., Yu, J., Larsen, S., Marquez, R.T., Liu, H., Wu, X., Gao, P., Roy, A., Anbanandam, A., Gowthaman, R., Karanicolas, J., Guzman, R.N.D., Rogers, S., Aube, J., Ji, M., Cohen, R.S., Neufeld, K.L., Xu, L. (2015). Natural product (-)-gossypol inhibits Colon cancer cell growth by targeting RNA-binding protein musashi-1. *Molecular Oncology*, 9(7): 1406-1420.

- Lee, K.J., Dabrowski, K. (2002). High performance liquid chromatographic determination of gossypol and gossypol one enantiomers in fish tissues using simultaneous electrochemical and ultraviolet detectors. *Journal of Chromatography B* 779: 313-319.
- Lordelo, M.M., Calhoun, M.C., Dale, N.M., Dowd, M.K. (2007). Relative toxicity of gossypol enantiomers in laying and broiler breeder hens. *Poultry Science* 86(3): 582–590.
- Mahmood, F., Khan, M.Z., Khan, A., Muhammad, G., Javed, I. (2011). Lysine induced modulation of toxico-pathological effects of cottonseed meal in broiler breeder males. *Pakistan Journal of Zoology* 43(2): 357-365.
- Nagalakshmi, D., Sastry, V.R.B., Rao, V.K. (2002a). Influence of feeding processed cottonseed meal on meat and wool production of lambs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 15(1): 26-33.
- Nagalakshmi, D., Sastry, V.R.B., Agrawal, D.K. (2002b). Detoxification of undecorticated cotton seed meal by various physical and chemical methods. *Animal Nutrition and Feed Technology* 2: 117-126.
- Nagalakshmi, D., Sastry, V.R.B., Pawde, A. (2003). Rumen fermentation patterns and nutrient digestion in lambs fed cottonseed meal supplemental diets. *Animal Feed Science and Technology* 103: 1–4.
- Nagalakshmi, D. (1997). *Utilization of undecorticated cotton (Gossypium) seed meal in the diets of growing lambs*. PhD Thesis. Indian Veterinary Research Institute, Izatnagar, India.
- Nagalakshmi, D., Rama, R.S.V., Panda, A.K., Sastry, V.R.B. (2007). A review: cottonseed meal in poultry diets. *The Journal of Poultry Science* 44: 119–134.
- Nagalakshmi, D., Sastry, V.R.B., Agrawal, D.K., Katiyar R.C.H. (2001). Haematological and immunological response in lambs fed on raw and variously processed cottonseed meal. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 14: 21–29.

- Nie, C., Zhang, W., Ge, W., Wang, Y., Liu, Y., Liu, J. (2015). Effects of fermented cottonseed meal on the growth performance, apparent digestibility, carcass traits, and meat composition in yellow feathered broilers. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 39: 350-356.
- NRC (1994). Nutrient requirements of poultry. Ninth Revised Edition, 1994, National Academy Press, Washington D.C.
- Oğuz, F.K. (2006). Bilmediğimiz bir ürün: Pamuk Tohumu. *Türkiye Yem Sanayicileri Birliği, Yem Magazin Dergisi* 43: 47-52.
- Osti, N.P., Pandey, S.B. (2006). Use of whole cotton seed and cotton seed meal as a protein source in the diet of ruminant animals: Prevailing situation and opportunity. *In Proceedings of the 6th national workshop on Livestock and Fisheries Research*, pp. 111-119.
- Özen, N., Çakır, A., Haşımoğlu, S., Aksoy, A. (1981). Yemler. Atatürk Üniv. Zir.Fak Zootečni Bl. s:122-125, Erzurum.
- Özkan, K. (1974). Ülkemizde Yeterince Değerlendirilmeyen Bir Yem: Pamuk Tohumu Küspesi. Ege Üniv. Zir. Fak. Dergisi, 11(1):135-145, İzmir.
- Panigrahi, S., Hammonds, T.W. (1990). Egg discoloration effects of including screw press cottonseed meal in laying hen diets and their prevention. *British Poultry Science* 31: 107–120.
- Panigrahi, S., Plumb, V.E., Machin, D.H. (1989). Effects of dietary cottonseed meal, with and without iron treatment on laying hens. *British Poultry Science* 30: 641–651.
- Papadopoulos, G., Ziras, E. (1987). Nutrient composition of Greek cottonseed meal. *Animal Feed Science and Technology* 18(4): 295-301.
- Phelps, R.A. (1966). Cottonseed meal for poultry: from research to practical application. *World's Poultry Science Journal* 22(2): 86-112.
- Price, W.D., Lovell, R.A., McChesney, D.G. (1993). Naturally occurring toxins in feedstuffs: center for veterinary medicine perspective. *Journal of Animal Science* 71(9): 2556–2562.

- Reid, B.L., Galaviz –Moreno, S., Maiorino, P.M. (1984). Comparison of glandless and regular cottonseed meals for laying hens. *Poultry Science* 63: 1803–1809.
- Ryan, J.R., Kratzer, F.H., Grace, C.R., Vohra, P. (1986). Glandless cottonseed meal for laying and breeding hens and broiler chicks. *Poultry Science* 65: 945–955.
- Scott, M.L., Nesheim, M.C., Young, R.J. (1969). *Nutrition of the Chicken*, M.L. Scott and Associates, New York.
- Sekhar Reddy, P., Sudhakar Reddy, P., Satyanarayana Reddy, P.V.V., Srinivasa Rao, D. (1998). Influence of cottonseed cake on the performance of broilers. *Indian Journal of Animal Nutrition* 15: 188–193.
- Sharma, N.K., Lodhi, G.N., Ichhponani, J.S. (1978). Cottonseed cake a potential source of vegetable protein for poultry: A review. *The Indian Journal of Animal Sciences* 48: 132–140.
- Sılgır, N. (2015). *Çukurova Bölgesinde Üretilen Pamuk Tohumu Küspelerinin Besin Madde İçeriklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma*. Mustafa Kemal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 51 sayfa, Hatay.
- Singh, S., Sharma, S.K., Kansal, S.K. (2019). Batch extraction of gossypol from cottonseed meal using mixed solvent system and its kinetic modeling. *Chemical Engineering Communications* 1-10.
- Singh, S., Sharma, S.K., Kansal, S.K. (2015). Extraction of gossypol from cottonseed. *Reviews in Advanced Sciences and Engineering* 4: 301–318.
- Smith, F.H., Clawson, A.J. (1970). The effects of dietary gossypol on animals. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 47: 443–447.
- Sterling, K.G., Costa, E.F., Henry, M.H., Pesti, G.M., Bakalli, R.I. (2002). Responses of broiler chickens to cottonseed and soybean meal-based diets at several protein levels. *Poultry Science* 81: 217–226.

- Sun, H., Tang, J.M., Yao, X.H., Wu, Y.F., Wang, X., Feng, J. (2012). Improvement of the nutritional quality of cottonseed meal by *Bacillus subtilis* and the addition of papain. *International Journal of Agriculture And Biology* 14: 563–568.
- Tabatabai, F., Golian, A., Salarmoeini, M. (2002). Determination and detoxification methods of cottonseed meal gossypol for broiler chicken rations. *Agricultural Science and Technology* 16: 3–15.
- TUİK (2022). Bitkisel Üretim İstatistikleri. Erişim: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2022-45504>.
- Tuncer, Ş.D., Yalçın, S. (1986). Türkiye’de üretilen pamuk tohumu küspelerinde gossypol düzeylerinin tesbit edilmesi üzerinde bir araştırma. *Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 2(1): 125-134.
- Umur, H., Kütükoğlu, F., Karağaç, H.E., Kara., S. (2019). Farklı protein içerikli pamuk tohumu küspelerinin HPLC yöntemi ile gossypol düzeylerinin belirlenmesi. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi* 21: 18-25.
- Ustaoğlu, A. (2007). *Hatay ilinde üretimim yapılan pamuk tohumu küspelerinin besin madde içerikleri ve gossypol düzeylerinin belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. MKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- Wang, L., Li, A., Shi, J., Liu, K., Cheng, J., Song, D., Yan, X., Wang, Y., Wang, W. (2020). Effects of different levels of cottonseed meal on laying performance, egg quality, intestinal immunity and hepatic histopathology in laying hens. *Food and Agricultural Immunology* 31(1): 803-812.
- Wang, Y., Deng, Q., Song, D., Wang, W., Zhou, H., Wang, L., Li, A. (2017). Effects of fermented cottonseed meal on growth performance, serum biochemical parameters, immune functions, antioxidative abilities, and cecal microflora in broilers. *Food and Agricultural Immunology* 28(4): 725-738.

- Watkins, S.E., Saleh, E.A., Waldroup, P.W. (2002). Reduction in dietary nutrient density aids in utilization of high protein cottonseed meal in broiler. *International Journal of Poultry Science* 1: 53–58.
- Wedegaertner, T., Rathore, K. (2015). Elimination of gossypol in cottonseed will improve its utilization. *Procedia Environmental Sciences* 29: 124–125.
- Wellmann, K.T. (2007). *Farklı düzeylerde kullanılan pamuk tohumu küspelerinin etlik piliçler üzerine etkileri*. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, 42s, Aydın.
- Wu, X.Y., Chen, J.X. (1989). The utilization of microbes to break down FG in cottonseed meal. *Scientia Agricultura Sinica* 22: 82–86.
- Yehudi Coura de Assis, D.D., Pinto de Carvalho, D.G.G., Mauro Santos, D.E., Almeida de Oliveira, D.F., Garcia Melo Lopes de Araújo, D.M.L., dos Santos Pina, D.D., Alvarenga Santos, S., Marta de Almeida Rufino, L. (2019). Cottonseed cake as a substitute of soybean meal for goat kids. *Italian Journal of Animal Science*, 18(1): 124-133.
- Yuan, C., Song, H.H., Zhang, X.Y., Jiang, Y.J., Zhang, A.T., Azzam, M.M., Zou, X.T. (2014). Effect of expanded cottonseed meal on laying performance, egg quality, concentrations of free gossypol in tissue, serum and egg of laying hens. *Animal Science Journal* 85(5): 549–554.
- Zhang, W., Xu, Z., Sun, J., Yang, X. (2006). A study on the reduction of gossypol levels by mixed culture solid substrate fermentation of cottonseed meal. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 19(9): 1314–1321.
- Zinn, R.A., Montano, M., Alvarez, E., Shen, Y. (1997). Feeding value of cottonseed meal for feedlot cattle. *Journal of Animal Science* 75: 2317-2322.

BÖLÜM 15

TARIMSAL ÜRETİMDE KOMPOSTUN ÖNEMİ VE YERİ

Dr. Hakan KARTAL¹

Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül DURUKAN KUM²

Zir. Yük. Müh. Zuher Rashid SHAKİR³

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10220260>

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, kartalhakan09@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3870-1588>

³Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, z.rashid81@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4467-2637>

²Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, aysegul.durukan@gop.edu.tr, <https://orcid.org/0000->

1. KOMPOST TARİHÇESİ

İnsanlar giderek yerleşik yaşam tarzlarına geçtikçe, kentsel atık üretimi ve yönetimi ortaya çıkmıştır. İlk yerleşim yerlerinin kurulmasıyla birlikte, kentsel atık sorununa bir çözüm olarak atık çukurları inşa edilmiştir. İlk taştan yapılmış olan atık çukuru yaklaşık 6.000 yıl önce Sümer uygarlığına ait şehirlerde inşa edilmiştir. Bu çukurlar organik atıkları depolamak için kullanılmış ve bu atıklar daha sonra tarımsal alanlarda kullanılmıştır(Çataltaş, 2013).

20. yüzyıla kadar çiftçiler hayvan gübresinin en faydalı tarımsal gübre olduğunu biliyorlardı, bu nedenle tarımda hayvan gübresi kullanımı oldukça yaygındı. Kompost ilk olarak, bitkilerin çürüyen hayvan dışkısı ve bitki atıklarına yakın bölgelerde daha iyi geliştiği gözlemlendiğinde kullanılmaya başlanmıştır. Akad imparatorluğu, antik çağlardan kalma kil tabletlerde doğuda kompost kullanımı hakkında bilgiler vermektedir(Çataltaş, 2013).

Kompostlanma eskiden beri var olan bir teknolojidir. Kompostlamanın ve Doğu kültürlerinde tarımda kullanılmasının, tarımın kendi tarihiyle paralel olduğu öne sürülmüştür. Çin'in nehir deltalarında kompost uygulamalarıyla yüksek nüfusa rağmen 4000 yıl boyunca toprak verimliliği korunabilmiştir. Tarımda kimyasal gübrelerin kullanılmaya başlanmasıyla beraber kompost önemini kaybetmeye başlamıştır. Ancak organik tarımın ve çevre bilincinin artmasıyla kompostlama son yıllarda yeniden gündeme gelmiştir. İnsan ve hayvan atıkları, Güney Amerika, Çin, Japonya ve Hindistan'da tarımın yoğun olduğu ilk uygarlık dönemlerinde gübre olarak kullanılmıştır. Kompostlama üzerine ilk araştırmalar 1880 yılında başlamıştır. 1971 ve 1993 yılları arasında ABD ve diğer ülkelerde kompostlama üzerine 11.353 yayın yapılmıştır (Öztürk vd., 2010).

İlk modern kompostlama 1905 ve 1934 yılları arasında Albert Howard tarafından keşfedilmiştir. Birçok deneyler yapmış ve bu denemeler neticesinde Indore yöntemini keşfetmiştir. Indore yöntemi, tek bir kaynaktan materyal kullanmak yerine farklı organik atıkların karıştırılmasıyla iyi bir kompost elde edilebileceğini belirtmiştir.

Avrupa'daki ilk kompost tesisi 1932 yılında Hollanda'da Van Maanen Prosesi adı altında kurulmuştur. Bu tesiste atıklar demiryolu ile getirilip, belli

yerlere boşaldıktan sonra mobil vinç yardımı ile karıştırılır ve elde edilen kompost tarla ve bahçelerde kullanılırdı. Benzer tesisler Mierlo ve Wilster şehirlerinde de inşa edilmiştir.

ABD'deki ilk büyük kompostlaştırma projesi 1950 ve 1960 yıllarında Dr. Gottas ve Dr. Gaulla birlikte Kaliforniya Üniversitesi Richmond İstasyonu'nda gerçekleştirilmiştir (Öztürk vd.,2010).

Günümüzde Avrupa Birliği atık yönetiminde aktif bir rol oynamakta ve enerji geri kazanımı, geri dönüşüm ve kompostlama için mali destek sağlamaktadır.

2. KOMPOST ve KOMPOSTLAMA

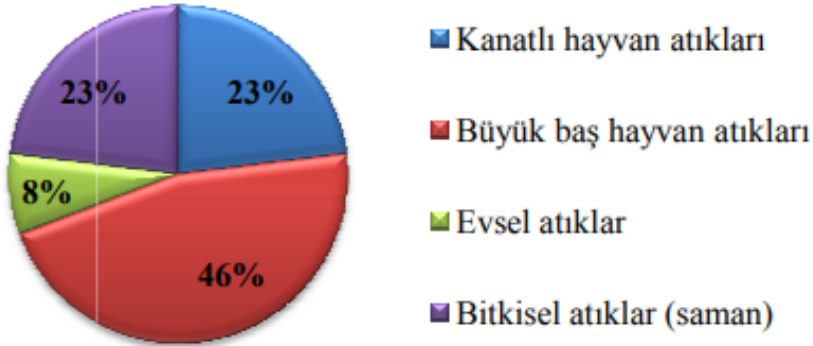
Tarımsal alanlarda kompost kullanımı dünyada çok eski ve yaygın bir uygulama olmasına rağmen, Türkiye'de tarımsal üretimde kompost kullanımı çok yaygın değildir. Bu durum bir yandan üretimde kimyasal gübre kullanımını teşvik ederken, diğer yandan da ülke tarım topraklarının hızla tükenmesine ve yaşlanmasına neden olmaktadır. Özellikle son yıllarda dünyada sürdürülebilir tarım, organik tarım ve iyi tarım uygulamalarının faaliyete geçmesi kompost kullanımını daha da yaygınlaştırmıştır.

Organik atıklar havalandırılmış koşullar altında mikrobiyal ayrışmaya tabi tutularak, bitki besin maddelerini içeren organik maddece zengin ve humus görünümünde olan materyale kompost denir (Erdin, 1981).

Kompostlaştırma, organik atıkların biyolojik olarak parçalanabilen kısmının geri kazanılması ve kullanılmasıdır. Kompostlama sonucunda toprak özelliklerini arttıran ve yüksek gübre değerine sahip bir materyal elde edilir (Akkoyun vd., 2002; Kara, 2002) (Tablo 1; Şekil 1).

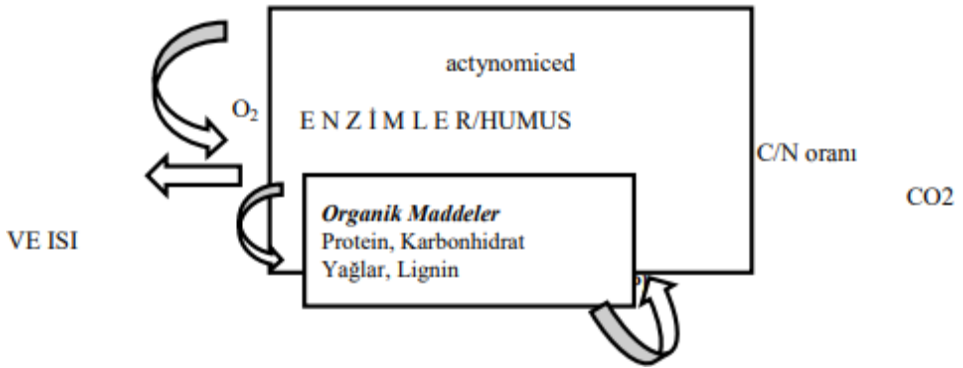
Çizelge 1. Kompost ve Ahır gübresi içerikleri (Akkoyun ve ark. 2002).

	Kompost (%)	Ahır gübresi (%)
Nem	10.8	76
Organik madde	39.0	16
Kül	59.8	10
Azot	0.93	0.5
Fosfor	0.58	0.25
Potasyum	0.21	0.52



Şekil 1. Kompost tesislerinde kullanılan atıkların %'si (Uygun, 2012).

Kompostlama, gübre, kanalizasyon çamuru, yapraklar, kağıt ve her türlü bitkisel artık ve atıklar gibi materyallerin mikroorganizmalar aracılığı ile toprak benzeri yapıya dönüştürülme sürecidir. Kompostlama, organik maddenin ayrışmasını hızlandırmak için koşulları kontrol eder (Bildik ve ark. 2005) (Şekil 2).



Şekil 2. Kompostlama süreci (Almaca ve Sürücü 2008).

Kompost yapımının sağlıklı bir şekilde ilerlemesi için havalandırma koşulları iyi sağlanmalıdır. Kompostlama aşamasında, havalandırma koşulları azaldığı takdirde, kompostlama süreci uzayabilmektedir. Kompost yığınının oksijen yoğunluğu minimum %5 olmalıdır. Kompostlama işlemi sırasında, süreç doğru yönetilirse kokular en aza indirilir. 'Kompost yapıldığı hammaddelerden farklı özelliklere sahiptir'. Kokusuzdur, işlenmesi kolaydır

ve uzun süre depolanabilir (Öztürk, 2005). Kompostlama için kullanılacak materyaller arasında taze meyve ve sebze işleme tesislerinden çıkan posa şeklindeki katı atıklar yer almaktadır (Şekil 3).



Şekil 3. Kompost yapımında kullanılan sebze ve meyve atıkları

Organik materyal olarak sahip olduğu avantajlar yanında ucuz ve sürdürülebilir olması ve dışa bağımlılığının olmaması da kompostun önemini daha çok arttırmaktadır. Organik materyaller, materyal kalitesi ve organik madde konsantrasyonuna bağlı olarak toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısı üzerinde olumlu etkilere sahiptir (Flaig ve ark., 1977; Clapp ve ark., 1986; Ünsal ve Ok, 2001).

Organik kökenli birçok materyallerden kompost elde etmek mümkündür. Değişik bitki atıklarının yanı sıra organik ürünleri işleyen kuruluşların çıkardıkları atıklar da kompost yapımında ham madde olarak kullanılmaktadır. Sebze, Meyve fabrikaları, şarap ve bira fabrikaları, salça fabrikaları, et, süt ve yumurta işleyen tesisler, şeker fabrikaları, patates işleyen fabrikalar v.b. tesislerde geriye kalan atıklar kompost yapımında kullanılmaktadır (Russ & Meyer- Pittroff, 2004).

Kompostlanacak malzemelerin seçimi de çok önemlidir. Bu malzemelerin kompostun kalitesi üzerinde doğrudan etkisi vardır. Kompostlamanın amacı, yüksek kaliteli ürünler elde etmek için organik atıkları uzaklaştırmaktır. Kompostlama için iyi hammaddelerin seçimi bu nedenle çok önemlidir (Varank, 2006), (Çizelge 2).

Çizelge 2. Kompost yapımında kullanılan materyaller(Öztürk & Bildik 2005).

Ağaç kabuğu	Saman	Gazete
Sığır gübresi	Domuz dışkısı	Çiftlik hayvan dışkısı
Karton	Tahta tozu	Kağıt atıkları
Mahsul atıkları	Saman ve kuru ot	Çürümüş yosun
Gübre ve üre	Odun yongaları	Kümes hayvan atıkları
Bitmiş kompost	Çimen kırpıntıları	Testere ve rende talaşı
Balık atıkları	At dışkısı	Et paketleme atıkları
Yiyecek atıkları	Yapraklar	Kireç

Kompostlaştırma, kontrollü çevre koşulları altında mikroorganizmaların faaliyeti yoluyla organik maddelerin biyolojik olarak ayrışması sürecidir. Bu sürecin son ürünü, toprak düzenleyici olarak kullanılabilen humus benzeri, stabil bir komposttur (Erdim, 2003), (Çizelge 3).

Çizelge 3. Kompost işleminde görev yapan mikroorganizmaların optimum ısı koşulları

Mikroorganizma çeşitleri	Optimum sıcaklık (°C)
Bakteri	15-60
Fungus	20-30
Aktinomizet	30-40 / 50-55
Protozoolar	40

Kompost, biyokimyasal olarak ayrışabilen çeşitli organik maddelerin mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılması sonucu oluşan stabilize ve mineralize malzemedir (Şekil 4).

Kompostlama, çöp içindeki organik maddenin, çoğu çıplak gözle görülemeyen mikroorganizmalar tarafından çevredeki oksijeni kullanarak biyokimyasal olarak parçalanmasıdır. Bu sürecin gerçekleşebilmesi için atık kütledeki su içeriğinin yaklaşık %45-60 dolayında olmalıdır (Erdin, 1980; Alyanak, 1986).

Kompost ürünlerinin karakterizasyonunda kesin bir standardizasyon eksikliği vardır. Araştırmacılar farklı kompost tanımları üretmiş ve belirli

yeterlilik koşulları önermişlerdir (Bidligmaier & Bender, 1976; Tietjen, 1977).



Şekil 4. Kompost

Kompostun kalitesi üzerine birçok faktör etkilidir. Bunlar; kompostun yaşı, olgunlaşma durumu, besin içeriği, mikrobiyal aktivite, biyokimyasal yapısı, ağır metal ve pestisit içeriği ile kimyasal ve fiziksel özelliklerdir. Bunların dışında uygulama metotları, kullanılan teknolojiler ve kompost yapımında kullanılan materyallerin özellikleri de kompost kalitesi üzerine etkili faktörlerdendir. Kompost, özelliklerine bağlı olarak tohum çimlenmesinden bitkinin gelişimine kadar gelen tüm aşamalarda etkili olmaktadır (Emino & Warman,2004).

Kompost tarımsal amaçlarla toprağa sürekli olarak uygulandığında;

- ❖ Bu uygulama, hasat sırasında topraktan kaybolan organik maddenin yerine konması için bir araç görevi görür.
- ❖ Toprak içinde dengeli bir humus döngüsü sağlar ve toprak yaşamını teşvik ederek mikroorganizmaların çoğalmasına yol açar.
- ❖ Hem makro hem de mikro besin maddeleri sağlayarak toprağa ve bitkilere fayda sağlar.
- ❖ Kumlu toprakların besin maddesi ve su tutma kabiliyetini artırır.
- ❖ Toprakların pH seviyesini düzenler,
- ❖ Toprak erozyonunu ve toprak yıkanmasını önler.

Yüksek kaliteli bir kompost şu özelliklere sahip olmalıdır: biyolojik olarak parçalanabilirlik, önemli miktarda organik madde, bitki büyümesine

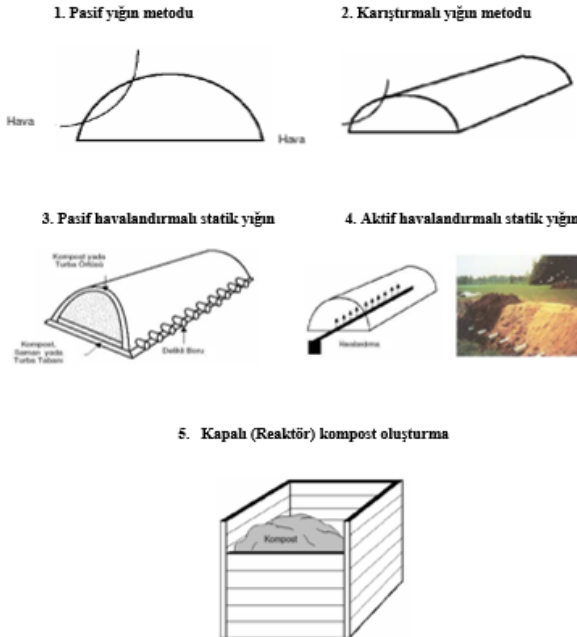
yardımcı olan eser besin maddelerinin optimum oranı, zararlı bileşenlerin bulunmaması gerekmektedir (Fuss, 1974).

Kompostlaştırma, 14 Mart 1991 tarih ve 20814 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan "Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği"nde tanımlandığı üzere, organik madde içeren katı atıkların oksijen varlığında veya yokluğunda besin açısından zengin toprak oluşturmak amacıyla ayrıştırılması işlemidir. Fakat bazı araştırmacılara göre kompost, oksijen varlığında ayrışma şeklinde olduğudur. Kompostlama süreci "organik maddenin kontrollü aerobik koşullar altında ayrışması" olarak tanımlanmış ve organik maddenin anaerobik ayrışmasını "fermantasyon" olarak adlandırılmıştır (Epstein, 1997).

Günümüzde kompost, çiftçilerin daha fazla ilgisini çekmektedir. Bunun sebebi, bitkisel veya hayvansal atıkların, humus benzeri organik materyale dönüşmesidir. Çiftçi için kompost karlı bir ürün olmanın yanı sıra, koku sorunu olmaması, çevre kirliliği yaratmaması ve daha sağlıklı bir çalışma ortamı yaratması gibi birçok başka fayda da sağlamaktadır.

3. KOMPOST OLUŞTURMA METOTLARI

Aşağıdaki şekilde 5 grupta görülmektedir.



4. KOMPOSTUN TARIMDA KULLANIMI

Hızla artan insan nüfusu, değişen ekonomik koşullar ve teknolojiye olan yoğun talep, milyonlarca yıldır süregelen tarımsal döngüyü bozarak tarım arazilerinin ciddi anlamda kirlenmesine neden olmuştur. Bitkisel ve hayvansal atıkları dengeli bir ürüne dönüştürmek, tarımsal atık yönetiminin öncelikli hedefidir. Dünya çapında her gün yüz binlerce ton organik kökenli tarımsal ve kentsel atık üretilmektedir. Bu atıklar komposta dönüştürülmekte, başta tarım ve orman alanlarının iyileştirilmesi olmak üzere çeşitli şekillerde yararlanılmaktadır (Ayrıl vd., 2008). Kompost genellikle ahır gübresiyle karşılaştırılabilir ya da ondan daha yüksek değerlere sahiptir. Ortalama olarak dekara yaklaşık 10 ton tarlaya uygulanabilir, bu da 150-200 kg kompoze gübreye eşdeğerdir.

Günümüzde, topraksız veya kısmen topraksız yetiştirme ortamlarının kullanımı sebze, süs bitkileri, fidancılık ve hatta bodur meyve üretiminde yaygındır. Kompostlama, gelecekte çeşitli yetiştirme ortamlarına alternatif veya tamamlayıcı bir malzeme olarak potansiyel olarak çok önemlidir. Kompostlama ekonomiktir, çevre dostudur ve verimi artırabilir (Yalçın vd., 2010).

Tarımsal üretimin yoğun olduğu birçok ülkede, bol ve uygun maliyetli tarımsal atıklar kompostlama işleminin ardından pelet gübre olarak kullanılmaktadır. Bu tür gübrelerin faydaları arasında yüksek besin içeriği, düşük üretim masrafları ve tarımsal endüstriyel atıklardan ticari olarak üretilbilmeleri yer almaktadır (Yalınkılıç vd., 2002).

Kompost, özellikle N, P ve K gibi önemli bitki besin maddelerini ve Cu, Fe ve Zn gibi mikro bitki besin maddelerini içermesi ve toprağın havalanma ve su tutma kabiliyetlerini artırması gibi özellikleri nedeniyle toprak düzenleyici olarak hizmet edebilir (Özbaş vd., 2002).

Türkiye'de bulunan toprakların %65-70'inin düşük ya da minimum düzeyde organik maddeye sahip olduğu yaygın olarak kabul edilen bir gerçektir. Bu organik madde zaman içinde giderek azalmakta ve sonuçta toprağın kimyasal, biyolojik ve fiziksel özellikleri üzerinde olumsuz sonuçlara yol açmaktadır. Toprak organik maddesinin topraklar üzerinde çeşitli etkileri vardır (Demirtaş ve ark. 2005).

Günümüze kadar birçok organik materyal kompost olarak denenmiş ve kullanılmıştır. Tarımda kompost kullanımı kentlerde önemli sorunlardan biri haline gelen organik atıkların geri dönüşümünün sağlanmasına da büyük katkı sağlamıştır. Kompostun değişik oranlarda (%20-%50) perlitte karıştırılması inorganik gübrelerle ihtiyaç duyulmadan kullanımına olanak sağlamaktadır.

Ülkemizde üretilen atıkların büyük çoğunluğunun başta tarımsal atıklar olmak üzere kompostlaştırma için gerekli özelliklere sahip olduğu göz önüne alındığında, elde edilen kompostun tarımsal kullanım için yüksek kaliteli ve etkili bir ürün olacağı açıktır. Organik maddelerin başarılı bir şekilde kompostlaştırılmasıyla elde edilen kompost, toprak sağlığını iyileştiren, zengin organik madde ve yüksek su tutma kabiliyeti sağlayan güçlü bir materyaldir. Bu yöntemin uygulanması, toprak hacmini ve havalandırmayı artırarak, besin maddesi kullanımını teşvik ederek ve toprağın işlenebilirliğini geliştirerek toprak kalitesini artırmaktadır (Yıldız vd., 2010).

Gübreten farklı olarak kompost, yüksek organik madde içeriği nedeniyle toprağın iyileştirilmesinde çok önemli bir materyaldir. Kompost, mikroorganizmalar aracılığıyla yeterli oksijenle reaksiyona giren ve bu süreçte karbondioksit, su ve ısı yaratan katı atıklardaki organik maddelerin çözünmesiyle oluşur.

Kompostun toprağa karıştırılmasıyla boşluk hacmi artar, havalandırmayı iyileştirir, işlemeyi kolaylaştırır ve toprağın su tutma kapasitesini artırır. Ayrıca, kompost kullanımı toprak yapısını iyileştirir ve mikroorganizma faaliyetlerini hızlandırırken topraktaki bitki besin emilimini kolaylaştırır.

Kompostu diğer materyallerden ayıran en önemli unsur kompostun maliyetidir. Bundan dolayı yerel materyallerden kompost elde edilmesi önem kazanmaktadır.

Kompost, toprağın organik madde miktarını arttırmakta, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısını düzelterek ömrünü uzatmaktadır (Raviv, 1998; Eklind vd., 1998; Roe vd., 1997; Reis vd., 1998), tarımsal üretimde toprağa organik madde olarak ilave edilebildiği gibi değişik şekillerde de kullanılabilir. Sebze tarımında fide yetiştiriciliğinde

torfun yerine kompost kullanılabilir, topraksız tarımda kompost substrat olarak ta kullanılmaktadır.

Kompost dünya’da özellikle Orta Avrupa ve Kuzey Avrupa kökenli olan ve fide yetiştirme ortamı olarak kullanılan torfun alternatifi olarak önem arz etmektedir. Bitkisel üretimde organik tarım ile ilgili çalışmalarda temel konulardan biri toprak düzenleyici ve bitki besin elementi kaynağı olarak organik materyallerin kullanılmasıdır. Bu bağlamda organik tarım ile ilgili birçok çalışmada organik materyal kaynağı olarak kompostlar denmektedir. Sebze tarımında ise topraksız tarım uygulamaları arasında kompost her geçen gün önemini arttırmaktadır.

Organik tarım da dahil olmak üzere yeni çevre dostu sürdürülebilir tarım teknikleri, tarımsal üretime yeni bir boyut kazandırmıştır. Burada amaç, tarımsal üretimde insan sağlığını ve çevreyi tehdit etmeyen tekniklerin ve materyallerin kullanılmasıdır. Bunun için de mümkün olduğunca doğaya zarar vermeyen ve geri dönüşümü mümkün olan materyallerin kullanılması önerilmektedir.

Kompost, toprağa ilave edilerek toprağın fiziksel ve kimyasal yapısını düzeltmesi yanında, fide yetiştirme ortamı ve topraksız tarımda katı ortam olarak da kullanılmaktadır (Şekil 5). Örneğin, İtalya’da 200’den fazla kompost tesisi mevcut olup, bu tesisler yılda yaklaşık 2 milyon ton organik atık işlemektedirler. Buradan elde edilen 600 bin ton dolayındaki kompost üreticilere satılmaktadır (Newman,2003). Kompost toprak yüzeyine serilerek erozyonu önlemede kullanılabilir (Grobe,2006). Topraksız tarımda yetiştirme ortamı olarak torf ve mantar kompostu atığı en çok kullanılan materyallerdir (Çelikel & Çağlar, 1997; Gül, 1991; Abak et al., 1994).

Togun ve Akanbi (2003) yılında yaptıkları çalışmada, domates yetiştiriciliğinde farklı materyallerden elde edilen kompostlar ile sentetik gübreler arasında bir karşılaştırma yapmıştır. Kompost ve sentetik gübreler arasında bitki büyümesi ve verim açısından önemli bir fark olmadığını, fakat organik gübrelemede kuru maddede %29,6 verimde %36,3 artış sağladığını bildirmişlerdir.



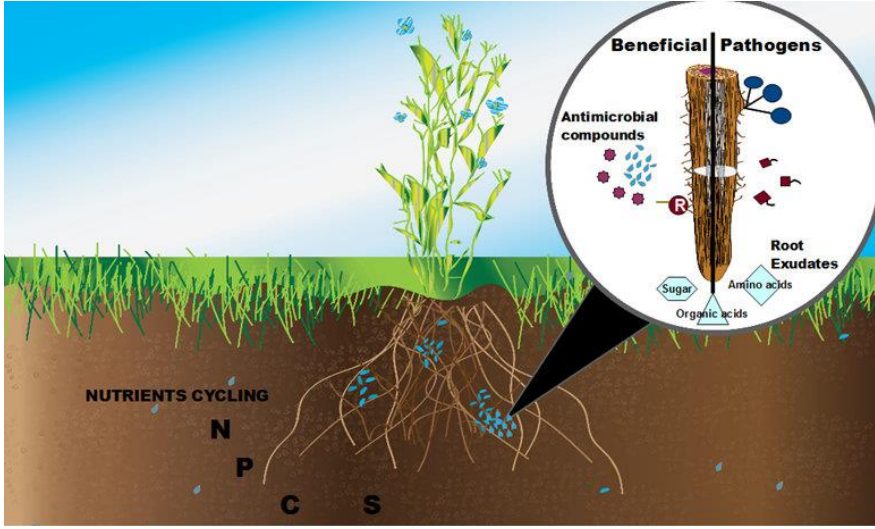
Şekil 5. Toprakta Organik ve Kimyasal Gübreler

Mineral gübreler ile gübrelenmiş sera gübresi ve tarla yetiştiriciliği domates üzerinde yapılan çalışmalarda ortaya çıkan kompostlar diğer gübre ile kompost arasında verimde hiçbir fark olmadığını göstermiş olup domates üretiminde gübre olarak etkin bir şekilde kullanılabileceğini belirtmişlerdir (Martínez-Blanco ve ark. 2011).

İtalya'da üretilen kompostun %34'ü bahçe merkezlerinde humus olarak satılmakta, %62'si tarımda mineral gübrelerin yerini almakta, geri kalan %4'ü ise toprak ıslahında kullanılmaktadır (Rigamonti ve ark. 2010).

Endüstriyel kompost ayrıca gübre olarak da kullanılabilir. Endüstriyel gübrelemeden elde edilen sızıntı suyunun gübreleme özelliklerinin ticari gübrelemlerinkilerden üstün olduğunu tespit etmişlerdir (Romero ve ark. 2013).

Kompost, bitkilere bir taraftan besin kaynağı sağlarken diğer taraftan da organik asitler gibi funguslara toksik olan maddelerin topraktaki miktarını artırabilmektedir. Daha da önemlisi antagonizm, antibiyosis ve rekabet sonucu toprak patojenlerini baskılayabilen faydalı mikroorganizmaların popülasyonunun artmasına neden olmaktadır (Hoitink & Boehm 1999; De Clercq et al., 2004), (Şekil 6).



Şekil 6. Topraktaki patojen mikroorganizmalar

Farklı materyallerden oluşturulan kompost ve kompost ekstraktlarının bazı toprak patojenleri ve bitkilerin toprak üstü aksamında sorun olan patojenlerin baskılanmasında etkili olduğu belirtilmektedir (Craft & Nelson, 1996; Termorshuizen vd., 2006; Diab vd., 2003; Scheuerell vd., 2005).

Yetiştiricilikte kullanıldığında dikkat edilmesi gereken hususlardan biri kompostun ağır metal içeriğidir. Kompost içinde var olan çinko, bakır, molibden gibi ağır metaller bitkilere geçmekte ve bu bitkileri tüketen insan ve hayvanlarda zararlar meydana getirebilmektedir (Çizelge 4). Bu nedenle substrat olarak kullanılacak kompostun ağır metal içeriğinin bilinmesi gerekir (Chen vd., 1988; Siminis & Manios, 1990; Bragg vd., 1993; Burger vd., 1997; Roe et al., 1997).

Çizelge 4. Kompostta kullanılacak ağır metal oranları

Ağır Metaller	Maximum değer (mg/kg kuru madde)
Kadmiyum	3
Bakır	450
Nikel	120
Kurşun	150
Çinko	1100
Civa	5
Krom	270

4.1 Kompostun Faydaları

1- Organik atıkları değerlendirir.

Bir yerde birikerek kirliliğe neden olacak ya da yakılarak hava kirliliğine yol açacak organik atıklar, doğal süreçlerle yararlı ve değerli bir kaynağa dönüştürülür.

2- Toprak yapısını iyileştirir.

Agregat (yumaklaşma) sağlar. Çok killi veya kumlu topraklarda organik madde miktarını artırarak agregat oluşumunu teşvik eder. Agregatlar toprağın nefes almasını sağlar. Topraktaki nemi tutar ve kurak dönemlerde buharlaşmayı azaltır. Topraktaki erozyonu engeller.

3- Toprağı havalandırır.

Toprağın üstünde havadar bir tabaka oluşturarak, çeşitli toprak organizmalarının hareket etmesini sağlayan sağlıklı bir yüzey oluşturur. Bu da toprağın kolayca havalanmasını sağlar. Örneğin bitki kökleri serbestçe nefes alabildiğinde potasyum alımı kolaylaşır.

4- Bitkilerin ihtiyaç duyduğu besinleri sağlar.

Tuz formundaki sentetik gübreler, suyla karıştırıldığında, bitkilerin doğrudan emebileceği bir forma dönüştürülür ve içmeye "zorlanır". Çok fazlası bitkiler tarafından emilemez, bu nedenle toprağa sızar ve yeraltı sularını kirletir. Öte yandan kompost, bitkilerin istedikleri zaman ve istedikleri biçimde alabilecekleri besin maddeleri içerir ve yavaş salınır. Sadece bir besin kaynağı değil, aynı zamanda bir besin deposudur.

5- Topraktaki toksinleri nötralize eder.

Toprakta bulunan toksik maddeler ve ağır metaller, bitkilerin kökleriyle alamayacağı bir forma dönüştürülür ve sabitlenir. Ağır metaller ve toksik maddelerle kirlenmiş toprakları kompost temizlemektedir.

6- Toprağın pH dengesini düzenler.

Eğer pH çok yüksek ya da çok düşükse, toprakta yeterli besin olsa bile, bitkilerin bunları kullanması zor olabilir. Toprakta çok yoğun kompost

kullanıldığı zaman toprağın pH seviyesini düzeltir ve toprakta daha esnek koşullar sağlar.

7- Büyümeyi hızlandırır ve bitkileri güçlendirir.

Kompostun toprağa kattığı hümik asit sayesinde çok düşük konsantrasyonlarda bile bitki büyümesinin hızlandığı gözlemlenmiştir (Anonim, 2021; Baştürk, 1979).

4.2 Kompostun Dezavantajları

Kompostun sakıncaları aşağıda sıralanmıştır;

1- Ekipman, işgücü ve yönetim gerektirir.

2- Hammaddeler ve bitmiş kompost için depolama ve olgunlaştırma alanı ihtiyacı nedeniyle kompostlama çok büyük miktarda arazi gerektirir.

3- Nihai ürün kokusuz olmasına rağmen, kompostlanmış malzemeler bazen çok keskin kokular yayabilir.

4- Soğuk hava, kompost malzemelerinin sıcaklığını düşürerek kompostlama sürecini yavaşlatır.

5- Kompostun satışı pazarlamaya bağlıdır. Pazarlama, reklam, paketleme, stok yönetimi, müşterinin ihtiyaçlarına göre ürünün üretilmesi ve ürün kalitesinin tutarlılığının sağlanması.

6- Kompostlanmış gübrenin azot içeriği taze gübrenin yarısından daha azdır. Kompostlama sırasında azot kaybı olur.

7- Komposttaki besin maddeleri çoğunlukla karışık organik yapıdadır ve mahsullere uygulanmadan önce ayrıştırılması gerekir (Öztürk & Bildik 2005).

5. SONUÇ

Tarımda verimliliğin ve toprak kalitesinin korunmasının sağlanması, sürdürülebilir tarımsal üretim için hayati önem taşımaktadır. Bitki ve toprak kalitesini desteklemek için gıda atıklarının verimli bir şekilde kullanılması gibi objektif değerlendirmeler de bu konuda çok önemli bir rol oynamaktadır.

Sonuç olarak, tarımsal üretimde kompost kullanımı, çevre kirliliğinde azalma, toprak kalitesi ve veriminde artış dahil olmak üzere çok sayıda avantaj sağlamaktadır.

KAYNAKLAR

- Abak, K., Sevgican, A., Çolakoğlu, H., Eryüce, N., Gül, A., Baytorun, N., Çelikel, G., ve Paksoy, M. (1994). Sera tarımında topraksız yetiştirme üzerinde araştırmalar. Tübitak Projesi, Proje No: TOAG 884.
- Akkoyun, M., Satırlı, S., Özdemir, S., &Çelebi, Y. (2002). Organik Atıkların Değerlendirilmesi; Kompost, Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi.
- Almaca, N. A.,& Sürücü, A. K. (2008). Tarımsal Atık Kökenli Kompostun İkinci Ürün Mısır Ve Buğday Verimi Üzerine Etkisi. Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü Yayınları No. Tagem-bb-Topraksu, 155s, Ankara.
- Anonim, (2021). Sağlıklı Toprak ve Sağlıklı Bitkiler İçin Kompost Rehberi. Buğday Ekolojik Yaşamı Destekleme Derneği, İstanbul, 64 s. https://www.bugday.org/blog/wp-content/uploads/2021/04/KompostRehber_web.pdf.
- Ayral, D., Öztürk, I., Altınbaş, M., Arıkan, O. A., Demir, I, Yıldız, S.,& Hoşoğlu, F. (2008). İstanbul Kemerburgaz Geri Dönüşüm ve Kompost Tesisinde İşletme Koşullarının ve Kompost Kalitesinin Değerlendirilmesi. Kent Yönetimi, İnsan ve Çevre Sorunları Sempozyumu, 699-706, İstanbul.
- Baştürk, A. (1979). Katı atıklar üzerine bir araştırma modeli ve İstanbul için uygulamaları. Doçentlik Tezi, İstanbul.
- Bildik, B., &Öztürk, M. (2005). Hayvan Çiftliklerinde Kompost Üretimi,Çevre Ve Orman Bakanlığı, Yüksek Lisans Tezi.
- Bragg, N.C., Walter, J., &Stentiford, E. (1993). The use of composted refuse and sewage as substrate additives for container grown plants. Acta Horticulturae, 342: 155-165.
- Burger, D.W., Hartz, T.K., &Forister, G.W. (1997). Composted green waste as a container medium amendment for the production of ornamental plants. HortScience. 32 (1): 57-60.

- Çataltaş, A. (2013). Hayvansal Atıkların Kompostlanması. Yüksek Lisans Tezi, Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı. Bursa 123 s.
- Chen, Y., Inbar, Y., & Hadar, Y. (1988). Composted agricultural wastes as potting media for ornamental plants. *Soil and Science*, 145: 298-303.
- Clark, S., & Cavigelli, M. (2005). Suitability of composts as potting media for productions of organic vegetable transplants. *Compost Science and Utilization*, 13:2, 150-156.
- Craft, C. M., & Nelson, E. B. (1996). Microbial properties of compost that suppress damping of and root rot of creeping bentgrass caused by *Pythium graminicola*. *Appl. Environmental Microbiology* 62:1550-1557.
- Çelikel, G., & Çağlar, G. (1997). The effects of re-using different substrates on the yield and earliness of cucumber on autumn growing period. Proceedings of the First International Symposium on Cucurbit. 20-23 May, Adana, Turkey.
- De Clercq, D., Vandesteene, L., Coosemans, J., & Ryckeboer, J. (2004). Use of compost as suppressor of plant disease. In: Lens, P., Hamelers, B., Hoitink, H. A. J., Bidlingmaier, W. (Eds.), *Resource recovery and Reuse in Organic solid waste management*. IWA Publishing, London, pp. 317-337.
- Demirtaş, I., Arı, N., Arpacıoğlu, A., Kaya, H., & Özkan, C. (2005). Değişik Organik Kökenli Gübrelerin Kimyasal Özellikleri. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü*, 102s, Antalya.
- Diab, H. G., Hu, S., & Benson, D. M. (2003). Suppression of *Rhizoctonia solani* on impatiens by enhanced microbial activity in composted swine waste-amended potting mixes. *Phytopathol.* 93:1115-1123.
- Eklind, Y., Salomonsson, L., Wivstad, M., & Ramert, B. (1998). Use of herbage composts as horticultural substrate and source of plant nutrients. *Biological Agriculture and Horticulture*, 16 (3):p.269.
- Emino, E.R., & Warman, P.R. (2004). Biological assay for compost quality. *Compost Science and Utilization*. 12:4, 342-348.

- Epstein, E., (1997). The science of composting. Technomic Publishing Co., Lanchester, PA, U.S.A.
- Erdim, E. (2003). Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi Çamurlarının Kompostlaştırılmasında Farklı Katkı Maddelerinin Etkilerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 31s.
- Flaig, W., Nagar, B., Sochting, H., &Tictjen, C. (1977). Organic materials and soil productivity. FAO Soil Buletin, 35. Rome.
- Faverial, J., &Sierra, J. (2014). Home composting of household biodegradable wastes under tropical conditions of Guadeloupe (Frence Antilles). J. Clean. Prod. 83, 238e244.
- Grobe,K. (2006). Compost use for erosion control in California. BioCycle.47,4; 56-58.
- Gül, A. (1991). Topraksız kültür yöntemi ile yapılan sera domates yetiştiriciliğine uygun agregat seçimi üzerinde araştırmalar. Doktora tezi. E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Hoitink, H. A. J., &Boehm, M. J. (1999). Biocontrol within the context of soil microbial communities: a soil-dependent phenomenon. Annu. Review Phytopathol.37:427-446.
- Kara, H. (2002). Kompost Yapımı Ve Tarımda Kullanımı, Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü.
- Luo, W.H., Yuan, J., Luo, Y.M., Li, G.X., Nghiem, L.D.,& Price, W.E. (2014). Effects of mixing and covering with mature compost on gaseous emissions during composting. Chemosphere 117, 14e19.
- Martínez-Blanco, J., Munoz, P., Anton, A.,& Rieradevall, J. (2011). Assessment of tomato Mediterranean production in open-field and standard multi-tunnel greenhouse, with compost or mineral fertilizers, from an agricultural and environmental standpoint. J. Clean. Prod. 19, 985e997.
- Newman, D. (2003). Composting activity in Italy. BioCycle, 44:10, 57.

- Öztürk, M. (2005). Hayvan Çiftliklerinde Kompost Üretimi, http://www.cevreorman.gov.tr/moz_15.htm.
- Öztürk, M., & Bildik, B. (2005). Hayvan çiftliklerinde kompost üretimi. Çevre ve Orman Bakanlığı, 160 s., Ankara.
- Öztürk, İ., Demir, İ., Altınbaş, M., Arkan, O., Çiftçi, T., Çakmak, İ., Öztürk, L., Yıldız, Ş., & Kiriş, A. (2010). Kompost El Kitabı. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 15-16 s.
- Özbaş, E., Balkaya, N., & Emik, S. (2002). Ham Kompost ve Ekstraksiyon İşlemine Tabi Tutulmuş Kompost Numunelerinin Karakterizasyonları ve Bitkiye Yararlılıkları Açısından Karşılaştırılması. Ekoloji 20: 45-56.
- Raviv, M. (1998). Horticultural uses of composted material. Acta Hort. 469.225-234.
- Reis, M., Martinez, F.X., Soliva, M., & Monteiro, A.A. (1998). Composted organic residues as a substrate component for tomato transplant production. Acta Hort. 469, 263-273.
- Rigamonti, L., Grosso, M., & Giugliano, M. (2010). Life cycle assessment of sub-units composing a MSW management system. J. Clean. Prod. 18 (16e17), 1652e1662.
- Roe, N.E., Stofella, P.J., & Graetz, D. (1997). Composts from various municipal solid waste feed stocks affect vegetable crops. Journal of the American Society for Horticultural Science, 122 (3): 4327-432.
- Romero, C., Ramos, P., Costa, C., & Marquez, M.C. (2013). Raw and digested municipal waste compost leachate as potential fertilizer: comparison with a commercial fertilizer. J. Clean. Prod. 59, 73e78.
- Russ, W., & Meyer-Pittroff, R. (2004). Utilizing waste products from the food production and processing industries. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 44:57-62.
- Scheuerell, S. J., Sullivan, D. M., & Mahaffee, W. F. (2005). Suppression of seedling damping-off caused by *Pythium ultimum*, *P. irregulare* and

Rhizoctonia solani in container media amended with a diverse range of Pasific Northwest compost sources. *Phytopathol.* 95:3006-315.

Siminis, H. I., &Manios, V.L. (1990). Mixing peat with MSW compost. *BioCyole*, No: 60-61.

Termorshuizen, A. J., Van Rijn, E., Vander Gaag, D. J., Alabouvette, C., Chen, Y., Lagerlöf, J., Malandrakis, A. A., Paplomatas, E. J., Ramert, B., Ryckeboer, J., Steinberg, C., &Zmora-Nahum, S. 2006. Suppressiveness of 18 composts against 7 pathosystems: variability in pathogen response. *Soil Biol. Biochem.*38:2461-2477.

Togun, A.D., &Akanbi, W.B. (2003). Comparative effectiveness of organic-based fertilizer to mineral fertilizer on Tomato Growth and Fruit Yield. *Compost Science and Utilization*, 11:4, 337-342.

Uygun, S. (2012). Ülkemizde Kompost Üretimi Yapan Bazı Tesislerdeki Mekanizasyon Uygulamalarının Değerlendirilmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara 102 s.

Ünsal, T., &Ok, S. (2001). Description of characteristics of humic substances from different waste materials. *Bioresource Technology*78: 239–242.

Varank, G. (2006). Aerobik olarak stabilize edilmiş katı atıklar ile kompost ürününün karşılaştırılması. Yüksek lisans tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi, 118 s., İstanbul.

Yalınkılıç, M. K., Baysal, E., Çolak, M., Göktaş, O., Erdil, Y. Z., Özen, E., & Çolak, A. (2002). Amonyum ve Fosfat Esaslı Çeşitli Ticari Gübre Karışımlarıyla Ağaç Malzemenin Yanıcılığının Azaltılması. III. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu, 381-390, Ankara.

Yıldız, Ş., Ölmez, E., &Kiriş, A. (2010). Kompost Teknolojileri ve İstanbul'daki Uygulamaları. Kompostlaştırma Sistemleri ve Kompostun Kullanım Alanları Çalıştayı, 2-11, İstanbul.

BÖLÜM 16

TOKAT İLİ BAĞCILIĞA GENEL BİR BAKIŞ

Dr. Öğr. Üyesi Neval TOPCU ALTINCI¹

Dr. Öğr. Üyesi Seda SUCU²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10220331>

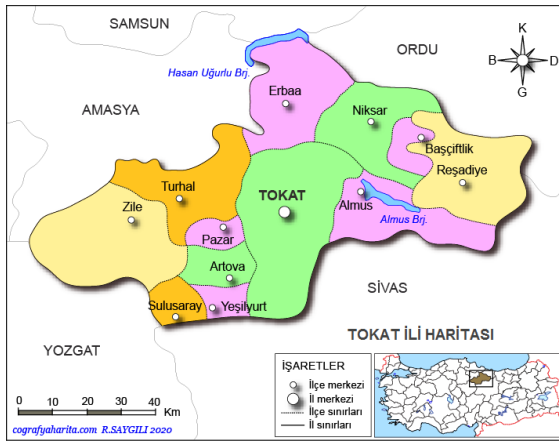
¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü Tokat, Türkiye. neval.topcu@gop.edu.tr Orcid ID:0000-0002-4734-7832

²Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü Tokat, Türkiye. seda.sucu@gop.edu.tr Orcid ID:0000-0002-5187-5048

GİRİŞ

Coğrafik özellik

Tokat, Karadeniz Bölgesinde Orta Karadeniz bölümünün iç kısımlarında yer alır. Kuzeyinde Samsun, kuzeydoğusunda Ordu, güneyinde Sivas, güneybatısında Yozgat, batısında: Amasya ili ile çevrilidir (Şekil 1). İlin yüzölçümü: 9958 Km²'dir. Bu alanı ile Türkiye topraklarının %1.3 ünü kaplar. Denizden yükseltisi 623 metredir. Coğrafi Koordinatları: 39° 51' 40" 55' kuzey enlemleri ile 35° 27'- 37° 39' Doğu boylamları arasındadır.



Şekil 1. Coğrafi özellikleri incelendiğinde Tokat ili (Saygılı, 2020)

Tokat'ın merkez ilçesi güneyde yüksek kesim, orta kesim ve kuzeyde aşağı kesim olmak üzere üç bölüm halinde kümelenmiştir. Dağlar, genellikle ırmakların açtıkları yerlerde ova ve yaylalar, yaklaştıkları yerlerde ise Karadeniz'e paralel uzanan sıradağlar şeklinde devam ederler. Doğuya doğru gidildikçe dağlar birbirlerine çok yaklaşırlar ve yükseklikleri de artar. Bu nedenle önemli geçitler daha çok plato düzlüklerinin buldukları yerlerde (Anonim, 2023a). Bu sebeple Tokat'tan de Orta Karadeniz geçit kuşağı olarak da sıklıkla bahsedilmektedir. 11 ilçesi bulunan Tokat'ın her türlü tarım yapılabilen bereketli ovaları, il topraklarının yaklaşık %15.4' ünü kaplar. Kazova, Turhal Ovası, Erbaa Ovası, Niksar Ovası, Omala Ovası, Artova Ovası ve Zile Ovası mevcut münbit yapıya sahip olan verimli arazilerini sulamaktadırlar (Anonim, 2023b)

Tarihçe

"Tokat" adının kaynağı hakkında değişik rivayetler vardır. Bunlar; Togayıt Türkleri tarafından kurulmuş ve ismin de buradan geldiği, bir diğeri de surlu kent manasına gelen Toh-kat'tan geldiğidir. Evliya Çelebi ise Tokat Kalesinin Amalika Kavminden efsanevi bir kahraman olan "Dok-Ad"ın inşa ettiğini ve "Tokat" isminin buradan geldiğini yazmaktadır. Zengin doğal kaynakları ve bulunduğu jeopolitik konum nedeniyle M.Ö. 4000 yıllarından başlayarak 14 devlet ve birçok beyliğin yaşadığı ve egemen olduğu Tokat ilinde yerleşmelerin akarsu vadileri boyunca uzandıkları görülmektedir. Erbaa-Niksar ovaları Tokat, Kazova, Turhal ovaları, Zile Ovası, Çamlıbel Ovası ve eski ismi Artukabad olan Artova Ovası ile yakın çevresi tarih boyunca birçok medeniyete ev sahipliği yapmıştır. Bu sahalar, Kalkolitik dönemden başlayarak İlk Tunç Çağı ile devam eden ve günümüze kadar gelen önemli yerleşmeler arasındadır. Özgüç (1978) Zile Ovası'nın güneybatısında yer alan Maşat Ovası'nda yaptığı yüzey araştırmalarında yerleşim tarihinin, Hititler öncesine dayandığını belirtmektedir. Kalkolitik döneme ait yerleşmelerin bir diğeri Artova ilçesine yaklaşık 17 km uzaklıkta bulunan Kayapınar Höyüğü'dür.

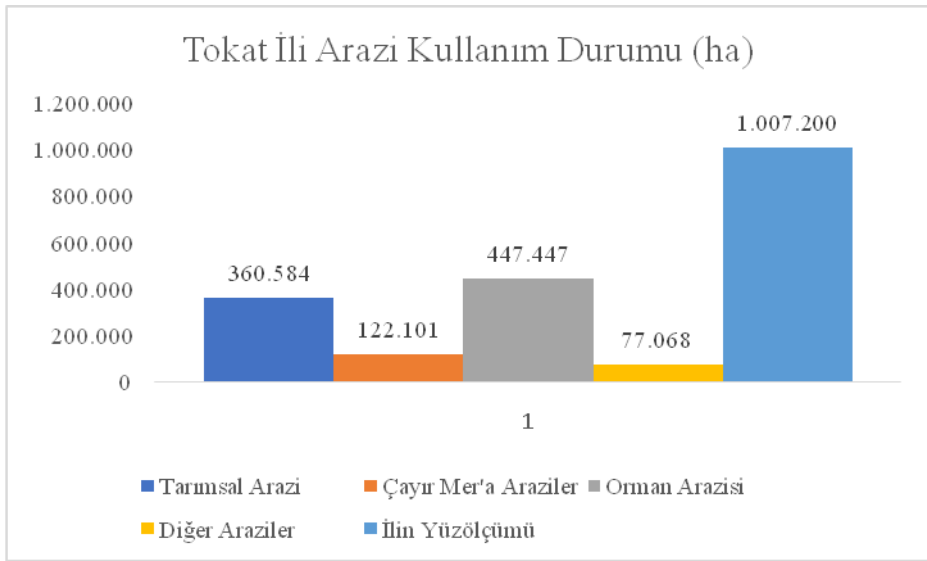
Uzun yıllar Roma ve Bizans egemenliğinde olan Tokat, Türk İslam kültürü ile taşıp benimsemesi Danişmend ve Şelçuklu Türklerinin siyasi üstünlüğü ile olmuştur ve yaklaşık 900 yıldır Türk Egemenliği altındadır. Selçuklular döneminde Selçuklu Türklerinin Anadolu'da yarattığı, özü güzellik ve sabır olan bu uygarlığın kültür, sanat, mimarlık, bayındırlık eserleri ile Tokat'ta hemen yüz yüze gelinir. Tarihi zenginliğini daha çok bu dönemde ticaret kervanlarının konakladığı hanlar, kervansaraylar ile düzenli yol ve köprülerle edinmiştir. 14. yüzyıl sonunda Osmanlı egemenliğine giren Tokat, yükselme döneminde sahip olduğu verimli ovalarıyla bölgenin tarım ve sanayi merkezlerinden biri olmuştur. Cumhuriyetin ilanıyla 31 Mayıs 1920 tarihinde Tokat il statüsüne yükselmiştir (Anonim, 2023b.)

Genel tarım özellikleri

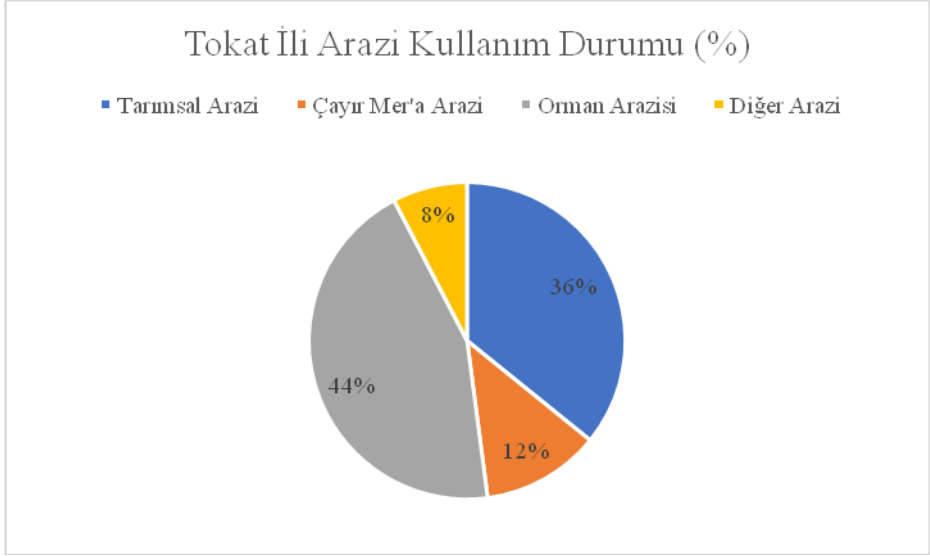
Tokat ilinin ekonomisi yoğun olarak tarım ve hayvancılığa dayalıdır. Yetiştirilen tarımsal ürünlerin başında buğday, arpa, mısır, baklagiller, tütün,

şekerpancarı, ayçiçeği, patates, soğan, üzüm, mısır, karpuz, tütün ve diğer sebzeler gelmektedir (Anonim, 2023c)

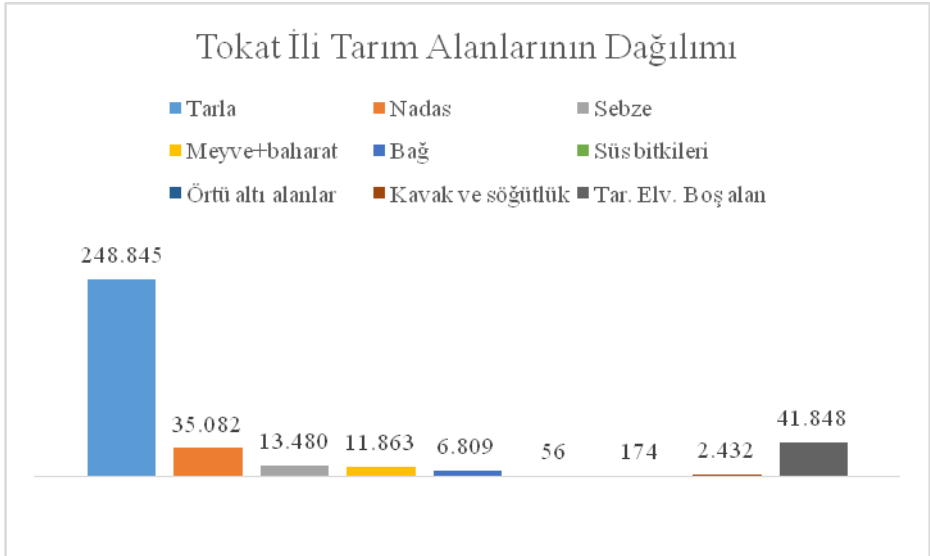
Yaklaşık 1 milyon ha alanlık yüz ölçümüne sahip Tokat ilinin arazi dağılımı incelendiğinde (Şekil 2-3) %44.42'sini (447.447ha) ormanlık alanlar, %35.80'ünün tarım arazisi (360.584ha), %12.12 alanın (122.101ha) çayır mera arazisi ve %7.93'lük alanın (79.918ha) ise diğer arazi varlığı oluşturduğu görülmektedir (Şekil 2-3). Tokat ili tarım alanlarının büyük bir kısmını tarla alanları oluşturmaktadır (Şekil 4). Bahçe bitkilerini kapsayan alanlar da ise meyve ve baharat alanı %3.29, sebze alanı %3.74 ve bağ alanı %1.89 ile ilin tarım alanları dağılımını oluşturmuştur (Şekil 5). Süs bitkileri yetiştiriciliği ve örtü altı yetiştiricilik ise çok sınırlı bir alanda yapılmaktadır (Şekil 4) (Anonim, 2023d) .



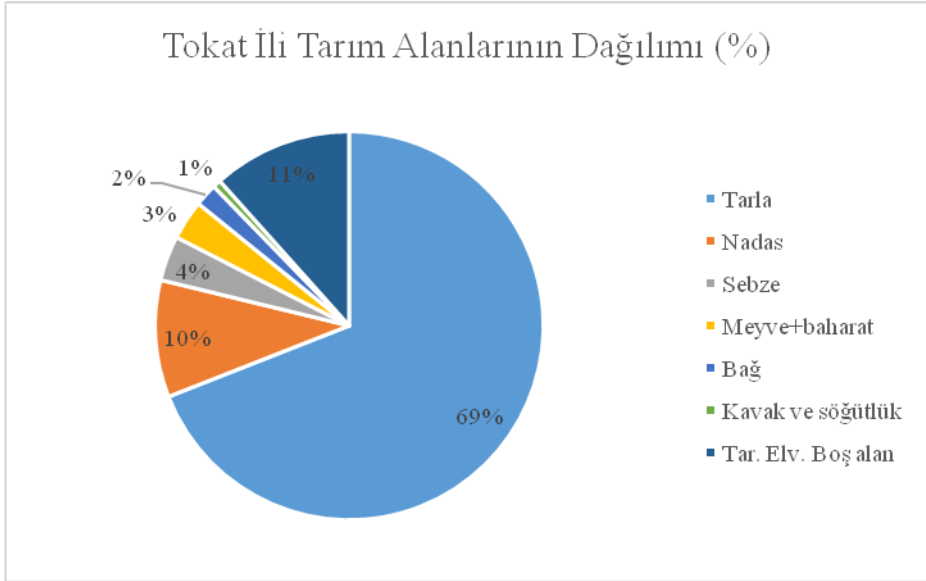
Şekil 2. Tokat İli Arazi Kullanım Durumu (ha)



Şekil 3. Tokat İli Arazi Kullanım Durumu (%)



Şekil 4. Tokat İli Tarım Alanlarının Dağılımı (ha)

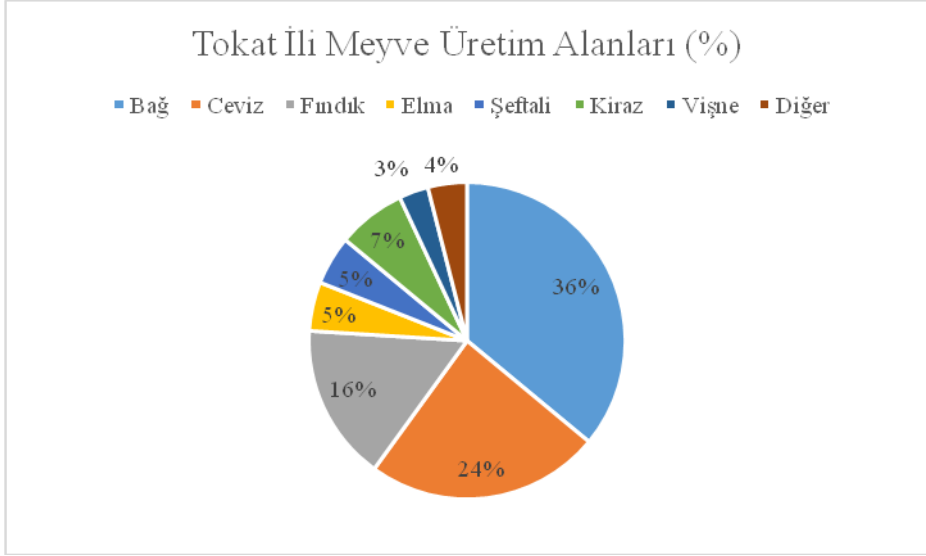


Şekil 5. Tokat İli Tarım Alanlarının Dağılımı (%)

Meyve ürünleri üretim alanları içerisinde 6809 ha alanda yapılan bağcılık ile %36'lık (Şekil 6) bir paya sahip olan Tokat, bağ alanları Türkiye sıralamasında ise 14. İl olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu rakamsal değerler Tokat ilinde eski ve köklü bir bağcılığın olduğunu da göstermektedir (Şekil 3-4, Tablo 1) (Anonim, 2023d).

Tablo 1. Tokat İli Meyve Ürünleri Üretim Alanı (ha)

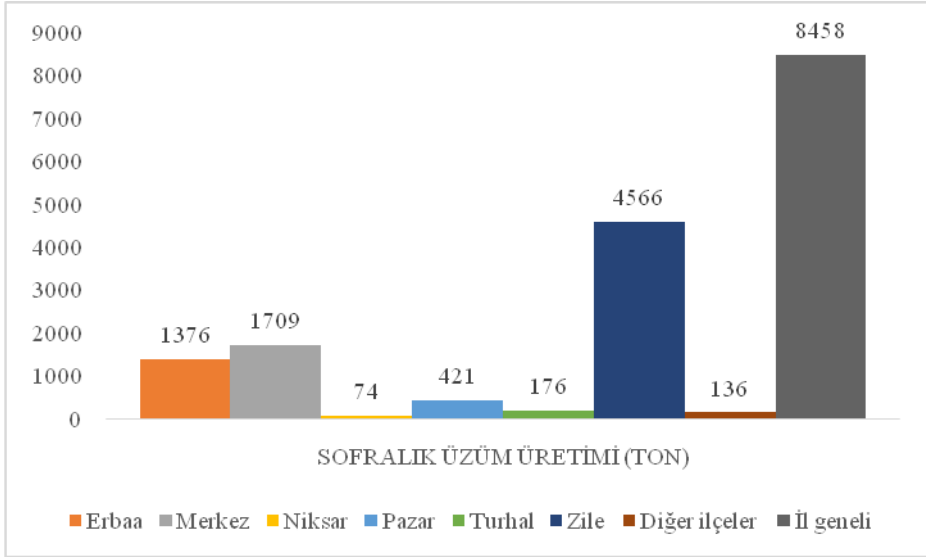
Üretilen Meyveler	Alan (ha)
Bağ	6.809
Ceviz	4.567
Fındık	2.904
Elma	981.4
Şeftali	862.6
Kiraz	1327.7
Vişne	475.3
Diğer	744.8
Genel toplam	17.295



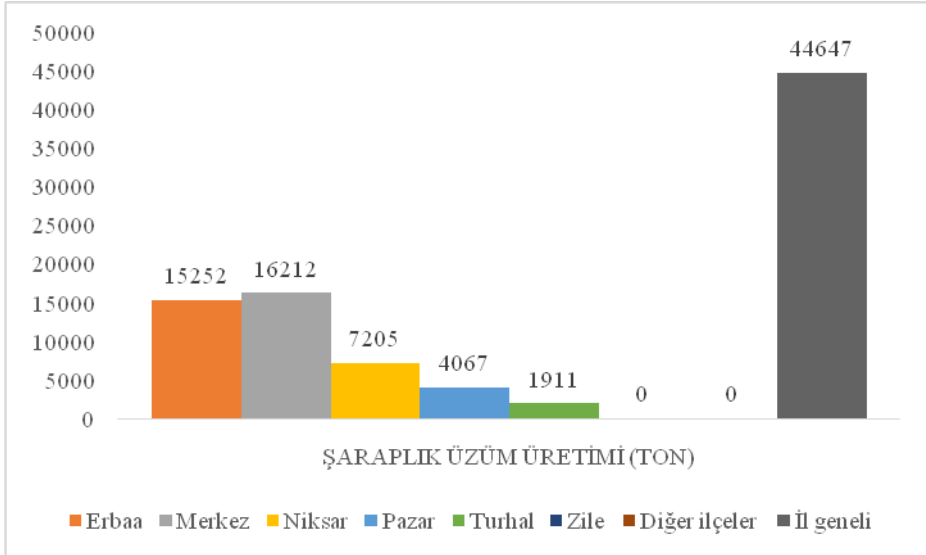
Şekil.6 Tokat İli Meyve Üretim Alanı (%)

Genel bağcılık özellikleri

Tokat ilinde bağcılığın yoğun olarak yapıldığı ilçelerinde üzüm üretim miktarları Şekil 6'da verilmiştir. Üretim şekli sofralık üzüm ve şaraplık olarak yapılmaktadır. İl genelinde bağ yetiştiriciliği Erbaa, Niksar, Zile, Turhal, Pazar ve Merkez olmak üzere 6 ilçe de yapılmaktadır. Sofralık üzüm üretiminin en yoğun olarak yapıldığı ilçe 4566 tonla Zile (Şekil 7), şaraplık üzüm üretiminde 16212 tonla Merkez ilçe (Şekil 8) yer almaktadır (Anonim, 2023e).



Şekil 7. Tokat İli ve İlçeleri Sofralık Üzüm Üretimi (Ton)



Şekil 8. Tokat İli ve İlçeleri Şaraplık Üzüm Üretimi (Ton)

Tokat İli Bağcılık Potansiyeli

Üzüm, Dünyada ve ülkemizde yetiştirilme alanı ve üretim miktarı bakımından oldukça önemli bir yere sahip bir meyvedir. Üzüm; genellikle sofralık, şaraplık-şıralık ve kurutmalık olmak üzere başlıca üç grupta değerlendirilmektedir (Çelik ve ark., 1998). Üzümü diğer meyvelerden ayıran en önemli özelliği ise bu sınıflandırmanın dışında birbirinden farklı geleneksel gıda (köme, sucuk, köfter, pekmez, tarhana v.b) olarak da değerlendirilme şekillerine sahip olmasıdır. Bu durum üzüm meyvesinin tükete birliğini sürekli kılmaktadır. Yaş üzüm üretimine bakıldığında elde edilen rakamlar tüm meyve üretiminin %50 si kadardır (TUİK, 2019). Üzüm için ihracat miktarları göz önüne alındığında kuru üzüm ihracatının geliri üzümün diğer değerlendirilme şekillerine kıyasla baktığında neredeyse yarısı kadardır. Sofralık üzüm getirisinin de diğer değerlendirilme şekli ile yarış edebilecek düzeye gelebilmesi için sofralık üzüm üretimine yeterli özen gösterilmeli, üretim potansiyeli, üretici ve tüketici istekleri, çeşidin adaptasyon yeteneği, iç pazar- dış pazar gibi unsurlar dikkate alınarak ürün üretim planlaması yapılmalıdır (Kiracı ve ark., 2009).

Ülkemizde asma yetiştiriciliği hava koşullarının çok sert yaşandığı birkaç yer dışında neredeyse her yerde ekonomik anlamda bir getiri sağlamaktadır (Kısmalı, 1984; Fidan, 1985). Bağcılık uygulamalarının yaygın olarak yapıldığı önemli yörelerden birisi de Tokat ilidir. Konumu itibariyle bir geçit iklimine sahip olan ilde bağcılık kültürü çok eski zamanlara dayanmak ile birlikte, filoksera zararlısından kaynaklı olarak tüm ülke gibi Tokat ili de bağ varlığının birçoğunu yitirmiş 1970 li yıllardan sonra büyük alan ve verim kayıpları yaşamıştır (Yıldız, 2014).

Bağcılıkta eski ve yeni bağcılık kavramlarının oluşmasına neden olan aşılı asma fidanlarının kullanımı ile birlikte yitirilen bağların yerine yeni fidanların dikilmesi ile birlikte Tokat ilinde bağcılık yeniden hareketlenmiştir ve bu hareketlenme devam etmektedir. Bölgedeki üzüm varlığının yaklaşık %90'ını Narince çeşidi tek başına oluşturmaktadır. Narince çeşidi özellikleri bakımından ülkemizdeki en kaliteli sek ve dömisek şaraplık çeşitlerden biri iken yörede sofralık, şıralık ve salamuralık asma yaprağı üretimi için tercih edilmektedir (Kara, 1990; Cangi ve ark., 2005; Kılıç ve ark., 2007)

Salamuralık asma yaprağından yapılan sarma yada dolma olarak bilinen geleneksel lezzet Türkiye, Yunanistan ve bazı Ortadoğu ülkelerinin kültürü olmasının yanında son zamanlarda bazı Avrupa ve Uzakdoğu ülkelerindeki tüketiciler tarafından da tercih edilmektedir. Bu durum Taze ve salamura yaprağına olan ilgiyi artırmaktadır. Her ne kadar salamuralık asma yaprağı hakkında istatistiksel olarak yeterli veri bulunmasa da 2004 yılında Türkiye'nin salamuralık yaprak ihracatı 60.000 ton olup (Anonim, 2005), Tokat yaklaşık 12.000 tonluk üretimle önemli paya sahip (Anonim, 2010) olduğu bilinmektedir (Oruç ve ark., 2020).

Yaprak özellikleri incelendiğinde Narince yüksek kaliteli salamuralık asma yaprağı çeşitlerinden birisidir ve Tokat ili için bir marka değeri taşımaktadır (Göktürk ve ark., 2017). Ayrıca Narince çeşidinin özellikle salamuralık olarak değerlendirilmesi ilin ekonomisine katma değer sağlamakta ve ihraç edilen sınırlı sayıdaki üründen biri olarak karşımıza çıkmaktadır (Hekimoğlu ve Altindeğer, 2014; Oruç ve ark., 2020)

Tokat yöresinde yoğun olarak yetiştirilen Narince üzüm çeşidi bölgenin en önemli simge ürünlerinden biridir. Narince üzümü sofralık şaraplık ve şıralık olarak ticari şekilde değerlendirilmektedir (Cangi ve ark., 2018). Ayrıca salamuralık olarak değeri yüksek olan bu çeşit Erbaa ve Tokat Ziraat Odaları tarafından 2017 ve 2019 yıllarında coğrafi işaret tescillerini almıştır.

Son senelerde yurt içi ve yurt dışı pazarda salamuralık asma yaprağına olan ilginin çoğalması ve Tokat asma yaprağının marka olarak tercih edilmesi Tokat yöresi bağcılığının yıldızını diğer tarım uğraşları arasında parlatmaktadır. Tokat ilinde bağcılık bakımından öne çıkan ilçeler Erbaa, Niksar, Tokat merkez ve Zile' dir (Kara, 1990; Cangi ve ark., 2005; Kılıç ve ark., 2007; Karaman ve ark., 2007).

Tokat ili üzüm üretim miktarlarına ilçeler bazında bakıldığında; sofralık üzümlerde üretim miktarı 8458 ton, şaraplık üzüm miktarı 44647 ton olarak verilmiştir (Tablo 5-6).

Tokat ilinde hakim çeşidinin Narince olmasından kaynaklı bir sofralık üzüm üretimi ikinci plana atılmış gibi görünse de ekoloji incelendiğinde bakıldığında sofralık üzüm üretimi içinde şartlar oldukça uygundur. Bağcılık açısından bir çeşidin bir ekolojiye adaptasyonu göz önünde

bulundurulduğunda EST (Etkili Sıcaklık Toplamı) değeri ilk incelenen parametrelerden biri olarak karşımıza çıkar.

Tokat merkez ve ilçeleri ile yapılan bir çalışmada İlçelerin EST değerleri Niksar'da 2041 Gün-Derece (GD), Erbaa'da 2029 GD, Turhal'da 1757 GD, Merkez ilçede 1656 GD, Zile'de 1543 GD olduğu; vejetasyon sürelerinin Merkez ilçede 228 gün, Zile'de 212 gün olduğu belirlenmiştir. 900 GD üzerinde ekonomik olarak bağcılık yapılacağı göz önünde bulundurulursa Tokat ili birçok üzüm çeşidinin yetişebileceği bir ekoloji olarak karşımıza çıkmaktadır (Kara ve Ağaoğlu, 1992).

Tokat Merkez de bulunan 'Orta Karadeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü' uygulama arazisinde proje kapsamında standart ve yerel açıdan önemli 18 adet sofralık üzüm çeşidine (Mevlana, Alphonse Lavallée, Bilecik İrikarası, Horoz Karası, M. Palieri, Royal, T. Çekirdeksizi, Prima, Cardinal, Lival, Trakya İlkeren, Victoria, FlameSeedless, Karaerik, Red Globe, Sultani Çekirdeksiz, SuperiorSeedless)ait kalemlerle adaptasyon bağı kurulmuştur. Proje kapsamında bu sofralık üzüm çeşitlerinin Tokat Merkez ekolojik koşullarına uyum kabiliyetinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Beş yıl boyunca hem omçalarda hem salkımlarda hem de tanelerde belirli verim ve kalite özellikleri incelenmiştir. Fenolojik safhalar çeşit ve yıllara göre değişiklik göstermiştir. En erken olgunlaşan çeşit Prima, en geç olgunlaşan çeşit ise Mevlana ve Karaerik olmuştur. Beş yıllık sonuçlara göre, Tokat Merkez ekolojik koşulları için, erkenci çeşit olarak Prima ve Trakya İlkeren, orta mevsim çeşit olarak Cardinal, Victoria ve Horoz Karası, geçici çeşit olarak İtalia, M. Palieri, Alphonse Lavallée ve Royal çeşitleri ön plana çıkmıştır. Elde edilen sonuçlara bakıldığında Tokat ili için tek alternatifin Narince çeşidinin olmadığı sofralık üzüm üretimi içinde birçok çeşitle yetiştiricilik yapılabileceği, sofralık üzüm potansiyeline de gerekli önemin verilmesi gerektiği vb. sonuçlar elde edilmiştir (Kılıç ve ark., 2020).

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bağcılık, sadece bir tarım kolu olmayıp aynı zamanda çok eski zamanlardan bu yana insanların ekonomik, sosyal, dini faaliyetlerinin içerisinde yer alan bir yaşam şeklidir. Tokat ili içinde asma yetiştiriciliği ve

üzümden elde edilen ürünler yöre halkı için büyük önem taşımaktadır. Narince çeşidi yörede hâkim çeşit olarak yetiştirilmekte aslında şaraplık ve şıralık olan bu çeşit büyük oranda salamuralık asma yaprağı üretiminde de değerlendirilmektedir. Ekonomik kaygılar güdülerek birim alandan daha fazla yaprak alınması amaçlanırken sofralık ve şaraplık üzüm kalitesi maalesef düşmektedir. İlin ekolojisi yaş üzüm verim ve kalitesi içinde oldukça iyi durumda olmasına rağmen salamuralık asma yaprağı üretimine yönelik bir yetiştiricilik şekli bu durumu gölgelemektedir.

Sofralık üzüm potansiyeli var olmasına karşın yıllardır sadece Narince üzümü ile yetiştiricilik yapan üretici hangi sofralık üzüm çeşidinin yetiştirileceği ile ilgili kaygı taşımaktadır. Yöre de son zamanlarda gerek üniversite gerek araştırma enstitüsü ve tarım il- ilçe müdürlüklerine bağlı bağcılık ile ilgili birimler ve uzmanlar üreticileri çeşit konusunda yapmış oldukları adaptasyon çalışmaları ile yönlendirmektedirler.

Sonuç olarak birkaç çıkarım yapacak olursak;

- Bağcılık dünyada ve Türkiye’de olduğu gibi Tokat ilinde de önemini çok eski zamanlardan almış ve gelecek tarihlere de miras kalacak ve nesiller boyu var olacak bir tarım koludur.
- Filoksera zararlısına karşı aşılı asma fidanı üretimi ile tahrip olan bağların yenilenmesi durumu Tokat ili bağlarını yeniden canlandırmıştır. Ve bu durum artan bağ alanı varlığı ile artarak devam edeceği düşünülmektedir.
- Narince yörenin en değerli ve en fazla üretimi yapılan çeşididir. Bu çeşit önemini salamuralık asma yaprağı özelliğinden almakta ve yöre halkı tarafından yöresel lezzetlerde sıklıkla kullanılması nedeniyle her zaman en fazla tercih edilen çeşit olarak yetiştiricilikte kullanılacağı ön görülmektedir.
- Yörenin sofralık üzüm potansiyeli yapılan adaptasyon çalışmaları ile kanıtlanmıştır. Birim alandan yüksek verim elde edilecek sofralık üzüm çeşitleriyle yapılacak olan yetiştiricilik şekli ile en az salamuralık asma yaprağı üretiminden elde edilen gelir kadar kazanç sağlanacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Anonim (2023a). Tokat Valiliği Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Müdürlüğü. <https://tokat.csb.gov.tr/cografi-yapi-i-1211>, 15.10.2023
- Anonim (2023b). Tokat Kültür ve Turizm Müdürlüğü. <https://tokat.ktb.gov.tr/tr-60574/genel-bilgiler.html#:~:text=11%20il%C3%A7esi%20bulunan%20Tokat%C4%B1n,sahip%20olan%20verimli%20arazilerini%20sulamaktad%C4%B1rlar.> 20.10.2023
- Anonim (2023c). Tokat valiliği <http://www.tokat.gov.tr/tokatta-tarim-toprak-ve-turizm>, 24.10.2023
- Anonim (2023d). Pdf- Tokat ili 2022 yılı tarım istatistikleri, sayfa 2-4.
- Anonim (2023e). Türkiye İstatistik Kurumu, 2023. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr>, 25.10.2023
- Anonim. 2005. İgemeKayıtları. İhracatı Geliştirme Merkezi. Ankara
- Anonim (2010). Tokat İlinin Tarımsal Yapısı Ve Potansiyeli. Tc TokatValiliği. Tokat
- Cangi, R. (2016). Tokat yöresinde üretilen salamuralık asma yapraklarında bakır kalıntı düzeylerinin belirlenmesi. Selçuk Journal Of Agriculture And Food Sciences. Cilt 27, Özel Sayı. <Http://Sjafs.Selcuk.Edu.Tr/Sjafs/Issue/View/41>
- Cangi, R., Kaya, C., Kılıç, D., Yıldız, M., (2005). Tokat yöresinde salamuralık asma yaprak üretimi, hasad ve işlemede karşılaşılan sorunlar ve çözüm önerileri. Türkiye 6. Bağcılık Sempozyumu, 19-23 Eylül 2005, Cilt:2 (632-640), Tekirdağ
- Cangi, R., Kılıç, D., Karaman, M.R., Kaya, C., Şahin, S., Yıldız, M., (2007). Narince Üzüm Çeşidinde Farklı Budama Seviyesi Ve Azot Dozlarının Üzüm Verimi Ve Kalitesi Üzerine Etkisi. Türkiye V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi. Cilt 2: Sebzeçilik, Bağcılık, Süs Bitkileri. 04-07 Eylül 2007 (396-405), Erzurum.

- Fidan, Y. (1985). Özel Bağcılık. Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Yayınları 930. Ders Kitabı. 401.
- Göktürk, N., Artık, N., Yavaş, İ., Fidan, Y. (1997). Bazı üzüm çeşitleri ve asma anacı yapraklarının yaprak konservesi olarak değerlendirme olanakları. *Gıda* (1997) 22 (1): 15-23
- Hekimoğlu B., Altındeğer M. (2014). Tr83 illerinin (Samsun, Tokat Amasya, Çorum) tarım/sanayi ve tarımsal sanayi potansiyelinin kıyaslanması. *Gıda Tarım Ve Hayvancılık Bakanlığı Samsun İl Müdürlüğü, Strateji Geliştirme Birimi. Samsun*
- Kara, Z., Ağaoğlu. Y. S. (1992). Tokat ili ekolojik yapısının bağcılık yönünden incelenmesi üzerine bir araştırma. *Cumhuriyet Üniv. Zir. Fak. Der. C:9, S:1, 19-32, Tokat.*
- Kara, Z. 1990. *Tokat yöresinde yetiştirilen üzüm çeşitlerinin ampelografik. Özelliklerinin belirlenmesi üzerinde araştırmalar* (Doktora Tezi) Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Karaman, M. R., Cangi, R., Akyazı, M., Kaya, C., Susam, T., Şahin, S., Yeşilyurt, M., Durukan, A., Kılıç, D., Bice, S. (2007). Kelkit Havzasında (Tokat-Erzincan) Bağların Beslenme Durumu ve Yörede Bağcılığın Geliştirilmesi için Öneriler. *Zile Ticaret Borsası Kültür Yayınları No:2, Detay Yayıncılık, Ankara, 138 S.*
- Kılıç, D., Kaya, Y., Mutlu, N., Edizer, S., Astan, K., Yağcı, A., Cangi, R., Söylemezoğlu, G. (2020). Bazı üzüm çeşitlerinin Tokat ekolojisindeki adaptasyonlarının belirlenmesi. *Sonuç Raporu. Yayın No: 190/T-91.Tokat.*
- Kısmalı, İ. (1984). Bazı Sofralık Üzüm Çeşitlerinin Kış Gözü Verimliliği Üzerinde Araştırmalar. *Türkiye II. Bağcılık ve Şarapçılık Sempozyumu, S 35-48, Manisa*
- Kiracı M.A., Sağlam M., Boz Y., Aydın S. (2009). *Türkiye Sofralık Üzüm Pazarlamasında İç ve Dış Pazar Araştırmaları, 7. Bağcılık ve Teknolojileri Sempozyumu, Cilt:1, s. 190-200, Manisa*

Oruç E., Cangi, R., Ergün., A. (2020). Consumers preferences on pickled vine leaves the case of tokat province. *Turkish Journal of Agriculture- Food Science And Techonology*, 8(3):668-667.

Özgüç, T. (1978). *Maşat Höyük Kazıları ve Çevresindeki Araştırmalar*, TTK Yayınları, Ankara.

Saygılı, R., 2020. Tokat haritası. <http://cografyaharita.com/>

Yıldız, E. (2014). *Tokat Merkez, Turhal Ve Zile İlçelerinde Yetiştirilen Narince Üzüm Çeşidinde Klon Seleksiyonu*. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 54 S., Tokat.

BÖLÜM 17

TOKAT İLİNDE ÖRTÜ ALTI SEBZE YETİŞTİRİCİLİĞİ

Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül DURUKAN KUM¹

Dr. Hakan KARTAL²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10220934>

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

²Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, kartalhakan09@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3870-1588>

GİRİŞ

Ülkemiz nüfusu tüm dünya da olduğu gibi her geçen gün hızla artmaktadır. Nüfusun hızlı artışı beslenme ve barınma gibi temel ihtiyaçların artmasına neden olurken; dünya genelinde kuraklık, sel, orman yangınları gibi olumsuz iklim koşulları, sanayileşmenin ve köylerden kentlere göçlerin artması ve tarım politikalarına gereken önemin verilmemesi sonucu mevcut tarım alanları da azalma göstermektedir. Özellikle yaş meyve ve sebzenin insan sağlığındaki öneminin anlaşılması ve artan beslenme ihtiyacını karşılayabilmek için birim alandan daha fazla ürün alınabilecek yöntemler ön plana çıkmaktadır (Çimen, 2021). Örtü altı tarım faaliyetleri bu konuda oldukça ümit var sonuçlar vermektedir.

Örtü altı tarımı genel anlamda, mevsimleri dışında bitki yetiştirmeye imkan sağlayan bir yetiştiricilik sistemi olarak tanımlanabilir (Tüzel ve ark., 2020). Örtü altı tarımı içinde cam ve plastik örtülü seralar, yüksek ve alçak plastik tüneller yer alır. Seralar, ısıtma ve soğutma gibi iklimsel etkilerin kontrol altında tutulabildiği yapılardır; alçak tüneller, bitkileri olumsuz çevre koşullarına karşı kısmen koruyabilen; bitki sıraları üzerine yapılan yükseklikleri 60-80 cm olan plastik örtülü yapılardır (Şekil 1).



Şekil 1. Alçak tünel
Kaynak: Anonim 2023a

Yüksek tüneller sera ve alçak tünel arasında geçiş niteliğinde yapılardır ve 2-2,5 m yüksekliğinde plastik örtülü yapılardır (Şekil 2) (Sevgican, 2002).



Şekil 2. Yüksek tünel

Kaynak: Anonim, 2023b

Bu yapılardan alçak plastik tüneller, erkencilik sağlamak amacıyla kullanılırken; yüksek plastik tüneller ve seralar, yıl boyu üretim amacıyla kullanılırlar (Örük ve Engindeniz, 2019). Örtü altında süs bitkileri, bağ, meyve ve özellikle de sebze yetiştiriciliği yapılmaktadır. Örtü altı tarımı, mevsime bağlı sorunları azaltmakta, yıl boyu üretim imkanı sağlamakta, ürün çeşitliliğini artırmakta ve aynı zamanda özellikle bölgesel anlamda istihdam da sağlamaktadır.

Örtü altı sebzeçiliğinin ekonomik anlamda yapılabilmesi için uygun bölgeler 30-40 enlemleri arasında yer almalıdırlar. Bu enlem derecelerinin altına inildiğinde soğutma ve üstüne çıkıldığında da ısıtma masraflarının artması üretimi olumsuz etkilemektedir (Taşlıgil ve Güven, 2016). Bir bölgede ekonomik anlamda örtü altı tarımı ve özellikle seracılık yapılabilmesi için, iklim özellikleri ile yetiştirilmek istenen bitkilerin optimum iklim istekleri karşılaştırıldıktan sonra seracılık faaliyetlerine başlanmalıdır (Sevgican, 2002).

ÖRTÜ ALTI TARIMININ TARİHSEL GELİŞİMİ

Örtü altı tarımı ile ilgili en eski bilgi, Roma İmparatoru Tberius'a sağlığı için, doktorunun hıyar tüketmesini tavsiye etmesi üzerine; arabalarda yetiştirilen hıyarlar, gündüz güneş alabilmesi için dışarı taşınıp geceleri sıcaklık çok düştüğünde de içeri alınarak yetiştirildiği M.S. 37 yılına dayanmaktadır. 1450'li yıllara gelindiğinde Kore'de ondol denilen alttan ısıtılmalı sistemlerin bitki yetiştiriciliğinde kullanıldığı bildirilmektedir (Rajeshve ark., 2020). 17 ve 18. yüzyıllarda Hollanda ve İngiltere'de sera kavramı ortaya çıktı ve İngiltere'deki ilk soba ısıtılmalı sera Chelsea Fizik Bahçesinde kurulurken (Minter, 2003), aynı dönemlerde Fransa'da portakal ağaçlarını dondan korumak amacıyla orangery adı verilen, güneş ışığının içeri girmesini sağlayan, güney tarafı büyük pencereyi yığma binalar kullanıldı (Wearn ve Mabberley, 2016). 19.yüzyılda, diğer ülkelerden getirilen tropikal bitkileri toplamak amacıyla büyük seralar inşa edilmiştir. 20. Yüzyılda plastiğin keşfiyle örtü altı tarımın gelişimi de hız kazanmıştır (Jensen ve Malter, 1995).

DÜNYADA ÖRTÜ ALTI TARIMI

Dünyada ticari anlamda modern seralar, kuruldukları bölgenin iklim özelliklerine bağlı olarak tasarım özelliklerinde farklılıklar göstermiştir. 20.yüzyılda Hollanda'da birçok ticari ölçekte sera faaliyete geçmiştir, tuzluluğu gidermek amacıyla, yağmur sularının içeri girişini sağlamak amacıyla çıkarılabilir levhalara sahip seralar tasarlanmıştır (Berkers ve Geels, 2011). Özellikle ikinci dünya savaşından sonra venlo tarzı seraların yapılmasıyla sebze üretimi ve ticareti de artış göstermiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Venlo tarzı sera

Kaynak: Anonim, 2023c

Çin’de örtü altı sebze ve süs bitkileri üretimi ise 1980’lerden itibaren artmaya başlamıştır. Çinli örtü altı yetiştiricileri, maliyeti cam seralara göre çok düşük olan plastik camlı seralar tasarlamışlardır (Şekil4). (Gao ve ark., 2010). Çin’de, son zamanlarda 2 milyon hektar alanda, çoğunluğu güneş enerjili seralarda üretim yapılmaktadır (Costa ve Heuvelink, 2004).



Şekil 4. Güneş enerjili sera

Kaynak: Nemali, 2022

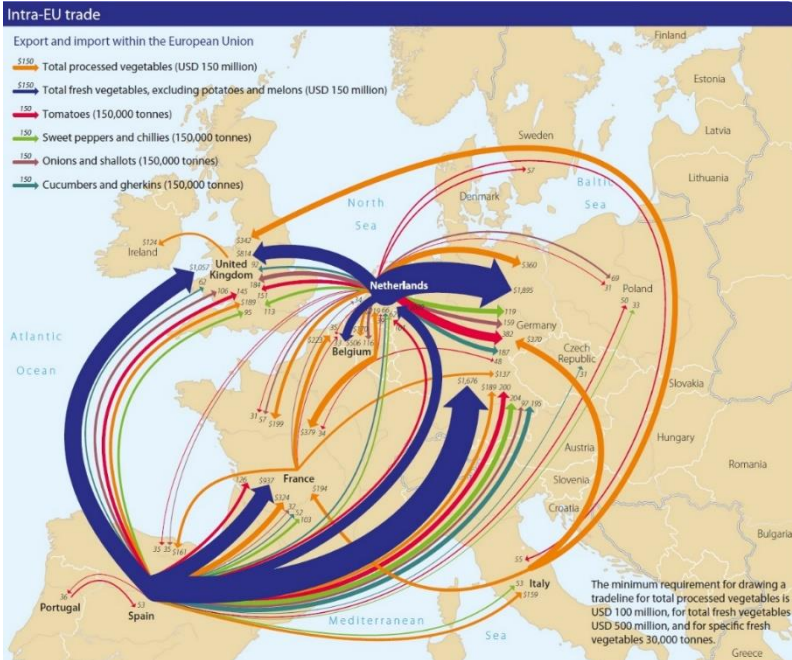
Dünyadaki en büyük örtü altı üreticilerinden biri de İspanya’dır; Parral adını verdikleri maliyeti düşük, kavisli çatılı ve plastik örtülü seraları ile

Güney İspanya'da yoğun örtü altı tarımı yapılmaktadır (Patowary, 2013) (Şekil5).



Şekil 5. Parral
Kaynak: Nemali, 2022

İspanya, günümüzde de birçok Avrupa ülkesine sebze ihraç etmektedir (Şekil 6).



Şekil 6. AB içerisinde sebze ihracatı
Kaynak: Anonim, 2023d

Yüksek gündüz-gece sıcaklık farkları, bağıl nem ve muson ve kasırgaların yoğun görüldüğü Hindistan, Malezya, Kenya ve Fas gibi yarı kurak ve tropik ülkelerde sera tasarımlarında da farklılıklar görülmüştür (Wageningen, 2015). Bölgedeki seralar, kemerli ve yan ve çatı havalandırmaları oluklu bağlantılı blok sera şeklinde tasarlanmıştır (Şekil7).



Şekil 7. Blok sera

Kaynak: Nemali, 2022

Söz konusu ülkelerde örtü altında daha çok süs bitkisi üretimi yapılırken, son yıllarda domates ve dolma biber üretimi de hız kazanmıştır. Amerika’da ise örtü altı yetiştiriciliğinde farklı tarzda sera tasarımları kullanılmaktadır. Ülkenin kuzey kesimlerinde yağış şeklinin daha çok kar şeklinde olmasından dolayı, dik çatılı, cam ya da sert plastik örtü materyalleri ile galvanizli çelik konstrüksiyonlu seralar inşa edilmektedir. Sıcak bölgelerde ise oluk bağlantılı plastik seralar ile yüksek tüneller kullanılmaktadır (Nemali, 2022)

Hollanda ve İtalya gibi bazı Avrupa ülkelerinin cam seraları daha fazla kullanmalarına rağmen, sebze yetiştiriciliği yapılan sera alanlarının genel olarak artması, büyük ölçüde plastik örtülerin kullanımının artması ile olmuştur (Chang ve ark.,2013).

Dünyadaki örtü altı üretiminin %80’i Çin, İspanya, Güney Kore, Japonya, Türkiye, İtalya, Fas ve Fransa olmak üzere sekiz ülkede yapılmaktadır (Sabir ve Singh, 2013). Ayrıca Hollanda ve İsrail’in, önemli sera alanlarına sahip olmalarına ilaveten, gelişmekte olan birçok ülke için de sera teknolojisi ekipmanlarını sağlamaktadır (Nemali, 2022).

1. TÜRKİYE'DE ÖRTÜ ALTI TARIMI

Türkiye tarımında, örtü altı yetiştiriciliğin diğer tarımsal faaliyetlere göre daha yeni olduğu düşünülse de Osmanlı İmparatorluğu döneminde hobi amaçlı örneklerine rastlanmaktadır (Şahin,2011). Ticari anlamda ilk örtü altı üretimleri Rumlar tarafından Yalova ve Marmara Adalarında çiçek yetiştiriciliği yapılmaktaydı (Heper, 1988). 1940'lı yıllarda Antalya'da cam seraların kurulmaya başlamasıyla birlikte örtü altı yetiştiriciliğinde ilk adımlar atılmıştır (Struck, 1986). 1960'a kadar yalnızca cam örtülü seracılık yapıldığından, üretim faaliyetleri de iklimsel faktörlere daha bağımlı kalarak; Akdeniz, Ege ve Marmara bölgelerinin kıyı şeridi ile sınırlı kalmıştır (Şahin,2011). 1960'tan itibaren tüm dünyada olduğu gibi, plastiğin örtü materyali olarak kullanılmaya başlamasıyla örtü altı yetiştiriciliği de artmaya başlamıştır (Tüzel, 2020). 1960-1980 yılları arasında örtü altı üretim alanları da artış göstermiştir (Tablo1).

Tablo 1. Örtü altı üretim alanı (da)

	1960	1970	1975	1980
Örtüaltı Üretim Alanları	15.250	35.800	68.150	81.455
Cam Sera Varlığı	5.250	9.760	8.552	9.252
Plastik Sera Varlığı	4.780	15.720	20.740	40.717

Kaynak: Yüce, 1990

1980'lerden sonra teknolojik gelişmeler ve artan bilgi sayesinde üretim alanlarında artış olduğu gibi, topraksız tarım ve jeotermal enerjinin ısıtmada kullanımı; örtü altı tarımını kıyı bölgelerden Karadeniz bölgesi de dahil olmak üzere daha iç kesimlere doğru yaygınlaşmasını da sağlamıştır. 1990'lı yıllardan itibaren özellikle seracılığa yapılan destekleme politikaları sayesinde yüksek teknoloji modern seralar inşa edilmeye başlamıştır. Topraksız tarım tekniklerinin kullanılmaya başlamasıyla birlikte örtü altı tarımındaki artış da ivme kazanmıştır (Tüzel vd. 2015). Aynı zamanda ülkenin sahip olduğu jeotermal kaynakların sera ısıtmasında kullanılma olanakları da seracılığın ekonomik olmadığı bölgelerde de üretime olanak sağlamaktadır. Günümüzde en fazla örtü altı üretimi, 471283 dekarlık alan ile plastik örtülü seralardır. Cam sera alanları ise hem kurulum maliyetlerinin yüksek oluşundan hem de bakım onarım masraflarının yüksekliğinden dolayı son on yıla göre düşüş göstermiştir (Tablo2).

Tablo 2. Türkiye Örtü Altı Üretim Alanları (da)

Yıl	Aaçak Tünel	Cam Sera	Plastik Sera	Yüksek Tünel
2011	175.701	78.878	247.962	108.911
2012	163.207	80.728	278.730	95.095
2013	157.737	80.739	278.661	97.986
2014	156.720	80.976	298.651	107.095
2015	161.541	79.977	306.074	112.674
2016	169.867	80.137	328.745	112.974
2017	191.399	85.749	355.121	119.899
2018	211.222	78.110	368.527	114.232
2019	224.400	75.495	378.671	111.038
2020	218.326	80.779	401.796	104.258
2021	212.657	76.213	464.973	100.756
2022	169.538	59.633	471.284	110.427

Kaynak: Anonim, 2023e

Türkiye’de örtü altında en fazla yetiştiriciliği yapılan ürün grubu sebzelerdir, bunu meyve, kesme çiçek ve iç mekân süs bitkileri takip etmektedir (Anonim, 2023f). Ülkemizde örtü altı üretiminde Antalya birinci sırada yer almaktadır; onu Mersin, Adana ve Muğla illeri takip etmektedir (Tablo 3).

Tablo 3. İllere göre örtü altı tarım alanı miktarı(da)

İl	Alan (da)	İl	Alan (da)	İl	Alan (da)
Antalya	308.427	Isparta	5.236	Kahramanmaraş	2.022
Mersin	227.085	Amasya	5.153	İstanbul	1.914
Adana	126.877	Eskişehir	4.787	Bartın	1.796
Muğla	31.543	Balıkesir	3.717	Kırşehir	1.748
Burdur	13.958	Yalova	3.530	Afyonkarahisar	1.743
İzmir	13.178	Samsun	2.617	Elazığ	1.520
Hatay	11.474	Manisa	2.406	Zonguldak	1.465
Aydın	10.907	Denizli	2.168	Şanlıurfa	1.317
Bilecik	7.005	Kocaeli	2.119	Tokat	1.249

Kaynak: Anonim, 2023e

2. TOKAT'TA ÖRTÜ ALTI TARIMI

Orta Karadeniz'in iç kesiminde yer alan Tokat, geçit iklimine sahiptir. Yıllık yağış miktarı, 385-485 mm arasında değişiklik göstermektedir. Bölgede ortalama sıcaklık 12,3 °C olmakla birlikte en düşük sıcaklıklar Ocak-Şubat aylarında ve en yüksek sıcaklıklar Temmuz-Ağustos aylarında görülmektedir (Ünal, 2006). Türkiye yüzölçümünün %1,3'ünü oluşturan 9958 km²'lik alanı ile 11 ilçe ve 609 köye sahiptir. Bu alanın yaklaşık 381 bin ha'lık kısmı tarım arazisidir ve 230- 1500 metre rakım arasında tarım yapılabilir. Bu alanın yaklaşık 248 bin hektarı tarla, 11 bin hektarı meyve ve baharat bitkileri, 6 bin hektarı bağ, 56 hektarı süs bitkileri, 2432 hektarı kavak ve söğütlük 14 bin hektarı sebze alanı olarak bildirilmiştir (Anonim, 2023g). Tokat nüfusunun yarısına yakın bir kesimi köylerde yaşamaktadır; ilin ekonomisinin de önemli bir bölümünü tarım ve tarıma dayalı sanayiye dayanmaktadır (Geboloğlu, 2021). Tarımsal faaliyetler bakımından değerlendirildiğinde iklim ve coğrafi konum bakımından yüksek potansiyele sahip olduğu görülmektedir. İl, ilçe bazında incelendiğinde; Erbaa, Niksar, Merkez, Pazar, Turhal ve Zile ilçelerinde uygun ekolojik değerler sayesinde farklı ürünler kolaylıkla yetiştirilebilmektedir. Özellikle Erbaa ilçesindeki iklim ve coğrafi koşulların uygunluğu ile narenciye dışında birçok ürünün yetişmesine imkân sağlamaktadır. Aynı zamanda bölgede sulama imkanlarının da varlığı sebzeçilik faaliyetlerinin gelişmesini sağlamıştır (Gök,2021). Özellikle erken ilkbahar ve geç sonbahar yetiştiriciliği Tokat örtü altı üretimi için oldukça verimli olmaktadır.

İldeki birçok ova ve ilçede ekolojinin uygun olmasına ve jeotermal kaynaklara rağmen örtü altı yetiştiriciliği yeterli düzeyde ilerleyememiştir. Ancak bu yüksek potansiyele rağmen sebze üretimi diğer tarımsal ürünlere göre yüksek maliyeti ve arz- talep dengesizliğinden kaynaklanan düşük fiyattan dolayı üretimi potansiyeline göre daha düşüktür (Gözener ve Yüksel,2019).

İlde örtü altı üretimde plastik örtülü sera alanları artarken, diğer örtü altı yapıların alanlarında azalma olduğu görülmektedir (Tablo4).

Tablo 4. Tokat Örtü Altı Üretim Alanları (da)

Yıl	Aaçak Tünel	Cam Sera	Plastik Sera	Yüksek Tünel
2012	50,00	5,30	407,50	150,50
2013	51,00	5,30	409,20	144,50
2014	46,00	5,30	480,20	125,60
2015	46,00	5,30	593,20	135,60
2016	41,00	5,30	726,50	130,60
2017	35,00	5,30	943,80	128,60
2018	35,00	5,30	994,60	123,60
2019	30,00	4,30	1.016,60	118,60
2020	0,00	1,30	1.608,90	154,70
2021	0,00	1,30	1.239,90	105,70
2022	0,00	1,30	1.194,90	52,70

Kaynak: Anonim, 2023e

Tokat'ta 2022 yılı itibari ile 155408 dekarlık bir alanda 551049 ton sebze üretimi yapılmaktadır ve Türkiye toplam sebze üretiminin %2'sini oluşturmaktadır (Tablo 5).

Tablo 3. Yıllara göre Tokat ve Türkiye'de sebze üretim alanı(da) ve üretim miktarı (ton)

Yıl	Tokat (da)	Türkiye (da)	Tokat (ton)	Türkiye (ton)
2012	235.848	8.719.927	824.478	27.820.207
2013	221.118	8.559.860	830.705	28.448.218
2014	223.936	8.453.110	849.934	28.487.476
2015	223.157	8.485.429	953.783	29.552.290
2016	209.151	8.474.592	913.902	30.266.897
2017	211.155	8.396.392	891.780	30.869.967
2018	198.828	8.206.680	791.710	30.032.827
2019	198.893	8.278.709	805.813	31.089.644
2020	193.526	8.217.586	771.467	31.177.124
2021	174.916	8.165.866	623.717	31.753.466
2022	155.408	7.789.447	551.049	31.589.309

Kaynak: Anonim, 2023e

Tokattaki örtü altı üretimi geçmiş yıllarla kıyaslandığında üretim alan ve miktarlarında düşüş yaşandığı görülmektedir (Tablo 6). Tokat'ta toplam örtü altı sebze yetiştiriciliği yapılan alan ise 2022 yılında 1805 dekarlık alan

ile toplam sebze üretim alanının yaklaşık %1,20'sini oluşturmaktadır; bu alanda toplam üretim miktarı 23743 tondur (Tablo6). Tokat örtü altı sebze yetiştiriciliğinde, sırasıyla ilk üç sırada marul, sofralık domates ve hıyar gelmektedir (Anonim, 2023h).

Tablo 6. Yıllara göre Tokat ve Türkiye'de örtü altı üretim alanı (da) ve örtü altı üretim miktarı (ton)

Yıl	Tokat (da)	Türkiye(da)	Tokat (ton)	Türkiye(ton)
2012	704	616.072	7.416	5.856.125
2013	780	611.669	8.143	5.940.699
2014	813	617.268	9.651	6.141.804
2015	926	644.224	12.066	6.346.749
2016	1.047	675.173	13.719	6.743.085
2017	1.549	737.177	19.346	7.383.880
2018	1.634	740.586	21.716	7.535.511
2019	1.658	757.201	21.488	7.814.543
2020	1.694	708.975	22.197	7.771.766
2021	1.737	796.660	23.718	8.750.618
2022	1.805	733.846	23.743	8.178.089

Kaynak: Anonim, 2023e

Tablo 7.TR83 Bölgesi illerinde sebze üretim alanları ve sebze üretim miktarları

	Amasya	Samsun	Tokat	Çorum
Üretim Alanı (da)	108.916	231.007	155.408	135.606
Üretim Miktarı(da)	554.362	1.049.832	551.049	406.843

Kaynak: Anonim, 2023e

Tokat, TR83 bölgesi içindeki iller (Amasya, Çorum, Samsun, Tokat) arasında toplam ve örtü altında olmak üzere sebze üretim alanı bakımından üçüncü sırada yer almaktadır (Tablo 8). Ancak, plastik örtülü seralarda yapılan yetiştiricilik bakımından değerlendirildiğinde bölge illeri arasında lider konumdadır. Ancak, Amasya'dan daha fazla sebze üretim alanına sahip olmasına karşılık; örtü altı üretim alanı ve miktarı bakımından daha geride kalması ilin potansiyelini kullanmadığını göstermektedir (Tablo 7, Tablo 8). Gerekli eğitim ve desteklerle ilin örtü altı üretim miktarı ve ürün kalitesi artırılabilir.

Tablo 8.TR83Bölgesi illerinde örtü altı sebze üretim alanları ve örtü altı sebze üretim miktarları

	Örtü Altı Alanı (da)				Örtü Altı Üretim Miktarı(ton)			
	Amasya	Samsun	Tokat	Çorum	Amasya	Samsun	Tokat	Çorum
Alçak Tünel	30	245			115	693		
Plastik Sera		253	1.681	937		1.633	22.915	12.430
Yüksek Tünel	10.370	4.229	124	35	104.481	20.616	828	326
Genel Toplam	10.400	4.727	1.805	972	104.596	22.942	23.743	12.756

Kaynak: Anonim, 2023e

3. SONUÇ

Tokat ili coğrafi konumu, ekolojisi, sahip olduğu tarım alanı varlığı ve jeotermal kaynakları ile Türkiye'deki örtü altı tarımına uygun iller arasındadır. Jeotermal kaynakların, örtü altı yapıların ısıtma sistemlerinde kullanılması; örtü altı tarımındaki en büyük gider olan ısıtma maliyetini düşürerek karlılığı artırdığı bilinen bir gerçektir. Bu ildeki örtü altı tarımının gelişmesi açısından oldukça avantajlı bir durumdur. Örtü altı sebzeçiliğinin Tokat'ta yayılması için, birçok ilde olduğu gibi köylerdeki özellikle genç nüfusun bilinçlendirilerek göçün önlenmesi gerekmektedir. Ayrıca, özellikle sera yatırımları yalnızca kamu desteği ile değil özel teşebbüslerle de yapılmalıdır.

Örtü altı tarımı, tüm dünyada artan gıda ihtiyacı, azalan tarım alanları ve ilerleyen yeni teknolojiler sayesinde her geçen gün büyümeye devam edecektir. Bu nedenle ülkemizde de özellikle Tokat gibi ekonomisi tarıma dayalı ve uygun ekolojik koşullara sahip illerde örtü altı tarım teşvik edilmelidir.

KAYNAKÇA

- Anonim, 2023a. [http://www.emsaplastik.com/ Upload/Basin/ Alc%CC%A7ak %20 Tu% CC%88nel.jpg](http://www.emsaplastik.com/Upload/Basin/Alc%CC%A7ak%20Tu%CC%88nel.jpg). Erişim Tarihi: 18.11.2023
- Anonim. 2023b. <https://www.intfarming.com/image/cache/catalog/tarim-aletleri /yuksektunel-sera-demiri-600x600.jpg>Erişim Tarihi: 18.11.2023
- Anonim. 2023c. <https://www.serasan.com.tr/img/urunler/cam.jpg> Erişim Tarihi: 18.11.2023
- Anonim. 2023d. [https://www.seedquest.com/News/pdf/2018/Rabobank_WVM2018 .pdf](https://www.seedquest.com/News/pdf/2018/Rabobank_WVM2018.pdf). Erişim Tarihi: 18.11.2023
- Anonim. 2023e. TÜİK, Bitkisel Üretim istatistikleri. www.tuik.gov.tr. Erişim Tarihi: 18.11.2023
- Anonim. 2023f. Tarım ve Orman Bakanlığı [https://www.tarimorman.gov.tr/sgb/ Belgeler/SagMenuVeriler/BUGEM.pdf](https://www.tarimorman.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/BUGEM.pdf) Erişim Tarihi: 18.11.2023
- Anonim. 2023g. Tokat İl Tarım ve Orman Müdürlüğü. [https://tokat. tarimorman.gov.tr/ Menu/31/Yoremiz](https://tokat.tarimorman.gov.tr/Menu/31/Yoremiz). Erişim Tarihi: 18.11.2023
- Anonim. 2023h. [https://tokat.tarimorman.gov.tr/Belgeler/%C4%B0statistikler/%C4%B0STAT%C4%B0ST%C4%B0KLER%202022.pdf](https://tokat.tarimorman.gov.tr/Belgeler/C4%B0statistikler/C4%B0STAT%C4%B0ST%C4%B0KLER%202022.pdf) Erişim Tarihi: 18.11.2023
- Berkers, E. ve Geels, F.W. 2011 System innovation through step wisere configuration: The case of technological transitions in Dutch green house horticulture (1930–1980) *Technol. Anal. Strateg. Manage.* 23 3 227 247 <https://doi.org/10.1080/09537325.2011.550392/>
- Chang, J., Wu, X., Wang, Y., Meyerson, L., Gu, B., Min, Y., Xue, H., Peng, C., ve Ge, Y. (2013). Does growing vegetables in plastic greenhouses enhance regional ecosystem services beyond the food supply? *Front Ecol Environ* doi:10.1890/100223.
- Costa, J.M. ve Heuvelink, E. 2004 China's greenhouse horticulture: An overview 7 41 Costa, J.M. & Heuvelink, E. Greenhouse horticulture in

China: Situation and prospects Horti cultural Production Chains Group
Wageningen, theNetherlands

Çimen, Z. A. 2021.Örtü Altı Sebzeçilik. İKSAD.

Gao, L-H., Qu, M., Ren, H-Z., Sui, X-L., Chen, Q-Y. ve Zhang, Z. 2010
Structure, function, application, andecologicalbenefit of a single-slope,
energy-efficient solar greenhouse in ChinaHortTechnology 20 626 631
<https://doi.org/10.21273/HORTTECH.20.3.626>

Geboloğlu, N., Şahin, S. (2020). Türkiye Sebzeçiliğinde Tokat ‘ın Yeri.
Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 8, 203-
207.

Gök, M. (2021). Beşeri ve iktisadi coğrafya açısından tokat ili tarımı: sorunlar
ve çözüm önerileri. Ankara. İKSAD.

Gözener. B., Yüksel, M., 2019. Çiftçinin Tarıma Bakışı: Tokat İli Örneği.
Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, 8(3): 110-119.

Heper, Ö., 1988. Yalova Koruköy’de Seracılık; Gelişmesi ve
Sorunları.Yayınlanmamış Mezuniyet Tezi. İstanbul: İstanbul
Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü.

Jensen, M. H., Malter, A. J., 1995. “Protected Agriculture A Global Review”
World Bank Technical Paper Number: 253, Nisan 1995, Washington,
D.C., A.B.D.

Minter, S., 2003. TheApothecaries' Garden. Sutton. p. 4.

Nemali, K. 2022. History of Controlled Environment Horticulture:
Greenhouses. Hort Science, 57(2), 239-246.

Örük, G., ve Engindeniz, S, 2019. Muğla İlinde Örtüaltı Domates Üretiminin
Ekonomik Analizi Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat
Fakültesi Dergisi, 56(3), 345-358.

Patowary, K., 2013.Thegreenhouses of Almeria 11 July 2021.
[https://www.amusingplanet.com/2013/08/the-greenhouses-of-
almeria.html/](https://www.amusingplanet.com/2013/08/the-greenhouses-of-almeria.html/)

- Rajesh, T., D. Ramesh, K.S.S.N. Nagateja, and V. Pujari. 2020. Plant protection using cold frame, p.1–12. In: V. Rani (ed.). *Advances in life sciences*, vol-1. Integrated Publications, Delhi, India.
- Sabir, N. ve B. Singh. 2013. Protected cultivation of vegetables in global arena: A review. *IndianJ. Agr. Sci.* 83:123–135.
- Struck, E. 1986. Türkiye'nin Güney Kıyı Bölgesinde Tarımsal Bir Yeniliğin Yaygınlaşması: Seracılık. *İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Bülten.* 2.2, 79 – 90.
- Şahin, G., 2011. *Türkiye'de örtüaltı yetiştiriciliği* (Doctoral dissertation, Marmara Üniversitesi (Turkey)).
- Tüzel, Y., Gül, A., Öztekin, G. B., Engindeniz, S., Boyazı, F., Duyar, H., Durdu, T. 2020. Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi.
- 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, 12-16 Ocak 2015, Ankara, Cilt 1: 685-709.
- Ünal. Ç., 2006. Tokat'ın İklim Özellikleri. *Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi.* p: 171-197.
- USDA NRCS 2015. High tunnel system United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. 2 Oct. 2021. <https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detailfull/national/programs/?cid=stelprdb1046250/>
- Wageningen, U.R, 2018. Feasibility study of thin glasses for greenhouse roof designs WPR-732 Wageningen UR, BU Greenhouse Horticulture Bleiswijk, The Netherlands <https://doi.org/10.18174/432087>
- Wearn, J.A. ve Maberley. D.J. 2016. Citrus and orangeries in northern Europe. *Curtis's Bot. Mag.* 33:94–107, <https://doi.org/10.1111/curt.12128>.
- Yüce, B., 1990. Türkiye Seracılığının Genel Durumu. Türkiye 5. Seracılık Sempozyumu. İzmir: 3 – 10.

BÖLÜM 18

YAYLALARIN AÇIK HAVA REKREASYON POTANSİYELİ: NİKSAR ÇAMIÇI YAYLASI ÖRNEĞİ

Zir. Yük. Müh. Tuğçe ÜNSAL¹

Prof. Dr. Aysun ÇELİK ÇANGA²

DOI: <https://dx.doi.org/>

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tokat, Türkiye. tugce_9526@outlook.com, Orcid ID:0000-0002-9802-0637

² Tokat Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tokat, Türkiye, aysun.celik@gop.edu.tr, Orcid ID: 0000 0001 5289 2176

GİRİŞ

Rekreasyon, re-create kelimelerinin birleşmesiyle oluşmuş, bir şeyin düzenlenmesi, yeniden kazandırılması olarak tanımlanmaktadır (Akten, 2003). Başka bir ifadeyle bireylerin boş zamanlarında kendilerini fiziksel, ruhsal ve bedensel yönden yenilemek, sosyalleşmek için yaptıkları etkinlikler bütünüdür (Koç, 1991; Çelik ve ark., 2016). Bu etkinliklerin sürdürülebilir olarak doğal alanlarda yapılabilmesi gittikçe önem kazanmaktadır (Erduran, Cırık, 2011).

Günümüzde hızla artan nüfus ve kentleşmenin etkisiyle insanlar doğaya ve rekreasyonel alanlara daha fazla ihtiyaç duymaya ve bu ihtiyaçlar doğrultusunda da rekreasyonel alanlara olan talep artmaya başlamıştır. Özellikle beton yapılar arasında sıkışıp kalan bireyler için rahatlatma, ruhsal sıkışıklıktan kurtulma imkanı sağlayan açık hava rekreasyonu (Clawson ve Knetsch, 1971; Akesen, 1984; Erduran Nemutlu, 2019) ve rekreasyonel aktiviteler (yürüyüş, kamp, piknik, balık tutmak, manzara izleme vb.) son zamanlarda insanların ilgisini daha fazla çekmektedir.

Rekreasyonel faaliyetler için kırsal alanlar, sunduğu doğal olanaklar açısından daha fazla tercih edilmektedirler. Bu alanların cazibe merkezi olması ile aynı zamanda yerli halka alternatif gelir kaynağı yaratılabilir (Erduran Nemutlu, 2018). Kırsal alanda yapılan en önemli ve heyecan verici rekreasyon aktivitelerinden biri de yayla turizmidir.

Açık hava rekreasyon alanları içerisinde yer alan ve ülkemizde fazlaca bulunan yaylalar, diğer alanlara kıyasla özellikle rekreasyonel aktivitelerin birçoğunu aynı yerde yapma fırsatını verdiği için son zamanlarda fazlaca rağbet görmektedir.

Coğrafi terim olarak yayla; deniz seviyesinden yüksek, genellikle yüksek vadilerle derince yarılp parçalanmış üzerinde düzlüklerin belirgin biçimde bulunduğu yeryüzü parçası demektir (URL-1). Sezer ve Kılıç, 2015'de yaptıkları çalışmada ise yaylaları kendine özgü doğal, tarihi ve estetik özellikleriyle insanları çeken, rutin hayatlarından biraz olsun uzaklaşmalarını, birçok aktiviteyle değişik tecrübeler edinmelerini sağlayan, doğa ile baş başa kalmak isteyenlerin tercih ettiği alanlar olarak ifade etmektedir. Doğal yapısındaki bozulmaların daha az olduğu özellikle yaz

mevsiminde ılıman iklime ve orta yüksekliğe sahip yaylalara rekreasyon işlevi kazandırılmıştır (Doğanay, 2001; Doğanay, 2013).

Ayrıca yaylalar Anadolu toplumları için bir kültür özelliği taşımaktadır. Bölgelerin coğrafi yapısı, toplumun sosyolojik geçmişi ve ekonomik yapısı yayla kültürü oluşturan ana etmenler arasında yer almaktadır (Kaya ve ark., 2018). Özellikle flora ve fauna bakımından zengin yaylalara sahip olan Tokat'ta; Çamiçi Yaylası, Topçam Yaylası, Pöçüklü Yaylası, Akbelen (Bizeri) Yaylası, Buğalı Yaylası, Bozmalı Yaylası, Dumanlı Yaylası, Çevreli Yaylası, Kızılören Yaylası, Selemen Yaylası ve Batmantaş Yaylası gibi bir çok yayla bulunmaktadır (Kızıllarslan ve Ünal, 2014). Bu yaylalar içerisinde yer alan Çamiçi Yaylası Türkiye'nin oksijen oranı en yüksek ikinci yaylasıdır (Aksoy ve Ağca, 2017). Ayrıca Çamiçi Yaylası son yıllarda Türkiye'nin proje ile yapılmış karavan kamp alanına ve her sene Niksar Belediyesi'nin düzenlediği 'Yayla Şenlikleri' gibi birçok faaliyete ev sahipliği yapmaktadır.

Bu çalışma Tokat ili Niksar ilçesinde bulunan ve rekreasyon alanı olarak kullanılan Çamiçi Yaylası'nın açık hava rekreasyon potansiyelini belirlemek, alanın doğal ve kültürel yapısını bozmadan ve uzun süreli muhafazasını sağlayacak şekilde kullanım potansiyelini arttırmak için çözüm önerileri geliştirmek amacıyla yapılmıştır.

1. Materyal ve Yöntem

1.1. Materyal

Bu çalışma Tokat ili Niksar ilçesinde bulunan Çamiçi Yaylası'nda yapılmıştır. Niksar ilçesine 17 km uzaklıkta bulunan Çamiçi Yaylası Niksar-Ünye karayolu üzerinde bulunmaktadır. Deniz seviyesinden yüksekliği yaklaşık 1350 m olup, Niksar'ın kuzeyinde yer almaktadır (URL-2). Yaylanın konumu Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Çamiçi Yaylası'nın Konumu (URL-3'dan yararlanarak)

Çamiçi Yaylası çam ağaçlarıyla kaplı, tertemiz havası, (URL-4) ahşap yayla evleriyle hem yöre halkının hem de bir çok turistin ziyaret ettiği rekreasyon alanı özelliği taşımaktadır. Çalışmanın materyalini, konu ile ilgili yerli ve yabancı bilimsel kaynaklar, yerinde yapılan incelemelerden edinilen gözlemler ve bu esnada çekilen fotoğraflar ile yöntem bölümünde yer alan Tablo 2'deki değerlendirme formu oluşturmaktadır. Şekil 2'de Çamiçi Yaylası'na ait genel görünüm verilmektedir.



Şekil 2. Çamiçi Yaylası'na Ait Genel Görünümler (URL-3, URL-5, URL-6, URL-7'den yararlanılarak)

1.2. Yöntem

Çalışmanın yöntemi, Gülez (1990), tarafından geliştirilen, açık hava rekreasyon alanlarına ait beş ögeye ağırlıklı puan verme ilkesine dayanmaktadır.

$$\text{Formül: } P + \dot{I} + U + RK + OSE = \% RP$$

Formüldeki belirli oranları olan sembollerin anlamları ve alabilecekleri maksimum puanların (ağırlıkları) dağılımı aşağıdaki Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Formüldeki Sembollerin Anlamı ve Alabilecekleri Puanlar (Gülez, 1990).

Sembol	Anlamı	Maksimum Puan (Ögenin Ağırlık Puanı)
P	Peyzaj Değeri	35
İ	İklim Değeri	25
U	Ulaşılabilirlik	20
RK	Rekreatif Kolaylık	20
OSE	Olumsuz Etkenler	0 (Minimum) -10
% RP	Rekreasyon Potansiyeli	100

Çalışma alanına ait Gülez yöntemi kriter tablosu oluşturulmuş, puanlamanın yapılabilmesi için literatür taraması, alanda inceleme ve gözlemler, yaylada yaşayan halk ile yüz yüze görüşmeler ve alanın fotoğrafları incelenerek “Değerlendirme Formu’ndaki” her bir değerlendirme ögesi puanlandırılarak alanın ‘Açık Hava Rekreasyon Potansiyeli’ yorumlanmıştır. Rekreasyon potansiyelini belirlemek için kullanılan değerlendirme formu Tablo 2’ de verilmiştir.

Tablo2. Rekreasyon Potansiyelini Değerlendirme Formu (Gülez, 1990).

Değer	Ögenin Özellikleri	Alabileceği Maksimum Puan	Açıklama	
Peyzaj değeri (P)	Alanın büyüklüğü	4	10 ha’dan büyük	4
			5-10 ha	3
			1-5 ha	2
			0.5-1 ha	1
	Bitki örtüsü	8	Ağaçlık, çalılık, çayırılık	7-8
Yalnız ağaçlık ve çayırılık			6-7	

			Çalılık, çayırılık ve seyrek ağaçlık	5-6	
			Çayırılık, seyrek ağaçlık	4-5	
			Yalnız çalılık ve çayırılık	3-4	
			Çalılık, seyrek ağaçlık	3-4	
			Çayırılık, seyrek çalılık	2-3	
			Yalnız çayırılık	1-3	
	Su kaynağı varlığı	8		Deniz Kıyısı	7-8
				Göl Kıyısı	6-7
				Akarsu Kıyısı	4-5
				Dereeler	1-4
	Yüzeysel durum	5		Düz alan	5
				Hafif dalgalı	4
				Az meyilli, yer yer düzlük	3
				Az engebeli	2
				Orta engebeli	1
	Görsel kalite	4		Panoramik görünümeler	3-4
				Güzel görüş ve Vistalar	2-3
				Alanın genel görsel estetik değeri	1-3
	Diğer özellikler	6		Mağara, çağlayan, tarihsel ve kültürel doku	1-6
	Toplam %		35		
İklim Değeri (İ)	Sıcaklık	10	Yaz ayları ortalaması (°C) 16-17-18-19-20-21-22-23-24-25	1-10	
			Yaz ayları ortalaması (°C) 34-33-32-31-30-29-28-27-26-25		
	Yağış	8		Yaz ayları yağış toplamı (mm) 50-100- 150-200-250-300-350-400	1-8
	Güneşlenme	5		Yaz ayları bulutluluk ortalaması 0-2, 2-4, 4-6, 6-8, 8-9	1-5
	Rüzgârlılık	2		Yaz ayları ortalama rüzgar hızı 1m/sec'den az	2
1-3 m/sec				1	
Toplam %		25			
Ulaşılabilirlik (U)	Bölgenin turistik önemi	4	Akdeniz, Ege, Marmara, Karadeniz kıyısı	3-4	
			Önemli karayolu	2-3	
			Turizmde öncelikli yerler	1-3	
	Bölgede en az 100.000 nüfuslu kent olması	5		20 km'ye kadar yakın	4-5
				50 km'ye kadar yakın	3-4
100 km'ye kadar yakın				2-3	

			200 km'ye kadar yakın	1-2
	Ulaşılan zaman süresi yakındaki en az 5.000 nüfuslu kentten)	4	Yürüyerek 1 saate kadar	4
			Taşıtla 0-1/2 saat	3
			Taşıtla 1/2- 1 saat	2
			Taşıtla 1-2 saat	1
	Ulaşım (taksi ve özel oto dışında)	4	Yürüyerek gidebilme	3-4
			Taşıtlı bulabilme	2-3
			Belirli saatlerde taşıtlı bulabilme	1-3
	Ulaşımında diğer kolaylıklar	3	Örneğin teleferik olması, denizden ulaşılabilme vb.	1-3
Toplam %		20		
Rekreatif Kolaylıklar (RK)	Piknik tesisleri	4	Sabit piknik masa, ocak vb. (niteliklerine göre)	1-4
	Su durumu	3	İçme ve kullanma su olanakları (niteliklerine göre)	1-3
	Geceleme tesisleri	2	Sabit geceleme tesisleri	2
			Çadırılı ya da çadırsız kamp kurabilme olanakları	1-2
	WC'ler	2	Niteliklerine göre	1-2
	Otopark	2	Niteliklerine göre	1-2
	Satış birimlerinin olması (büfe vb)	2	Niteliklerine göre	1-2
	Bekçi ve görevliler	2	Sürekli bekçi/ görevli	2
Hafta sonlarında bekçi/ görevli			1	
Diğer kolaylıklar	3	Örneğin plaj, kabin ve duş tesisleri, sandal olanakları, top vb. oyun ve spor alanları, tesisleri vb. (niteliklerine göre)	1-3	
Toplam %		20		
Olumsuz Etkenler(OE)	Hava kirliliği	-3	Kirlilik derecesine göre	-1/-3
	Güvenceli olmaması	-2	Güvence durumuna göre	-1/-2
	Su kirliliği	-1	Deniz, göl ve akarsular için	-1
	Bakımsızlık	-1	Alanda yeterli bakımın yapılmaması	-1
	Gürültü	-1	Trafik, kalabalık vb. gürültüler	-1
	Olumsuz etkenler	-2	Örneğin taş ve çakıl ocakları, inşaat, fabrika kalıntıları	-1/-2
Toplam %		-10		
Genel Toplam Puan (Açık Hava Rekreasyon Potansiyeli) (%): P+İ+U+RK+OSE				

Tablo 2’deki kriterlerle elde edilen puanlar aşağıdaki formül ile hesap edilerek genel toplam puan oluşturulmuş ve Tablo 3’e göre yorumlanmıştır.

Rekreasyon Potansiyeli (RP) (%)=Peyzaj Değeri (P) +İklim (İ) + Ulaşılabilirlik (U) + Rekreatif Kolaylık (RK) +Olumsuz Etkenler (OSE)

Tablo3.Rekreasyon Potansiyeli Değerleri

Potansiyeli	
Çok Düşük	% 30’dan Aşağı
Düşük	% 30- % 45 Arası
Orta	% 46- % 60 Arası
Yüksek	% 61- % 75 Arası
Çok Yüksek	% 75’den Yukarı

2. Bulgular

2.1. Çamiçi Yaylası’nın Peyzaj Değeri

Çamiçi Yaylası yaklaşık 12000 ha bir alanı kapsamaktadır (Sarı, 2018). İçerisinde 36 dekar bir kamping ve mesire alanı olarak kullanılan bir alan Yalan bulunmaktadır. Alanda hakim olan bitki türü çam ağaçlarıdır. Ayrıca yer yer çalılıklar ve çayırıklarda bulunmaktadır. Çamiçi Yaylası’nın bitki örtüsüne ait görünüm Şekil 3’de verilmiştir.



Şekil 3. Çamiçi Yaylası’nın Bitki Örtüsüne Ait Görünümler (orijinal, 2022)

2016 yılında yapımına başlanılan, 2018 de biten ve Niksar’ın 100 yıllık su ihtiyacını karşılayacak olan Çamiçi Yayla Göleti adında bir gölet

bulunmaktadır (URL-8). Gölün aktif hacmi 736000 m³, gölün alanı 10 ha, gölün su seviyesi 1309 m'dir. Alanın su kaynağına ait görünüm Şekil 4'de verilmiştir.



Şekil 4. Alanın Su Kaynağına Ait Görünümler
(URL-7 ve URL-9'den yararlanarak)

Arazinin topoğrafik yapısı genel olarak hafif dalgalı bir yapıdadır. Bir alanda çeşitli türlerden oluşan bitkilerin renk, doku, şekil ve form farklılıkları sayesinde alanda çeşitlilik sağlanmaktadır. Aynı zamanda çeşitli mevsimlerde farklı türlerin sahip olduğu özellikler ortaya çıktığında bulunduğu peyzajın görsel kalitesini arttırmaktadır. İnsanların konaklamaları için yapıların olması insanların doğayla iç içe olmasını sağlamıştır fakat bu doğal güzelliğin içinde yapıların olması görsel kaliteyi olumsuz etkilemiştir. Peyzajda su varlığının bulunması hem alana görsel bir katkı sağlar hem de barındırdığı canlı varlıklar sayesinde bulunduğu peyzaja ekolojik katkı sağlamaktadır. Aynı zamanda mekânda derinlik hissi de uyandırmaktadır. Çeşitli etkinliklerde ev sahibi olabilmektedir. Çamiçi Yaylası'na farklı zamanlarına ait görünüm Şekil 5'de verilmiştir.



Şekil 5. Çamiçi Yaylası'ndan Görünümler
(URL-10, URL-11 ve URL-12' den yararlanarak)

Çamiçi Yaylası son yıllarda birçok faaliyete ev sahipliği yapmaktadır. Bu faaliyetlerin başında her yıl yaz aylarında yapılan 'Çamiçi Yayla Şenlikleri' gelmektedir. Yayla içerisinde bulunan Mesire alanında Türkiye'nin ilk projeli karavan kamp alanını bulunmaktadır. İçerisinde Kamping alanını bulundurması son yıllarda yayla turizmi merkezi haline gelmesinde önemli rol oynamaktadır (Toprak ve Şahin, 2017). 15- 20 Mayıs 2013 tarihleri arasında Türkiye Kamp ve Karavan Derneği tarafından 1. Anadolu Kamp ve Karavan Rally etkinliği düzenlenmiştir (Kızılarıslan ve Ünal, 2014). Ayrıca oryantiring turnuvaları düzenlenmekte olup Niksar Cup adıyla yabancı ülkelerde adını duyurduğu etkinliklere, Karadeniz'e kıyısı olan ülkelerden de rağbet görmeye başlamıştır (Gündüz ve Topal, 2016).

Çamiçi Yaylası'nın ilçe merkezine yakınlığı sayesinde ilçe merkezinde bulunan birçok tarihi ve kültürel yerlerin gezilebilmesine de katkı sağlamaktadır. Niksar İlçesinde Türkiye'nin ikinci büyük kalesi, Anadolu'nun İlk Medresesi olan Nizamettin Yağbasan Medresesi, Niksar Ulu Camii, Talazan Köprüsü, Melikgazi Türbesi, Roma Dönemi Arsenali, Kırkkızlar Kümbeti ve tarihi Niksar Evleri gibi birçok tarihi- turistik alanları bulunmaktadır. Danışmentli, Selçuklu ve Osmanlı Türk İslam Kültürünü

yansıtan daha birçok eseri de barındırmaktadır. Ayrıca Cahit Külebi, Erzurumlu Emrah gibi tarihe iz bırakan kişilerin anıt mezarları ilçede yer almaktadır. İlçe sınırları içerisinde yer alan bazı tarihi alanlar Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. İlçe Sınırları İçerisinde Bazı Yer Alan Tarihi Alanlar (URL-13'den yararlanarak)

Yayla hayvancılık faaliyetlerinin yürütüldüğü geniş meralara sahiptir. Hayvanların bir kısmı canlı hayvan ticaretinde, bir kısmı ise bölgenin et ihtiyacının karşılanmasında kullanılmaktadır. Yaylada küçük aile işletmeciliği şeklinde arıcılık faaliyetleri de yapılmaktadır (Gündüz ve Topal, 2016). Bu bilgiler doğrultusunda Çamiçi Yaylası peyzaj değeri değerlendirme ögesinden aldığı puan Tablo 4' de verilmiştir.

Tablo 4. Çamiçi Yaylası Peyzaj Değeri

Değerlendirme Ögesi	Ögenin Özellikleri	Açıklama	Alabileceği Maksimum Puan	Aldığı Puan
PEYZAJ DEĞERİ (P)	Alanın Büyüklüğü	10 ha.' dan büyük	4	4
	Bitki Örtüsü	Ağaçlık, çalılık ve çayırılık	7-8	7
	Su kaynağı varlığı	Göl kıyısı	6-7	6
	Yüzeysel Durum	Hafif Dalgalı	4	4
	Görsel Kalite	Alanın genel görsel estetik değeri	1-3	2
	Diğer Özellikler	Mağara, çağlayan, tarihsel ve kültürel doku	1-6	4
Toplam %			35	27

2.2. Çamiçi Yaylası İklim Değeri

Güleç yönteminde iklimin açık hava rekreasyon etkinliği üzerine etkisi % 25'dir. Niksar ilçesinin iklimi Karadeniz ve İç Anadolu karasal iklimi arasında bir geçiş özelliği göstermektedir. Uzun yıllar ortalamalarına göre yıllık sıcaklık ortalaması 13.1 °C, Yaz ayları sıcaklık ortalaması 21.6 °C'dir. En sıcak ay Ağustos ayı olup bu ayda ortalama yüksek sıcaklık 28 °C iken en düşük sıcaklık 17 °C civarındadır. Yıllık toplam yağış miktarı 420 mm, yaz ayları toplam yağış miktarı 64.1 mm'dir. Niksar bölgesine en az yağmurlu ay Ağustos ayı olup ortalama 15.6 mm, en fazla yağış ise Kasım ayında olup 55.7 mm düzeyindedir. Kar yağışlı gün sayısı 53, karla kaplı gün sayısı 29'dur. Yaz aylarında hava ortalama %91 oranında açıktır, yılın en açık ayı Ağustos ayıdır. Bu ayda gökyüzü %96 oranında açıktır. Yaz ayları ortalama rüzgar hızı 2.7 m/s'dir (URL-14). Bu bilgiler göre Çamiçi Yaylası iklim değeri değerlendirme ögesinden aldığı puan Tablo 5 'de verilmiştir.

Tablo 5. Çamiçi Yaylası İklim Değeri

Değerlendirme Ögesi	Ögenin Özellikleri	Açıklama	Alabileceği Maksimum Puan	Aldığı Puan
İKLİM DEĞERİ (İ)	Sıcaklık	Yaz ayları ortalaması (°C) 16-17-18-19-20-21-22-23-24-25	1-10	7
		Yaz ayları ortalaması (°C) 34-33-32-31-30-29-28-27-26-25		
	Yağış	Yaz ayları yağış toplamı (mm) 50-100- 150-200-250-300-350-400	1-8	7
	Güneşlenme	Yaz ayları bulutluluk ortalaması 0-2, 2-4, 4-6, 6-8, 8-9	1-5	4
	Rüzgârlılık	1-3 m/sec	1	1
Toplam %			25	19

2.3. Çamiçi Yaylası Ulaşılabilirlik Değeri

Çamiçi Yaylası Niksar- Ünye karayolu üzerinde, Niksar ilçe merkezine olan uzaklığı 17 km'dir. İlçe merkezinden özel araç ile ulaşım yaklaşık 25 dakika sürmektedir. Çamiçi Yaylası'nın Tokat kent merkezine uzaklığı yaklaşık 70 km, Amasya iline uzaklığı yaklaşık 128 km, Ordu iline uzaklığı 135 km, Samsun iline yaklaşık 190 km, Sivas'a olan uzaklığı yaklaşık 180 km, Erzincan iline yaklaşık 285 km, Kayseri' ye yaklaşık 370 km, Ankara'ya olan uzaklığı 460 km ve Erzurum iline yaklaşık 480 km'dir. Yaylaya yazın

belli saatlerde (sabah 7, öğlen 13 ve akşam 19 saatlerinde) Niksar merkezden araçlar kalkmaktadır. Yaylaya yakın olan 4 şehirde (Tokat, Sivas, Amasya ve Samsun) havaalanı bulunmaktadır. Tokat ve Samsun havaalanları hem iç hem dış hatlara hizmet vermektedir. Ayrıca Mayıs 2023 de Sivas- Ankara yüksek hızlı tren hattının açılması da bölgeye ulaşımı kolaylaştırmıştır. Elde edilen bilgilere göre değerlendirilen Çamiçi Yaylası ulaşılabilirlik değeri ve aldığı puan Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. Çamiçi Yaylası Ulaşılabilirlik Değeri

Değerlendirme Ögesi	Ögenin Özellikleri	Açıklama	Alabileceği Maksimum Puan	Aldığı Puan
Ulaşılabilirlik (U)	Bölgenin Turistik Önemi	Önemli karayolu	2-3	2
	Bölgede en az 100.000 nüfuslu kent olması	100 km’ye kadar yakın	2-3	3
	Ulaşılan zaman süresi (yakındaki en az 5.000 nüfuslu kentten)	Taşıtla 0-1/2 saat	3	3
	Ulaşım (taksi ve özel oto dışında)	Belirli saatlerde taşıt bulabilme	1-3	1
Toplam %			20	9

2.4. Çamiçi Yaylası Rekreatif Kolaylık Durumu

Donatı elemanlarının varlığı rekreasyonel faaliyetlerin yerine getirilmesinde önemli bir yer tutmaktadır. Birçok büfe, lokanta, kebab ocağı ve geniş oyun alanlarına ev sahipliği yapan Çamiçi Yaylası 10 bin kişiyi ağırlayabilecek büyüklüktedir. Yaylaya çok yakın mesafede bulunan mesire alanında sabit piknik masaları, ocaklar, ihtiyaca göre kullanılacak çeşme, wc, duş alanları bulunmakta ayrıca karavanlar için park alanları ve tek katlı ahşaptan yapılmış evler bulunmaktadır. Yaylada genel olarak çadırli konaklamalar için oluşturulan özel alanlar da mevcuttur. Mesire alanı içerisinde ışıklandırma elemanları, çocuk oyun parkları, mescit, çöp kovaları ve otoparkı bulunmaktadır. Bu bilgiler doğrultusunda Çamiçi Yaylası rekreatif kolaylık durumu ögesinden aldığı puan Tablo 7’ de donatı elemanlarına ait görünümler de Şekil 7’de verilmiştir.

Tablo7.Çamiçi Yaylası Rekreatif Kolaylık Durumu

Değerlendirme Ögesi	Ögenin Özellikleri	Açıklama	Alabileceği Maksimum Puan	Aldığı Puan
Rekreatif Kolaylıklar (RO)	Piknik tesisleri	Sabit piknik masa, ocak vb. (niteliklerine göre)	1-4	2
	Su durumu	İçme ve kullanma su olanakları (niteliklerine göre)	1-3	2
	Geceleme tesisleri	Sabit geceleme tesisleri	2	2
	WC'ler	Niteliklerine göre	1-2	2
	Otopark	Niteliklerine göre	1-2	1
	Satış birimlerinin olması (büfe vb)	Niteliklerine göre	1-2	1
	Bekçi ve görevliler	Sürekli bekçi/ görevli	2	2
Diğer kolaylıklar	Örneğin plaj, kabin ve duş tesisleri, sandal olanakları, top vb. oyun ve spor alanları, tesisleri vb. (niteliklerine göre)	1-3	1	
Toplam %			20	13



Şekil 7. Donatı elemanlarına Ait Görünümler

2.5. Çamiçi Yaylası Olumsuz Etkenler

Yayla alanları içerisinde yer alan meraların aşırı ve düzensiz otlatılması, yayladaki hayvancılık faaliyetlerini olumsuz etkilemektedir. Son zamanlarda turizm faaliyetlerinin de artmasıyla bölgede çok fazla beton yapılanmaya gidilmekte bu da yaylanın hem görsel kalitesini hem de sakin, huzurlu yapısını bozmaktadır. Mevsimlere göre özellikle yaz mevsiminde artan ziyaretçi sayısına paralel olarak gürültü ve çevre kirliliği artmaktadır.

Ziyaretçilerin alana attıkları çöpler ve kokular çevreyi olumsuz etkilemektedir. Ayrıca aracı olmayan insanlar için Yaylaya Niksar merkezden sağlanan ulaşım günde 3 kere sefer yapması sefer saatleri arasında saat farkının çok olması, konaklama evlerinin duş ve wc alanlarının dışarıda ve ortak kullanım alanı olması da önemli bir sorun teşkil etmektedir. Elde edinilen bilgiler ve gözlemler soucunda Çamiçi Yaylası olumsuz etkenler ögesi puanlandırılmıştır aldığı puan Tablo 8’de, olumsuz etkenlere ait görünümünde Şekil 8’ de verilmiştir.

Tablo 8. Çamiçi Yaylası Olumsuz Etkenler

Değerlendirme Ögesi	Ögenin Özellikleri	Açıklama	Alabileceği Maksimum Puan	Aldığı Puan
Olumsuz Etkenler (OSE)	Bakımsızlık	Alanda yeterli bakımın yapılmaması	-1	-1
	Gürültü	Trafik, kalabalık vb. gürültüler	-1	-1
	Diğer olumsuz etkenler	Örneğin taş ve çakıl ocakları, inşaat, fabrika kalıntıları	-1/-2	-1
Toplam %			-10	-3



Şekil 8. Olumsuz Etkenlere Ait Görünümler

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüz insanları psikolojik ve fiziksel sağlıkları için doğal çevre ile iç içe olabilecekleri alanlarda rekreatif faaliyetlerde bulunmayı tercih etmektedirler. Çünkü doğal alanlar; iklim özellikleri, yaban hayatı, bitki örtüsü, su kaynakları, kırsal yaşam tarzı, manzara güzelliği gibi doğal ve kültürel peyzaj bileşenleri ile çekici alanlardır (Çelik Çanga ve Polat Üzümcü, 2020). Bu nitelikteki alanlardan birisi de Tokat İli, Niksar İlçesi'nde yer alan Çamiçi Yaylası'dır.

Rekreasyon alanlarının potansiyellerinin belirlenmesi alanın mevcut durumunun ve eksikliklerinin tespiti için önemlidir. Alana ait eksikliklere ya da kullanım potansiyelinin artırılmasına yönelik yapılacak her türlü çalışma, hem alana gelen insanların ihtiyaçlarını karşılaması hem de alanın doğal ve kültürel yapısının bozulmadan uzun süreli kullanılması ve muhafazası için önemlidir. Bu doğrultuda Çamiçi Yaylası'nın açık hava rekreasyon potansiyelinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada Gülez (1990), tarafından geliştirilen açık hava rekreasyon alanlarına ait beş ögeye ağırlıklı puan verme ilkesine dayanan Gülez yöntemi kullanılmıştır. Yöntemde alanın peyzaj değeri, iklim değeri, ulaşılabilirliği, rekreatif kolaylıkları ve olumsuz etkenler olmak üzere 5 farklı değerlendirme ögesi bulunmaktadır. Değerlendirme ögelerinden alanın peyzaj değerinin etkisi 35 puan, iklim değerinin etkisi 25 puan, ulaşılabilirlik 20 puan ve rekreatif kolaylık 20 puan etkiye sahiptir. Alanın olumsuz etkilerine ise minimum 0, maksimum -10 puan verilebilmektedir.

Yapılan değerlendireler sonucunda Çamiçi Yaylası'nın peyzaj değeri 27 puan, iklim değeri 19 puan, ulaşılabilirlik değeri 9 puan, rekreatif kolaylıklar 13 puan ve olumsuzluklara -3 puan verilerek alanın rekreasyon potansiyeli % 65 bulunmuştur (Tablo 9).

Tablo 9. Çamiçi Yaylası'nın Değerlendirme Kriterlerine Göre Aldıkları Puanlar

Sembol	Anlamı	Maksimum Puan (Ögenin Ağırlık Puanı)
P	Peyzaj Değeri	27
İ	İklim Değeri	19
U	Ulaşılabilirlik	9
RK	Rekreatif Kolaylık	13
OSE	Olumsuz Etkenler	-3
% RP	Rekreasyon Potansiyeli	65

Yöntem bölümünde yer alan değerlendirme tablosuna (Tablo 3'e) göre Rekreasyon Potansiyeli % 65 ile Çamiçi Yaylası 'rekreasyon potansiyeli yüksek' alanlar içerisinde yer almaktadır. Çamiçi Yaylası insanlar için tercih edilebilir geliştirilmeye açık rekreasyonel alanlardandır. Alanın kullanıcı potansiyelini artırılabilmesi için eksiklikleri giderebilecek bazı öneriler getirilebilir ve gerekli kurum ve kuruluşlarla görüşülüp iş birliği yapılabilir.

Yerinde yapılan incelemeler de dikkate alınarak bu alan için geliştirilen öneriler aşağıda sıralanmıştır;

Kırsal peyzaj niteliğindeki bu alan, hızlı yapılaşma ile kentleşme yönünde değişmekte ve mevcut peyzaj karakteri bozulmaktadır. Hızlı ve plansız yapılaşma bu alanı değerli kılan, açık hava rekreasyon potansiyelinin yüksek olmasını sağlayan değerleri yok etme yönünde olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle, alandaki yapılaşmanın ilgili kurumlarca mutlaka denetlenmesi, mevcut peyzaj karakterinin korunması yönünde yaptırımlar uygulaması gerekmektedir.

Çamiçi Yaylası'nın rekreasyon potansiyelini yükselten diğer çok önemli özellik, bu alanda yaylacılık kültürünün varlığıdır. Buradaki yaylacılık kültürü çok önemli bir tursistik destinasyon niteliği kazandırmakta ve bu kültürün bozulmasına neden olacak her türlü faaliyet ve etkinliklere asla izin verilmemesi gerekmektedir. Bu konuda da ilgili kurum ve kuruluşlarca yaptırım uygulanmalıdır.

Çamiçi Yaylası ve çevresinde turistik ve rekreatif etkinliklere yönelik tesisler yapılmakta, bu tesislerin mimari özellikleri, yapı malzemeleri kesinlikle yayla dokusuna uygun olmalıdır. Tesis çevrelerinde yapılan ve yapılacak olan bitkilendirmelerde egzotik türler yerine yerli türlerin tercih edilmesi gerekmektedir.

Bu alanda ziyaretçilerin rekreatif etkinlikleri için yayla dokusuna uygun tanımlı etkinlik alanları oluşturulmalı, etkinlikler her yaş grubuna uygun çeşitlilikte olmalıdır.

Bu alanda kullanılan donatı elemanları nitelik ve nicelik olarak artırılmalıdır. Her türlü donatı elemanlarında kullanılan malzeme, zemin kaplamaları doğal yapıya uygun olmalıdır.

Bu alanın rekreasyonel amaçlı kullanımını ve alanın tanınmasını artırmak için, sadece yaz aylarında ve belli saat aralığında kalkan araçların sayıları artırılıp, sefer saatleri ziyaretçi talepleri de dikkate alınarak düzenlenmelidir. Bu alana Niksar ilçe merkezinden, Tokat il merkezinden yada yakın çevredeki il ve ilçe merkezlerinden turlar düzenlenmelidir.

Alanı ziyaret eden insanların faydalanabilmesi için alanı tanıtan broşürler hazırlanmalı, videolar çekilip sosyal medya ya da başka iletişim kanallarında paylaşılarak insanların alandan daha fazla haberdar olması sağlanmalı, rehberler görevlendirilmelidir.

Bu alanı ziyaret eden ve edecek olan kişilerin çevre koruma bilincinin yüksek olması gerekmektedir. Bu nedenle, alanda ziyaretçiler için doğa koruma odaklı bilgilendirmeler yapılmalıdır

Her türlü etkinlik alanlarında, donatı elemanlarının bakım ve ilaçlama faaliyetleri artırılmalı, düzenli ve programlı olmalıdır.

Sonuç olarak, Çamiçi Yaylası açık hava rekreasyon potansiyeli %65 olarak belirlenmiş ve yüksek potansiyele sahip bir alan olarak tespit edilmiştir. Bu alanda rekreasyon potansiyelini olumsuz etkileyecek, düşürecek, bozacak uygulamalardan ve kararlardan mutlaka sakınılması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Akesen, A., (1984). Açık Hava Rekreasyonunda Bazı Temel Kavramlar ve Özellikleri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 34(1), 131-137.
- Aksoy, H., Ağca, Y., (2017). Niksar Çamiçi Yaylası'nın Destinasyon Pazarlamasında Pazarlama Stratejisi ve Konumlandırma Kapsamına Alınması. 2. Mediterranean International Congress on Social Sciences, syf: 257-267.
- Akten, M., (2003). Isparta İlindeki Bazı Rekreasyon Alanlarının Mevcut Potansiyelinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A(2), 115-132.
- Çelik, A., Polat Üzümcü, T., Çetin, İ., (2016). Bursa İli Gölyazı Köyü'nün Açık Hava Rekreasyon Potansiyeli. Uluslararası Sosyal ve Ekonomik Bilimler Dergisi, 6(2), 32-40.
- Çelik Çanga, A., Polat Üzümcü, T., (2020). ÇOMÜ Zir. Fak. Derg. (COMU J. Agric. Fac.) 2020: 8 (2): 335-346.
- Doğanay, S., (2013). Doğu Karadeniz'de Yayla Turizmi Merkezlerine Yeni Bir Örnek: Taşköprü Yaylası. Doğu Coğrafya Dergisi, 16 (26), 223-240.
- Erduran, F., Cırık U. (2011). Gelincik Dağı Tabiat Parkı'nın Rekreasyonel Peyzaj Değerlerinin Belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Derg., 42 (1): 63-77.
- Erduran Nemitlu, F. (2018). Turizm Ve Rekreasyon Rotası Belirlenmesi: Çanakkale Örneği. Uluslararası Turizm, İşletme, Ekonomi Dergisi, IJTEBS, 2(2): 290-298.
- Erduran Nemitlu, F. (2019). Kırsal Turizm Potansiyeli Yüksek Bir Bölge: Çanakkale-Dardanos. International Rural Tourism and Development Journal, 3 (1): 19-24.
- Güleç, S., (1990). Ormaniçi Rekreasyon Potansiyelinin Saptanması İçin Geliştirilen Bir Değerlendirme Yöntemi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 40(2), 132-147.

Gündüz, C., Topaloğlu, C., (2016). Orta Karadeniz'de Gelişmekte Olan Bir Yayla Turizmi Merkezi: Niksar Çamiçi Yaylası. *Türk ve İslam Dünyası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, Yıl: 3, Sayı: 8, 84-96.

Kaya, F., Küçükali, S., Kızılırmak, İ., Aghayeva, S., (2018). Turist Rehberlerinin Yaşadıkları Deneyimlere Göre Doğu Karadeniz Bölgesi Yayla Turizminin Değerlendirilmesi. II. Uluslararası Sürdürülebilir Turizm Kongresi, 49-55.

Kızıllarslan, N., Ünal, T., (2014). Tokat İlinin Ekoturizm/Kırsal Turizm Potansiyeli ve SWOT Analizi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, Sayı: 9 S. 45-61.

Sarı, E., (2018). Türbeler Şehri Niksar. *AHA Dergisi*, Sayı:4, s. 45-48.

Sezer, İ., Kılıç, M., (2015). Yayla Turizmi ve Rekreasyon Amacıyla Yaylalara Gelen Ziyaretçilerin Bakış Açılarının Değerlendirilmesi: Kulakkaya Yayla Örneği. *Uluslararası Sosyal ve Ekonomik Bilimler Dergisi*, 5(2), 8-16.

Toprak, Ö., Şahin, H., (2017). Niksar (Tokat) Yöresinin Jeodeğerleri. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 60(1), 129-143.

URL-1: <https://sozluk.gov.tr/> E.T. 06.11.2022

URL-2: <https://tokat.ktb.gov.tr/TR-140903/niksar.html> E.T: 05.11.2022

URL-3:

http://tokathaber60.com/haber_detay.asp?haberID=4999&HaberBaslik=el-hlikin-dogadaki-harikasi-niksar-camici-yaylasi E.T.12.01.2023

URL-4: <https://www.neredekal.com/camici-yaylasi-gezilecek-yer-detay/> E.T:05.11.2022

URL-5: <https://www.milliyet.com.tr/galeri/camici-yaylasinda-cam-ormaninin-icinde-dogayla-bas-basa-tatil-imbani-6248092> E.T.12.01.2023

URL-6:

<https://www.facebook.com/photo/?fbid=715500731885049&set=pcb.715501001885022>E.T.12.01.2023

URL-7:

<https://www.facebook.com/niksaradairr/photos/pcb.647056405875128/647056279208474/> E.T.12.01.2023

URL-8: <https://www.tokathaber.com.tr/camici-icme-suyu-goleti-tamamlandi/14278/>E.T:10.01.2023

URL-9:

<https://www.facebook.com/photo?fbid=1678835622277500&set=pcb.1678835718944157>E.T: 09.11.2023

URL-10:

<https://www.facebook.com/photo?fbid=1121750467851980&set=pcb.1121750781185282>E.T:09.11.2023

URL-11: <https://www.sabah.com.tr/tokat/2022/03/05/camici-yaylasinda-beyaz-ortu-havadan-goruntulendi> E.T: 09.11.2023

URL-12: <http://www.gezenek.com/mekan/camici-yaylasi-683>
E.T.12.01.2023

URL-13: <https://www.turna.com/blog/tokat-niksar-gezilecek-yerler> E.T:
10.11.2023

URL-14: <https://tr.weatherspark.com/s/99894/1/-Niksar-T%C3%BCrkiye-b%C3%B6lgesinde-ortalama-Yaz-Havas%C4%B1hava>E.T. 08.11.2022

BÖLÜM 19

TÜRKİYE’DE COVID-19 PANDEMİ SÜRECİNDE SÜT VE SÜT ÜRÜNLERİ İHRACATININ ETKİLENME DURUMU

Prof. Dr. Adnan ÇİÇEK¹

Doç. Dr. Merve AYYILDIZ²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10221290>

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Tokat- Türkiye. Orcid No: 0000-0002-2671-1479, e-mail: adnan.cicek@gop.edu.tr

²Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Yozgat-Türkiye. ORCID no: 0000-0002-9012-0756, e-posta : merve.ayyildiz@yobu.edu.tr

GİRİŞ

Dünya Sağlık Örgütü'nün açıklamalarına göre 11.03.2020'de başlayan ve 03.03.2022'de sona eren Covid-19 salgını baştasaglık başta olmak üzere birçok sektörü etkilemiştir. Pandemi döneminde karantina ve sosyal mesafe gibi hareketliliği kısıtlayıcı tedbirler alınmıştır. Bu tedbirler virüsün yayılmasını azaltsa da ciddi ekonomik etkileri beraberinde getirmiştir (Hepburn, 2020; Kouam, 2020). Salgından olumsuz etkilenen sektörlerden birisi de gıda sektörü olmuştur(Zurayk, 2020). Bir taraftan gıda ürünlerinin üretimi ve işlenmesi, diğer taraftan ise tedarikinde sıkıntılar yaşanmıştır. Pandemi döneminde alınan önlemler ülke içindeki üretimi etkilerken, diğer yandan uluslararası ticareti de etkilemiştir. Gıda tedarik zincirinde yaşanan bu aksaklıklar, tarladan sofraya kadar olan bu süreçleri etkilemiş olup gıdanın üretiminden işlenmesine, ticaretinden lojistik sistemlerine kadar birçok halkayı etkisi altına almıştır (OECD, 2020; Varshney ve ark., 2020; Schmidhuber ve ark., 2020). Bu dönemde tüketicilerin stok yapma eğilimleri artmış, devletler gıda güvenliğini sağlamak amacıyla ithalat kısıtlamalarını hafifletmiştir. Pandemi sürecinde, hem ithalatçı ülkelerin dış ticaret kısıtlamaları hem de lojistik sorunlar nedeniyle canlı hayvan ithalatı, olumsuz etkilenen ürün grupları arasında öne çıkmıştır (Karataş, 2021). Yüksek gelirli ülkelere yapılan çalışmalarda, salgının hemen ardından gelen aylarda Covid-19'un kısa vadeli etkisinin büyük ölçüde iş gücü kıtlığı, lojistik ve ulaşım sınırlamaları ile tüketici talebindeki değişikliklerden kaynaklandığını göstermektedir (Weersink ve ark., 2021).

Süt ve süt ürünleri, tedarik zinciri süreçlerindeki hızlı bozulma eğilimi sebebiyle hassas ürünler olarak değerlendirilmektedir. Salgının etkileri, nakliye araçlarının yetersizliğinden kaynaklanan sevkiyat sıkıntılarında ürün kayıplarına kadar değişen olumsuz etkilerle birlikte, coğrafi bölgelere göre farklılık göstermektedir (Anonim, 2021). Pandeminin etkisiyle 2020 yılında ticaret kısıtlamaları yaşanmış, tedarik zincirleri aksamaya uğramış ve hükümetler tarafından küresel düzeyde uygulanan yasaklar nedeniyle peynir üretimi pazarında büyük zorluklar yaşanmış, Covid-19 tedbirlerinin etkisi üretime yansımıştır (Anonim, 2021).

Süt ve süt ürünleri, dengeli ve sağlıklı bir beslenme için temel gereksinimler arasında bulunmaktadır. Bu nedenle Dünya Sağlık Örgütü,

pandemi döneminde sağlıklı ve dengeli bir beslenme için günlük olarak süt tüketilmesini önermiştir. Aynı şekilde doymuş yağların yerine doymamış yağların tercih edilmesi ve az yağlı süt ile süt ürünlerine yönelik tüketim tavsiyelerinde bulunmuştur (WHO, 2020). Benzer şekilde Türkiye Diyetisyenler Derneği, COVID-19 salgınıyla ilgili beslenme tavsiyelerinin yer aldığı rehberde günlük beslenmede süt ürünlerinin yer almasının yeterli ve dengeli beslenme açısından oldukça önemli olduğunu belirtmiştir (Anonim, 2020).

Pandemi döneminde süt ve süt ürünleri üretiminde belirgin bir azalma yaşanmamıştır. Dünyada 2021 yılı itibariye üretilen sütün %81.2’i inek sütü, %15.0’i manda sütü, %2.3’ü keçi sütü, %1.1’i koyun sütüdür (FAO, 2023). Türkiye’de 2022 yılı verilerine göre üretilen toplam sütün %92.3’ü inek sütü, %5.0’i koyun sütü, %2.5’i keçi sütü ve %0.2’si manda sütüdür. Türkiye’de son 10 yıldaki veriler incelendiğinde süt hayvanları sayısında ve süt üretiminde düzenli bir artış söz konusudur. Buna bağlı olarak süt işleme sektörü de gelişme içindedir.

Pandemi, olumsuz etkilerinin yanında aynı zamanda bazı fırsatları da beraberinde getirmiştir. Türkiye bu süreçte gıda ürünleri ihracatını artırma fırsatı bulmuştur. 2022 yılında Türkiye’nin süt ihracatında önde gelen ülkeler Irak (%27.4), KKTC (%10.3), Azerbaycan (%8.3) ve Libya (%7.8) olmuştur (FAO, 2023). Genellikle komşu ülkeleri kapsayan süt ve süt ürünleri ihracatı açısından dünyada geniş bir pazar bulunmaktadır. 2020 yılında Çin, dünyanın en büyük süt ürünleri ithalatçısı olarak, süt ürünleri ithalatını %7.4 oranında arttırmıştır. Bu artışın temel sebepleri, Covid-19 kısıtlamalarının erken sona ermesi, kişi başına düşen tüketimin artması ve genişleyen tüketici tabanının etkisi olmuştur. Dünya süt ihracatının %42.8’i AB ülkeleri tarafından yapılmaktadır. Dünya süt ürünleri ithalatının ise %40.0’ı Çin tarafından gerçekleştirilmektedir (FAO, 2023). Bu nedenle Türkiye’nin süt ve süt ürünleri ihracatının pandemi döneminde ne ölçüde etkilendiğinin bilinmesinde yarar bulunmaktadır.

Türkiye’de süt ve süt ürünleri dış ticareti verileri Tablo 1’de verilmiştir. Türkiye’nin 2013 yılında 308.4 milyon dolarolan ihracatı 2022 yılında 610.9 milyon dolara yükselmiştir. Buna karşın 2013 yılında 163.6 milyon dolar olan

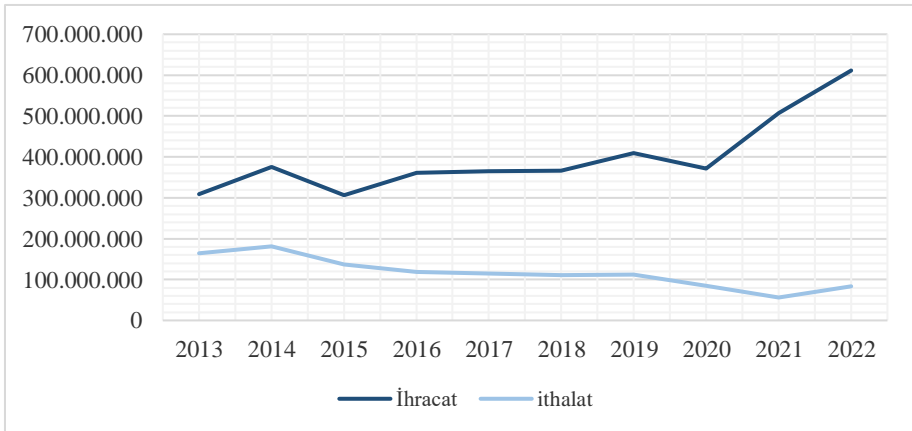
ithalatı 2022 yılında 83.7 milyon dolar olarak gerçekleşmiştir. Tablo 1'deki verilere göre ihracatın ithalatı karşılama oranı oldukça yüksektir.

Tablo 1. Türkiye'nin süt ve süt ürünleri dış ticareti verileri ve ihracatın ithalatı karşılama oranı

Yıl	İhracat (\$)	İthalat (\$)	İhracatın ithalatı karşılama oranı (%)
2013	308,361,419	163,612,221	188.5
2014	376,000,945	181,085,464	207.6
2015	306,021,418	136,338,278	224.5
2016	360,512,978	118,684,830	303.8
2017	365,531,492	114,050,491	320.5
2018	366,612,393	110,923,230	330.5
2019	409,372,565	112,464,527	364.0
2020	371,587,239	85,273,176	435.8
2021	507,156,556	55,725,008	910.1
2022	610,877,488	83,708,994	729.8

Kaynak: TÜİK, 2023.

Son 10 yıllık dönemde süt ve süt ürünleri ihracatı artarken, ithalatında azalma söz konusudur. Bu çalışmanın kapsamında ihracata ilişkin veriler ürün grupları bazında ele alınmış ve incelenmiştir. Özellikle Covid-19 pandemi sürecinde ve pandemi sonrasındaki gelişmelerin seyri belirlenmeye çalışılmıştır.



Şekil 1. Türkiye'nin süt ve süt ürünleri ihracat ve ithalatı (\$)

Kaynak: TÜİK, 2023.

Türkiye'nin süt ve süt ürünleri ithalatında ilk sırayı peynir almaktadır (Tablo 2). 2022 yılında %61 olan peynir ithalatını, %18.5 ile süt ve krema, %10.8 ile süttten elde edilen yağlar, %9.7 ile diğer süt ürünleri oluşturmaktadır.

Tablo 2. Türkiye'nin süt ve süt ürünleri ithalatı (\$ ve %)

İthalat	Süttten Elde Edilen Yağlar -0405		Peynirler-0406		Süt ve Krema 0401-0402		Diğerleri		Toplam ithalat değeri	
	\$	%	\$	%	\$	%	\$	%	\$	%
2013	88,145,205	53.9	60,165,084	36.8	7,678,466	4.7	7,623,466	4.7	163,612,221	100.0
2014	108,392,633	59.9	54,396,629	30.0	7,395,213	4.1	10,900,989	6.0	181,085,464	100.0
2015	67,504,492	49.5	50,385,724	37.0	5,947,542	4.4	12,500,520	9.2	136,338,278	100.0
2016	58,048,890	48.9	47,828,602	40.3	7,210,133	6.1	5,597,205	4.7	118,684,830	100.0
2017	55,780,245	48.9	46,027,693	40.4	6,594,405	5.8	5,648,148	5.0	114,050,491	100.0
2018	53,367,148	48.1	42,579,379	38.4	10,388,576	9.4	4,588,127	4.1	110,923,230	100.0
2019	57,490,277	51.1	42,535,604	37.8	8,870,100	7.9	3,568,546	3.2	112,464,527	100.0
2020	35,474,119	41.6	34,708,174	40.7	10,141,823	11.9	4,949,060	5.8	85,273,176	100.0
2021	9,340,417	16.8	33,020,746	59.3	4,906,566	8.8	8,457,279	15.2	55,725,008	100.0
2022	9,054,419	10.8	51,063,354	61.0	15,490,307	18.5	8,100,914	9.7	83,708,994	100.0

Kaynak: TÜİK, 2023.

Türkiye'nin süt ve süt ürünleri ihracatında ilk sırada peynir gelmektedir (Tablo3). Türkiye hem peynir ithal eden hem de peynir ihraç eden bir ülkedir. Bunun en önemli nedeni peynir tüketiminin çeşitliliğidir. Peynir ihracatı, ithalattan yaklaşık 4 kat daha fazladır. 2013 yılında 160.8 milyon dolar olan ihracat, 2022 yılında 203.0 milyon dolar olarak gerçekleşmiştir. Diğer önemli süt ürünü ise içme sütü ve kremadır. 2022 yılında içme sütü ve kremanın, süt ürünleri ihracatı içindeki oranı %35.3'dür. Süt ve süt ürünleri ihracatında yağ, dondurma, peynir altı suyu, yayık altı süt, yoğurt, kefir vb. birçok ürün bulunmaktadır.

Tablo 3. Türkiye'nin süt ve süt ürünleri ihracatı (\$ ve %)

İhracat	Süttten Elde Edilen Yağlar -0405		Peynirler-0406		Süt ve Krema 0401-0402		Diğerleri		Toplam ihracat değeri	
	\$	%	\$	%	\$	%	\$	%	\$	%
2013	5,250,117	1.7	160,822,983	52.2	44,661,364	14.5	97,626,955	31.7	308,361,419	100.0
2014	4,856,766	1.3	179,077,757	47.6	89,151,414	23.7	102,915,008	27.4	376,000,945	100.0
2015	17,525,716	5.7	169,736,921	55.5	37,566,150	12.3	81,192,631	26.5	306,021,418	100.0
2016	13,366,674	3.7	163,802,691	45.4	108,407,069	30.1	74,936,544	20.8	360,512,978	100.0
2017	12,388,630	3.4	165,500,251	45.3	97,409,269	26.6	90,233,342	24.7	365,531,492	100.0
2018	10,087,463	2.8	182,141,126	49.7	86,438,782	23.6	87,945,022	24.0	366,612,393	100.0
2019	23,214,168	5.7	174,899,357	42.7	115,510,608	28.2	95,748,432	23.4	409,372,565	100.0
2020	10,446,663	2.8	185,218,782	49.8	71,730,319	19.3	104,191,475	28.0	371,587,239	100.0
2021	17,885,338	3.5	152,054,066	30.0	193,933,488	38.2	143,283,664	28.3	507,156,556	100.0
2022	72,997,130	11.9	202,955,517	33.2	192,504,505	31.5	142,420,336	23.3	610,877,488	100.0

Kaynak: TÜİK, 2023.

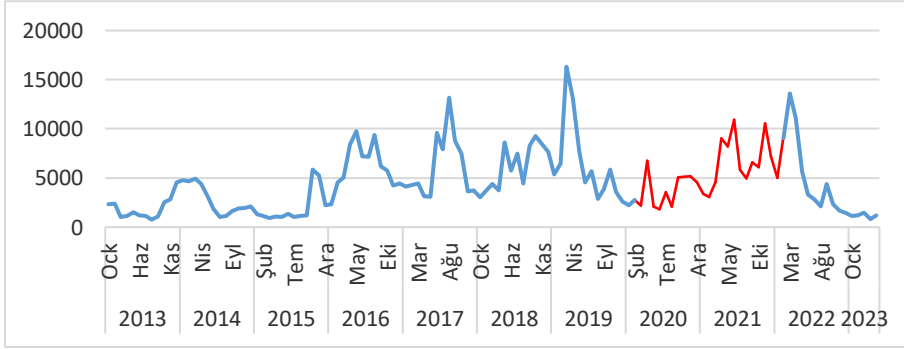
Bu çalışmada Türkiye'nin süt ve süt ürünleri ihracatının gelişim seyri ve pandemi döneminde ve sonrasında etkilenme durumu incelenmiştir. Süt ve süt ürünleri ithalatının az olması ve gideren azalan bir seyir göstermesi nedeniyle kapsam dışı bırakılmıştır.

1. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada kullanılan veriler Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ve Ulusal Süt Konseyi (USK) kaynaklarından alınmıştır. Ocak 2013 ile Nisan 2023 tarihlerini kapsayan uzun dönemli aylık veriler ile grafikler oluşturulmuş ve pandemi dönemine ait veriler farklı renkler kullanılarak belirgin hale getirilmiştir. Dünya Sağlık Örgütü'nün açıklamalarına göre Mart 2020 ile Şubat 2022 tarihleri arasındaki 24 aylık dönem pandemi dönemi olarak alınmıştır. Bu döneme ilişkin ihracat verileri; Covid-19 dönemi öncesindeki 24 ay ve Covid-19 dönemi sonrasındaki 12 ay verileri ile karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Süt ve süt ürünleri ihracatına ilişkin dönemler itibariyle aylık ortalamalar (\bar{x}) ile yüzde değişimler hesaplanmıştır. Bunun yanında standart sapmalar (Ss) ve varyasyon katsayıları (Coefficient of Variation) dikkate alınarak ihracat istikrarına yönelik karşılaştırmalar yapılmıştır.

2. BULGULAR

Türkiye'nin süt ve süt ürünleri ihracatında önemli yere sahip olan ürün ve ürün gruplarına ilişkin bilgiler GTİP kodlarına göre birleştirilerek verilmiştir. Bu kapsamda süt ve krema ihracatının Ocak 2013'den sonraki gelişimi Şekil 2'de verilmiştir. Süt ve krema ihracatının uzun dönemde dalgalı bir seyir izlediği görülmektedir. Şekil 2'deki verilere göre süt ve krema ihracatının pandemi döneminde ve sonrasındaki değişimine yönelik herhangi bir yorum yapmanın mümkün olmadığı söylenebilir.



Şekil 2. Süt ve krema ihracatı(GTİP: 40150, 40299, 40110, 40221, 40229, 40140, 40291, 40210 ve 40120, ton)

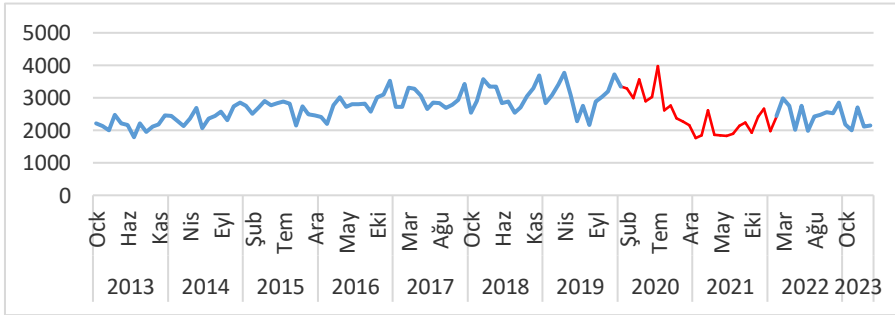
Kaynak: TÜİK, 2023.

Türkiye'nin uzun dönemde süt ve krema ihracatı aylık ortalama 4,568 ton olarak gerçekleşmiştir. Pandemi öncesindeki 24 aylık dönemde ortalama 6,275 ton/ay olan ihracat miktarı pandemi döneminde 5,528 ton/ay, pandemiden sonraki 12 dönemde ise 4,227 ton/ay'dır. Bu verilere göre süt ve krema ihracatının pandemi dönemi ve sonrasında azaldığı görülmektedir. Süt ve krema ihracatına ilişkin varyasyon katsayısı oldukça yüksektir. Varyasyon katsayısının en düşük olduğu dönem pandemi dönemi (%46.33) iken, pandemiden sonra en yüksek (%91.91) seviyeye ulaşmıştır.

Tablo 4.Süt ve krema ihracatınınpandemi öncesi ve sonrası değişim durumu

Dönem	Tarih	\bar{x} (ton)	Değişim (ton)	Değişim (%)	Ss	C.V. (Ss/ \bar{x} *100)
Uzun dönem verileri	Ocak 2013- Nisan 2023	4,568	-	-	3,151	68.98
Pandemi öncesi 24 ay	Mart 2018- Şubat 2020	6,275	-	-	3,300	52.59
Pandemi dönemi 24 ay	Mart 2020- Şubat 2022	5,528	-747	-11.90	2,561	46.33
Pandemi sonrası 12 ay	Mart 2022- Şubat 2023	4,227	-1,301	-23.53	3,885	91.91

Peynir ihracatına ilişkin verilerin seyri Şekil 3’de görülmektedir. Pandeminin ikinci yılından sonra peynir ihracatının belirgin şekilde azaldığı söylenebilir. Eritme peynir, taze peynir ve işlenmiş peynir ihracatının pandemi öncesi ve sonrası değişim durumuna ilişkin bilgiler Tablo 5’de verilmiştir.



Şekil 3.Eritme peynir, peynir (taze), işlenmiş peynir ihracatı (GTİP: 40630, 40610, 40620, ton)

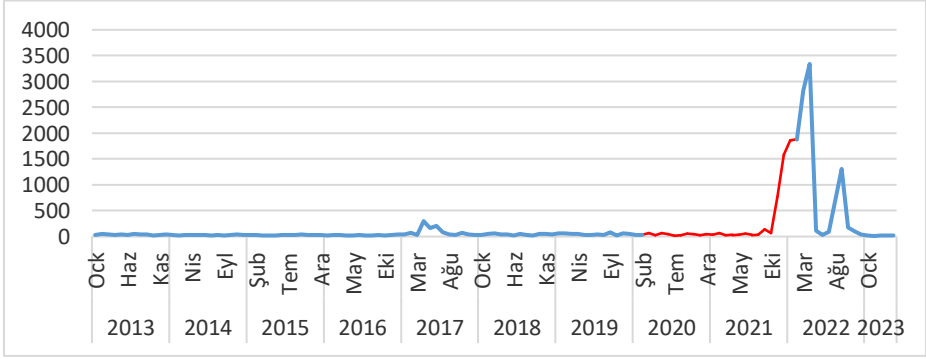
Kaynak: TÜİK, 2023.

Uzun dönemde 2,644 ton/ay olan peynir ihracatı, pandemi öncesindeki 24 aylık dönemde ortalama 3,089 ton olarak gerçekleşmiş ve pandemi döneminde %21.63 azalma göstererek 2,421 tona düşmüştür. Peynir ihracatının pandemi döneminde azalmasının yanında varyasyon katsayısı da yüksek gerçekleşmiştir. Bu verilere göre Türkiye’nin peynir ihracatının pandemiden ciddi şekilde etkilendiği söylenebilir. Pandemi sonrasında ise ihracat miktarında belirgin bir artış yaşanmamış, ancak daha stabil bir ihracat süreci yaşanmıştır.

Tablo 5.Eritme peynir, peynir (taze), işlenmiş peynir ihracatının pandemi öncesi ve sonrası değişim durumu

Dönem	Tarih	\bar{x} (ton)	Değişim (ton)	Değişim (%)	Ss	C.V. (Ss/ \bar{x} *100)
Uzun dönem verileri	Ocak 2013-Nisan 2023	2,644	-	-	475	17.97
Pandemi öncesi 24 ay	Mart 2018-Şubat 2020	3,089	-	-	416	13.48
Pandemi dönemi 24 ay	Mart 2020-Şubat 2022	2,421	-668	-21.63	560	23.13
Pandemi sonrası 12 ay	Mart 2022-Şubat 2023	2,458	+37	+1.52	333	13.55

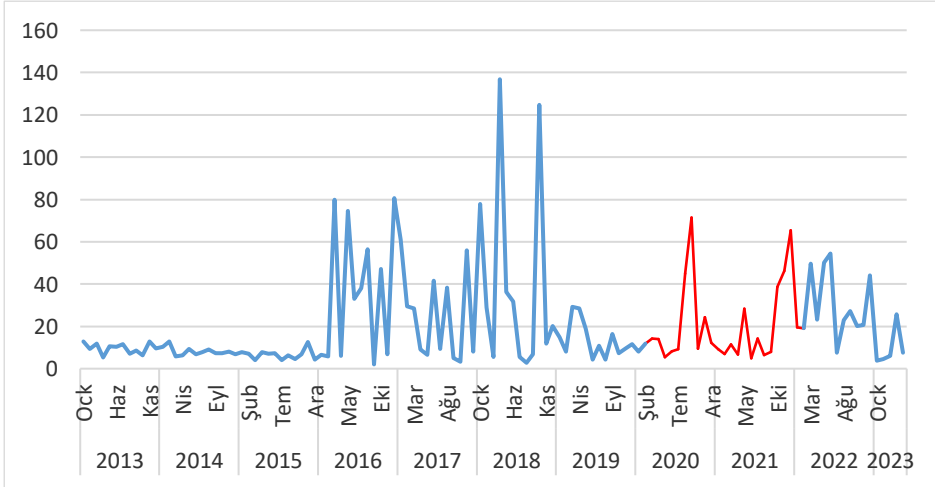
Türkiye tereyağı ihracatçısı bir ülke değildir. Şekil 4'deki verilere bakıldığında sadece pandeminin ciddi şekilde etkisinin yaşandığı bir yıllık dönemde tereyağı ihracatı gerçekleşmiştir. Bu durumun pandemiden kaynaklı koşullardan dolayı gerçekleştiğini söylemek mümkün olsa bile, gelecek yıllardaki ihracat verilerinin izlenmesi gerekmektedir.



Şekil4. Tereyağı ihracatı (GTİP: 40510, ton)

Kaynak: TÜİK, 2023.

Sürülerek yenilen süt ürünleri ve süttten elde edilen diğer yağların ihracatının 2016 yılından sonra belirgin şekilde artış gösterdiği görülmektedir (Şekil 5). Diğer yandan dalgalı bir ihracat seyri söz konusudur.



Şekil 5. Sürülerek yenilen ürünler ve süttten elde edilen diğer yağlar ihracatı (GTİP: 40520, 4059090, ton)

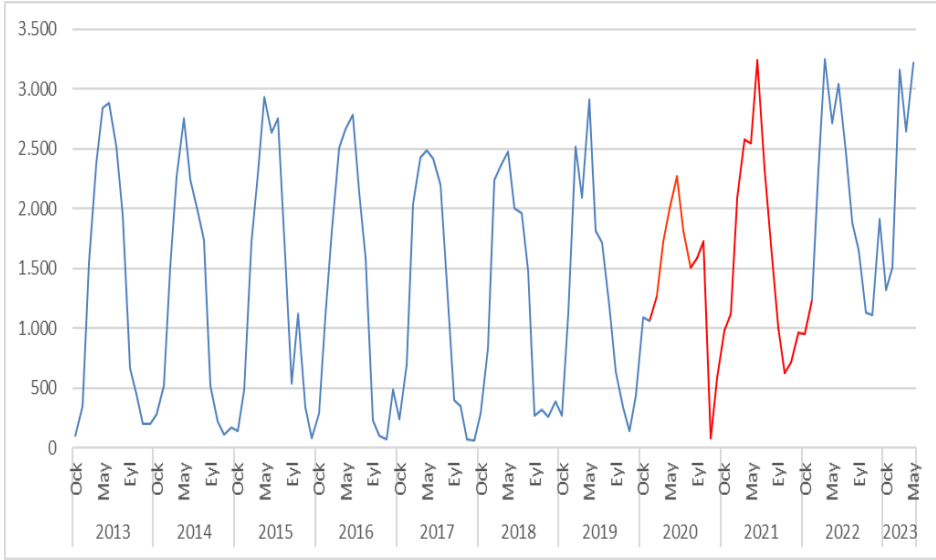
Kaynak: TÜİK, 2023.

Uzun dönemde aylık ortalama 21 ton ihracatı söz konusu olan sürülerek yenilen süt ürünleri ve süttten elde edilen diğer yağların varyasyon katsayısının çok yüksek olduğu (%109.52) belirlenmiştir (Tablo 6). Pandemi öncesindeki 24 aylık dönemde ortalama 24 ton/ay olan ihracatın pandemi döneminde 21 ton/ay olarak gerçekleştiği, pandemiden sonra ise aylık ortalama 27 tona yükseldiği saptanmıştır. Söz konusu yağların ihracatına ilişkin varyasyon katsayısının son yıllarda azaldığı görülmektedir. Bu verilere göre sürülerek yenilen süt ürünleri ve süttten elde edilen diğer yağların ihracatı pandemi döneminde azalmış, pandemiden sonra ise %28.57 artış göstermiştir. Bu durum ihracatın süreklilik arz eden bir yapıda olmadığı ve değişkenlik gösterdiği şeklinde yorumlanabilir.

Tablo 6. Sürülerek yenilen süt ürünleri ve süttten elde edilen diğer yağların ihracatının pandemi öncesi ve sonrası değişim durumu

Dönem	Tarih	\bar{x} (ton)	Değişim (ton)	Değişim (%)	Ss	C.V. (Ss/ \bar{x} *100)
Uzun dönem verileri	Ocak 2013- Nisan 2023	21	-	-	23	109.52
Pandemi öncesi 24 ay	Mart 2018-Şubat 2020	24	-	-	34	141.67
Pandemi dönemi 24 ay	Mart 2020-Şubat 2022	21	-3	-12.5	19	90.48
Pandemi sonrası 12 ay	Mart 2022-Şubat 2023	27	+6	+28.57	17	62.96

Türkiye'nin önemli süt ürünlerinden birisi olan dondurmanın ihracatına ilişkin veriler Şekil 6'da görülmektedir. Yaz aylarındaki tüketimi daha fazla olan dondurma ihracatına ilişkin veriler dalgalı bir seyir izlemektedir. Bu nedenle uzun dönemli değerlendirmelerde ihracatın yaz aylarındaki miktarlarının dikkate alınması gerekmektedir. Genel olarak ifade etmek gerekirse uzun dönemde Türkiye'nin dondurma ihracatı yaz aylarında 2,500 tonun üzerindedir. Sadece pandeminin ilk yılında (2020 yılı) bu değer altında gerçekleşmiştir.



Şekil6.Dondurma ihracatı (GTİP: 210500, ton)

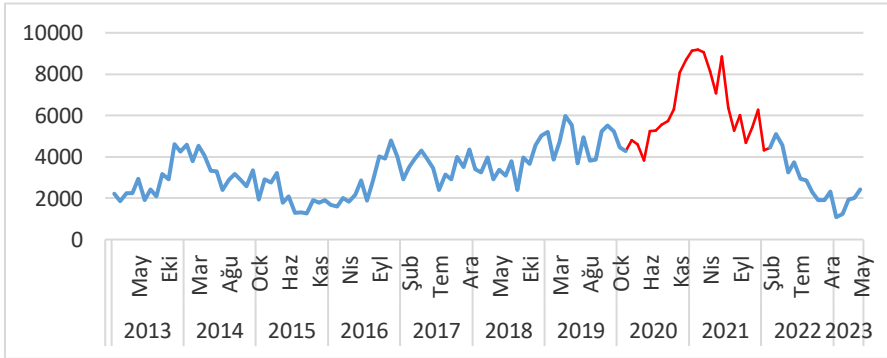
Kaynak: TÜİK, 2023.

Uzun dönemde aylık ortalama 1,440 ton olan dondurma ihracatı pandemi ve sonrasında artış göstermiştir (Tablo 7). Diğer yandan ihracata ilişkin varyasyon katsayısının pandemi döneminde ve sonrasında azaldığı belirlenmiştir. Bu verilere göre Türkiye'nin dondurma ihracatında belirli bir düzeyin yakalandığı ve sürekliliğin olduğu görülmektedir. Ayrıca pandemi döneminin başlangıcında etkilenen ihracatın zaman içinde toparlandığı söylenebilir.

Tablo 7.Dondurma ihracatının pandemi öncesi ve sonrası değişim durumu

Dönem	Tarih	\bar{x} (ton)	Değişim (ton)	Değişim (%)	Ss	C.V. ($Ss/\bar{x} \cdot 100$)
Uzun dönem verileri	Ocak 2013- Nisan 2023	1,440	-	-	954	66.25
Pandemi öncesi 24 ay	Mart 2018- Şubat 2020	1,297	-	-	868	66.92
Pandemi dönemi 24 ay	Mart 2020- Şubat 2022	1,529	+232	+17.89	735	48.07
Pandemi sonrası 12 ay	Mart 2022- Şubat 2023	2,031	+502	+32.83	700	34.47

Son yıllarda peynir altı suyunun üretiminde ve ihracatında önemli gelişmeler yaşanmıştır. Ülkede üretilen peynir altı suyu büyük oranda ihraç edilmektedir. Uzun dönemde artan bir grafik gösteren peynir altı suyu ihracatı pandeminin ilk yılında en yüksek seviyesine çıkmış, ancak pandeminin ikinci yılında ciddi şekilde azalmıştır.



Şekil 7. Peynir altı suyu ve diğer süt bileşen ürünleri ihracatı (GTİP:40410, ton)

Kaynak: TÜİK, 2023.

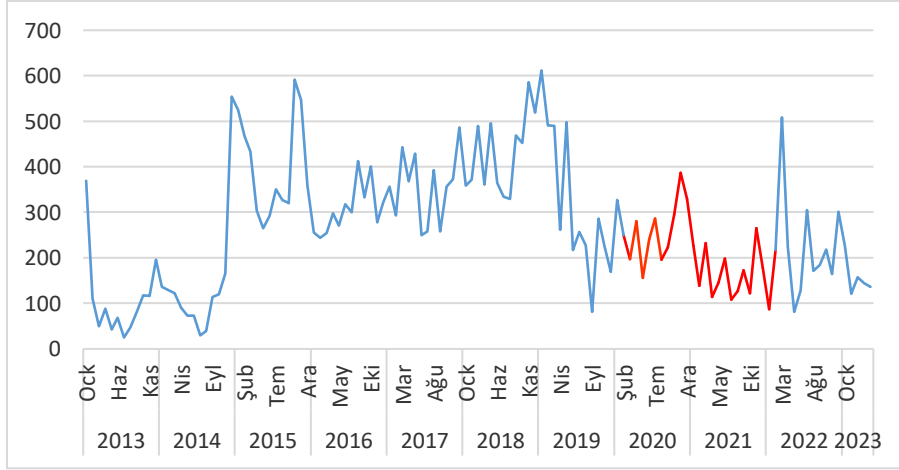
Uzun dönemde 3,796 ton/ay olan peynir altı suyu ihracatı, pandemiden önceki 24 aylık dönemde 4,291 tona ve pandemi döneminde 6,346 tona yükselmiştir. Ancak pandemiden sonraki 12 aylık döneminde 2,756 tona gerilemiştir. Pandeminin ilk yılında ihracatta yaşanan bu olumlu gelişmenin, rakip ülkelerin bu konudaki üretim ve tedarik yetersizliğinden kaynaklandığı söylenebilir. Son yıllarda peynir altı suyu ihracat miktarına ilişkin varyasyon katsayısının artış gösterdiği belirlenmiştir. Bu durum, ihracatın sürekliliği için olumsuz bir durum olarak yorumlanabilir.

Tablo 8. Peynir altı suyu ve diğer süt bileşen ürünleri ihracatının pandemi öncesi ve sonrası değişim durumu

Dönem	Tarih	\bar{x} (ton)	Değişim (ton)	Değişim (%)	Ss	C.V. ($Ss/\bar{x} \cdot 100$)
Uzun dönem verileri	Ocak 2013- Nisan 2023	3,796	-	-	1,776	46.79
Pandemi öncesi 24 ay	Mart 2018- Şubat 2020	4,291	-	-	899	20.95

Pandemi dönemi 24 ay	Mart 2020-Şubat 2022	6,346	+2,055	+47.89	1,704	26.85
Pandemi sonrası 12 ay	Mart 2022-Şubat 2023	2,756	-3,590	-56.57	1,195	43.36

GTİP kodu 40390 olan krema, yayık altı süt, yoğurt, kefir vb. diğer süt ve krema ihracatının gelişimi Şekil 8’de verilmiştir. Uzun dönemde dalgalı bir ihracat seyri izleyen diğer süt ve krema ihracatının özellikle pandemi ve sonrası dönemde azaldığı görülmektedir. Bu azalmanın pandemiden önce başlamış olması nedeniyle pandemi ile ilişkilendirilmesinin doğru olmadığını belirtmek gerekir.



Şekil8. Krema, yayık altı süt, yoğurt, kefir vb. diğer süt ve krema ihracatı (GTİP: 40390, ton)

Kaynak: TÜİK, 2023.

Tablo 9’da görüldüğü gibi pandemi öncesi dönemde 366 ton/ay olan krema, yayık altı süt, yoğurt, kefir vb ürünler ihracatı aylık ortalama 205 tona düşmüştür. Pandemiden sonraki 12 aylık dönemde ise 219 ton/ay olarak gerçekleşmiştir. Varyasyon katsayısının dönemlere göre değiştiği ve genellikle yüksek seyrettiği bu ürünlerin ihracatının süreklilik arz etmediği söylenebilir.

Tablo 9.Krema, yayık altı süt, yoğurt, kefir vb. diğer süt ve krema ihracatının pandemi öncesi ve sonrası değişim durumu

Dönem	Tarih	\bar{x} (ton)	Değişim (ton)	Değişim (%)	Ss	C.V. (Ss/ \bar{x} *100)
Uzun dönem verileri	Ocak 2013- Nisan 2023	265	-	-	142	53.59
Pandemi öncesi 24 ay	Mart 2018- Şubat 2020	366	-	-	138	37.71
Pandemi dönemi 24 ay	Mart 2020- Şubat 2022	205	-161	-43.99	74	36.10
Pandemi sonrası 12 ay	Mart 2022- Şubat 2023	219	+14	+6.83	109	49.77

3. SONUÇ

Türkiye'nin süt ve süt ürünleri dış ticaretinde ihracat lehine bir süreç yaşanmaktadır. Süt ve süt ürünleri ihracatı 2013 yılında 308.4 milyon dolar iken, 2022 yılında 610.9 milyon dolara yükselmiştir. Buna karşın ihracatı azalan bir seyir izlemektedir. Türkiye'nin süt ve süt ürünleri ihracatı içinde 2022 verilerine göre %33.2 oranla peynir (GTİP:0406) ve %31.5 oranla süt ve krema (GTİP:0401-0402) önemli bir yere sahiptir. Süt ve krema ihracatının pandemi dönemi ve sonrasında azaldığı, ayrıca varyasyon katsayısının yüksek olduğu belirlenmiştir. Yılın her döneminde üretimi ve tüketimi mümkün olan bu ürünlerin varyasyon katsayısının daha düşük olması gerektiği ifade edilebilir.

Diğer önemli bir ihracat ürünü olan 0406 GTİP kodlu eritme peynir, peynir (taze), işlenmiş peynir ihracatının pandemi döneminde %21.63 azaldığı belirlenmiştir. Peynir ihracatının pandemi döneminde azalmasının yanında varyasyon katsayısı da yüksek gerçekleşmiştir. Bu verilere göre Türkiye'nin peynir ihracatının pandemiden ciddi şekilde etkilendiği söylenebilir. Pandemi sonrasında ise ihracat miktarında belirgin bir artış yaşanmamış, ancak daha stabil bir ihracat sürecine girilmiştir.

Türkiye tereyağı ihracatçısı bir ülke olmadığı için sadece pandeminin son dönemlerinde bir miktar ihracatı söz konusudur. Ayrıca serideki verilere göre pandeminin tereyağı ihracatına etkisi ile ilgili herhangi bir yorum

yapılamamıştır. Diğer yandan sürülerek yenilen ürünler ve süttten elde edilen diğer yağların ihracatı da benzer bir durum göstermektedir.

Dondurma ihracatı pandeminin başlangıcında olumsuz yönde etkilenmiş ve sonrasında artış göstermiştir. İhracata ilişkin varyasyon katsayısının pandemi döneminde ve sonrasında azaldığı belirlenmiştir. Türkiye'nin dondurma ihracatında belirli bir düzeyin yakalandığı ve sürekliliğin oluştuğu söylenebilir.

Peynir altı suyu ihracatı pandemi döneminde artış göstermiş ancak pandemiden sonra azalışa geçmiştir. Pandeminin ilk yılında ihracatta yaşanan bu olumlu gelişmenin, rakip ülkelerin bu konudaki üretim ve tedarik yetersizliğinden kaynaklandığı şeklinde yorumlanmıştır. Son yıllarda peynir altı suyu ihracat miktarına ilişkin varyasyon katsayısının artış gösterdiği ve bu durumun ihracat sürekliliğinin olumsuz bir durum olduğu belirlenmiştir. Ayrıca krema, yayık altı süt, yoğurt, kefir vb. ürünlerin ihracatının pandemi döneminde azaldığı ve varyasyon katsayısının yüksek gerçekleştiği saptanmıştır.

KAYNAKLAR

Anonim, (2020). Türkiye Diyetisyenler Derneği. COVID-19 Beslenme Önerileri.

<http://www.tdd.org.tr/index.php/duyurular/69-covid-19-beslenme-onerileri>. (Erişim Tarihi:16 Eylül 2020).

Anonim, (2021). “Durum Tahmin Raporu, Süt ve Süt Ürünleri”, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, Ankara.

FAO, (2023). Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Hepburn, C., O’ Callaghan, B. Stern, N. Stiglitz, J. Zenghelis, D. (2020), Will COVID-19 Fiscal Recovery Packages Accelerate or Retard Progress on Climate Change, Oxford Smith School of Enterprise and the Environment, Working Paper no. 20-02.

Karataş, A. (2021). COVID 19’un Türkiye Dış Ticaretine Kısa Dönem Etkilerinin Ürün Grubu Bazında İncelenmesi. İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi, 10 (3), 2129-2152.

Kouam, H. (2020). COVID-19 and Oil Prices, *SSRN Electronic Journal*, 1-14.

OECD (2020). Organisation for Economic Co-operation and Development. COVID19 and the Food and Agriculture Sector: Issues and Policy Responses, Tackling Coronavirus (COVID-19) Contributing to a Global Effort.

Schmidhuber, J., Pound, J., Qiao, B. (2020). COVID-19: Channels of transmission to food and agriculture. Covid.

TÜİK 2023. Türkiye İstatistik Kurumu <http://www.tuik.gov.tr> . (Erişim Tarihi: 20.07.2023)

Varshney, D., Roy, D., Meenakshi, J. V. (2020). Impact of COVID-19 on Agricultural Markets: Assessing the Roles of Commodity Characteristics, Disease Caseload And Market Reforms, Springer.

Weersink A, von Massow M, Bannon N, Ifft J, Maples J, McEwan K, McKendree MGS, Nicholson C, Novakovic A, Rangarajan A, Richards T, Rickard B, Rude J, Schipanski M, Schnitkey G, Schulz L,

Schuurman D, Schwartzkopf-Genswein K, Stephenson M, Thompson J, Wood K. (2021). COVID-19 and the agri-food system in the United States and Canada. 188:103039.

WHO (2020). World Health Organization. Nutrition advice for adults during the COVID-19 outbreak. [http:// www.emro.who.int/nutrition/nutrition-infocus/nutrition-advice-for-adults-during-the-covid-19-outbreak.html](http://www.emro.who.int/nutrition/nutrition-infocus/nutrition-advice-for-adults-during-the-covid-19-outbreak.html). (Erişim Tarihi:16 Eylül 2020).

Zurayk, R. (2020). Pandemicand food security: A view from the Global South. *Journal of Agriculture, Food Systems, and Community Development*, 9(3),17-21.

BÖLÜM 20

TÜRKİYE’DE COVID-19 PANDEMİ SÜRECİNDE SÜT VE SÜT ÜRÜNLERİ ÜRETİMİNİN ETKİLENME DURUMU

Prof. Dr. Adnan ÇİÇEK¹

Doç. Dr. Merve AYYILDIZ²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10221358>

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Tokat-Türkiye. Orcid No: 0000-0002-2671-1479 e-mail: adnan.cicek@gop.edu.tr

²Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Yozgat-Türkiye. ORCID no: 0000-0002-9012-0756 e-posta: merve.ayyildiz@yobu.edu.tr

GİRİŞ

Covid-19 salgını, sağlık başta olmak üzere birçok sektörü etkilemiştir. Salgın sürecinde karantina ve sosyal mesafe gibi hareketliliği kısıtlayıcı tedbirler alınmıştır. Bu önlemler, virüsün yayılmasını azaltsa da ciddi ekonomik etkileri beraberinde getirmiştir (Hepburn, 2020; Bandyopadhyay, 2020; Del Rio-Chanona vd., 2020; Kouam, 2020). Salgın, bilişim teknolojilerinin gelişimine katkı sağlarken, bazı alanlarda ise sorunlar ortaya çıkarmıştır. Gıda zinciri de bu salgının olumsuz etkilerini hisseden sektörler arasında yer almıştır (Zurayk, 2020). Çin’de salgın döneminde yem fabrikaları kapatılarak virüsün yayılma riski önlenmeye çalışılmış ve bu önlem doğrultusunda yem ile veteriner ilaçlarının dağıtımı durdurulmuştur. Bu durum sonucunda birçok damızlık hayvan yetiştiricisi yem stoklarını tüketmek zorunda kalmıştır (Pu ve Zhong, 2020).

Salgının dünya ekonomisine yönelik yıkıcı etkileri, gıda ve tarım sektöründe de açıkça görülmüştür. Alınan önlemler hem ulusal sınırlar içinde hem de uluslararası pazarlarda tarımsal gıda ürünlerinin arzını olumsuz etkilemiştir. Gıda tedarik zincirinde yaşanan bu aksaklıklar, tarladan sofraya kadar olan bu süreçleri etkilemiş olup gıdanın üretiminden işlenmesine, ticaretinden lojistik sistemlerine kadar birçok halkayı etkisi altına almıştır (OECD, 2020; Varshney ve ark., 2020; Schmidhuber ve ark., 2020). Covid-19 salgınında insanların gıda ürünlerinde stok yapma eğilimleri artmış, bununla birlikte devletler vatandaşlarının gıda güvenliğini sağlamak amacıyla ithalat kısıtlamalarını hafifletmiştir. Pandemi sürecinde, hem ithalatçı ülkelerin dış ticaret kısıtlamaları hem de lojistik sorunlar nedeniyle canlı hayvan ithalatı, olumsuz etkilenen ürün grupları arasında öne çıkmıştır (Karataş, 2021). Yapılan bir çalışmada yüksek gelirli ülkelerde salgının hemen başlangıcında Covid-19’un kısa vadeli etkisinin büyük ölçüde iş gücü kıtlığı, lojistik ve ulaşım sınırlamaları ile tüketici talebindeki değişikliklerden kaynaklandığı belirlenmiştir (Weersink ve ark., 2021). Ancak, birkaç ay içinde bu ülkeler krizden tamamen çıkma başarısı göstermişlerdir ve dış şoklara karşı güçlü bir dayanıklılık sergilemişlerdir.

Süt sektörü, Covid-19 salgınının yaşandığı dönemde güçlü bir direnç sergileyerek varlığını sürdürebilmiştir. Süt ve süt ürünleri, tedarik zinciri süreçlerindeki hızlı bozulma eğilimi sebebiyle hassas ürünler olarak

değerlendirilmektedir. Salgının etkileri, nakliye araçlarının yetersizliğinden kaynaklanan sevkiyat sıkıntılarında ürün kayıplarına kadar değişen olumsuz etkilerle birlikte, coğrafi bölgelere göre farklılık göstermektedir (Anonim, 2021). Fransa’da, Perrin ve Martin (2021)’in yaptıkları çalışmada salgının organik süt sığırcılığı üzerinde orta derecede bir etkisi olduğunu çiftçilerin minimum düzeyde etkilendiklerini belirtmiştir. Weersink ve ark. (2021), ABD ve Kanada’da hayvancılık sektörünün Covid-19 krizinin ardından birkaç ay içerisinde hem üretim seviyesi hem de fiyat dalgalanması açısından normal duruma döndüğünü belirtmiştir. Abate ve ark. (2020)’nın yaptığı çalışmada Covid-19 döneminde Etiyopyalı hanelerin süt ürünleri ve sebze tüketimlerini azalttığını ve bu azalmanın en fakir hanelerde daha fazla olduğunu ortaya koymuşlardır. Avusturalya ve Yeni Zelanda’da (Snow ve ark., 2021), Covid-19’un hayvancılık sektörü üzerindeki etkisinin sınırlı olduğunu ifade etmişlerdir. Pandeminin etkisiyle 2020 yılında ticaret kısıtlamaları yaşanmış, tedarik zincirleri aksamaya uğramış ve hükümetler tarafından küresel düzeyde uygulanan yasaklar nedeniyle peynir üretimi pazarında büyük zorluklar yaşanmış, Covid-19 tedbirlerinin etkisi üretime yansımıştır (Anonim, 2021).

Dünya Sağlık Örgütü, pandemi döneminde sağlıklı ve dengeli bir beslenme için günlük olarak süt tüketilmesini önermiştir. Aynı şekilde doymuş yağların yerine doymamış yağların tercih edilmesi ve az yağlı süt ile süt ürünlerine yönelik tüketim tavsiyelerinde bulunmuştur (WHO, 2020). Benzer şekilde Türkiye Diyetisyenler Derneği, COVID-19 salgınıyla ilgili beslenme tavsiyelerinin yer aldığı rehberde günlük beslenmede süt ürünlerinin (süt, yoğurt, ayran, peynir vb.) yer almasının yeterli ve dengeli beslenme açısından oldukça önemli olduğunu belirtmiştir (Anonim, 2020). Süt ve süt ürünleri, dengeli ve sağlıklı bir beslenme için temel gereksinimler arasında bulunur. Ayrıca, vücut fonksiyonlarını düzenler, büyümeyi destekler ve kemik ile diş oluşumunda kritik bir rol oynar (Şimşek ve ekibi, 2005). Süt, canlıların ihtiyaç duyduğu ilk besin maddesi olup, protein, laktoz, yağ, mineraller ve vitaminler gibi bir dizi besin ögesini içerir. Bununla birlikte, süt üreten işletmeler, artan nüfusun dengeli ve yeterli beslenmesine katkıda bulunmanın yanı sıra tarım sektöründe kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlayarak üreticilere istikrarlı bir gelir kaynağı sunar (Terin ve Yavuz, 2015).

Dünya süt üretiminin yaklaşık yarısı Hindistan, AB ve ABD tarafından gerçekleştirilmektedir. Türkiye’de ise dünyadaki toplam sütün %2.7’si üretilmektedir (FAO, 2023). Pandemi döneminde süt ve süt ürünleri üretiminde belirgin bir azalma yaşanmamıştır. Dünya peynir üretimi 2021 yılında bir önceki yıla göre %1.5 artarak 24.7 milyon tona, tereyağı üretimi ise %1.4’lük bir artışla 12 milyon tona yükselmiştir (Anonim, 2021).

Dünyada 2021 yılı itibariye üretilen sütün %81.2’i inek sütü, %15.0’i manda sütü, %2.3’ü keçi sütü, %1.1’i koyun sütüdür (FAO, 2023). Türkiye’de 2022 yılı verilerine göre üretilen toplam sütün %92.3’ü inek sütü, %5.0’i koyun sütü, %2.5’i keçi sütü ve %0.2’si manda sütüdür. Süt üretimi, hayvanların türüne, cinsine, sağılan hayvan sayısına ve süt verimine bağlıdır. Türkiye’de süt sektörü sürekli gelişme göstermektedir. Son 10 yıldaki veriler incelendiğinde süt hayvanları sayısında ve süt üretiminde düzenli bir artış söz konusudur. Buna bağlı olarak süt işleme sektörü de gelişme içindedir.

Türkiye’de toplam süt üretimi Tablo 1’de verilmiştir. Tabloda da görüldüğü üzere, toplam süt üretimi 2000 yılında 9,793,961 ton iken, 2022 yılında 21,563,492 tona yükselmiştir. İnek sütü üretimi söz konusu dönemde sürekli artış göstererek 8,732,041 tondan 19,912,135 tona ulaşmıştır. Koyun sütü üretimi de 2000 yılından sonra artış göstererek 2022 yılında 1,067,342 ton olarak gerçekleşmiştir. Keçi ve manda sütü ise son 10 yılda artış eğilimini sürdürmektedir. Türkiye’de 2020 yılından sonra toplam süt üretim miktarında düşüş görülmektedir. Bu düşüş ağırlıklı olarak inek sütü miktarından kaynaklanmaktadır. Türkiye’de süt üretiminin büyük oranda inek sütüne bağlı olduğu görülmektedir. Son 20 yılda süt üretimi sürekli artış göstermiş, ancak hayvan türlerine göre üretilen süt oranları değişmemiştir.

Tablo1. Türkiye’de Süt Üretim Miktarları (ton)

Yıl	İnek sütü		Koyun sütü		Keçi sütü		Manda sütü		Toplam	
	Miktar	%	Miktar	%	Miktar	%	Miktar	%	Miktar	%
2000	8,732,041	89.16	774,379	7.91	220,211	2.25	67,330	0.69	9,793,961	100.0
2005	10,026,202	90.26	789,877	7.11	253,759	2.28	38,058	0.34	11,107,896	100.0
2006	10,867,302	90.92	794,681	6.65	253,759	2.12	36,358	0.30	11,952,100	100.0
2007	11,279,340	91.48	782,587	6.35	237,487	1.93	30,375	0.25	12,329,789	100.0
2008	11,255,176	91.93	746,872	6.10	209,570	1.71	31,422	0.26	12,243,040	100.0
2009	11,583,313	92.35	734,219	5.85	192,210	1.53	32,443	0.26	12,542,186	100.0
2010	12,418,544	91.69	816,832	6.03	272,811	2.01	35,487	0.26	13,543,674	100.0
2011	13,802,428	91.67	892,822	5.93	320,588	2.13	40,372	0.27	15,056,211	100.0

2012	15,977,837	91.82	1,007,007	5.79	369,429	2.12	46,989	0.27	17,401,262	100.0
2013	16,655,009	91.39	1,101,013	6.04	415,743	2.28	51,947	0.29	18,223,712	100.0
2014	16,998,850	91.24	1,113,937	5.98	463,270	2.49	54,803	0.29	18,630,859	100.0
2015	16,933,520	90.77	1,177,227	6.31	481,174	2.58	62,761	0.34	18,654,682	100.0
2016	16,786,263	90.75	1,160,412	6.27	479,401	2.59	63,085	0.34	18,498,161	100.0
2017	18,762,319	90.64	1,344,779	6.50	523,395	2.53	69,401	0.34	20,699,894	100.0
2018	20,036,877	90.58	1,446,271	6.54	561,826	2.54	75,742	0.34	22,120,716	100.0
2019	20,782,375	90.51	1,521,456	6.63	577,209	2.51	79,341	0.35	22,960,379	100.0
2020	21,749,342	92.54	1,101,065	4.68	589,617	2.51	63,767	0.27	23,503,791	100.0
2021	21,370,116	92.11	1,143,762	4.93	622,785	2.68	63,643	0.27	23,200,306	100.0
2022	19,912,135	92.34	1,067,342	4.95	540,426	2.51	43,589	0.20	21,563,492	100.0

Kaynak: TÜİK, 2023.

Pandeminin ekonomi üzerindeki etkilerini belgeleyen birçok çalışma olmasına rağmen özellikle süt ve süt ürünlerine yönelik yapılan çalışmalar oldukça azdır. Bu çalışmanın amacı Covid-19 pandemi döneminde Türkiye’de süt ve süt ürünleri üretimindeki değişimleri ürün ve ürün grupları bazında incelemektir.

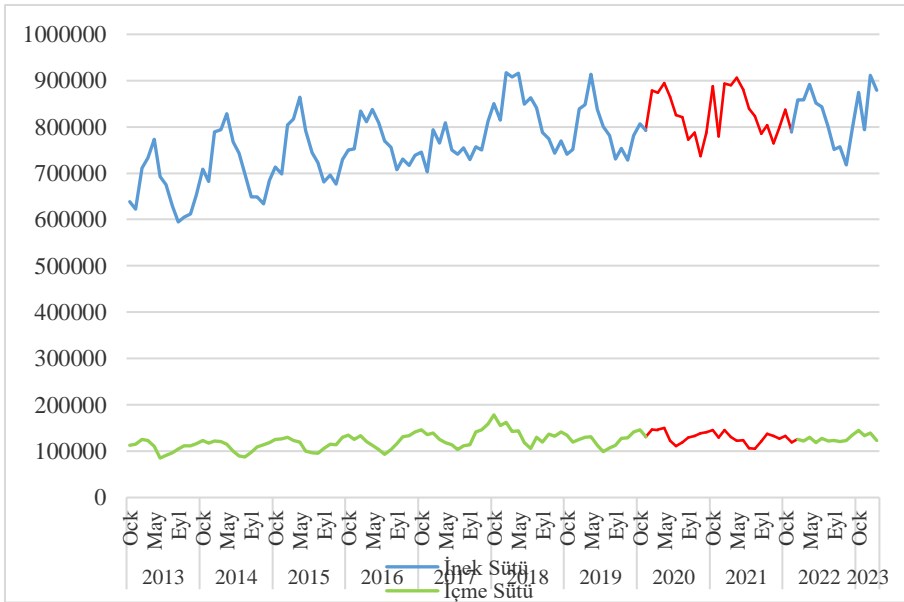
1. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada kullanılan veriler Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ve Ulusal Süt Konseyi (USK) kaynaklarından alınmıştır. Ocak 2013 ile Nisan 2023 tarihlerini kapsayan uzun dönemli aylık veriler ile grafikler oluşturulmuş ve pandemi dönemine ait veriler farklı renklerle kullanılarak belirgin hale getirilmiştir. Dünya Sağlık Örgütü’nün açıklamalarına göre Mart 2020 ile Şubat 2022 tarihleri arasındaki 24 aylık dönem pandemi dönemi olarak alınmıştır. Bu döneme ilişkin üretim verileri; Covid-19 dönemi öncesindeki 24 ay ve Covid-19 dönemi sonrasındaki 12 ay verileri ile karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Süt ve süt ürünleri üretimine ilişkin dönemler itibariyle aylık ortalamalar (\bar{x}) ile yüzde değişimler hesaplanmıştır. Bunun yanında standart sapmalar (Ss) ve varyasyon katsayıları (Coefficient of Variation) dikkate alınarak üretim istikrarına yönelik karşılaştırmalar yapılmıştır.

2. BULGULAR VE TARTIŞMA

Türkiye’de üretilen çiğ sütün yaklaşık yarısı toplanmakta ve soğuk zincire girmektedir. Türkiye’de Ocak-2013 ile Nisan-2023 tarihleri arasındaki toplanan inek sütü ve ambalajlı içme sütü üretim miktarları ilişkin verilerin seyri Şekil 1’de görülmektedir. Söz konusu dönemde aylık ortalama toplanan

inek sütü miktarı 777,979 tondur. Pandemi öncesindeki 24 aylık dönemde ortalama 811,455 ton/ay olan toplanan inek sütü miktarı, pandemi döneminde 830,004 ton/ay ve pandemi sonrasındaki 12 aylık dönemde ise 815,998 ton/ay olarak gerçekleşmiştir. Pandemi döneminde toplanan inek sütü üretimi, uzun dönem ortalamasının üzerindedir ve pandemiden önceki 24 aylık döneme göre %2.29 artış göstermiştir. Pandemi sonrası 12 aylık dönemde ise %1.69 azalmıştır. Bu azalışın nedeninin pandemiden kaynaklı ekonomik nedenler ile işletme koşullarındaki zorluklardan kaynaklandığı söylenebilir.



Şekil1.Toplanan inek sütü ve ambalajlı içme sütü üretimi (ton)

Kaynak: TÜİK, 2023.

Pandemi döneminde toplanan inek sütü miktarına ilişkin standart sapma 48,762 ton, varyasyon katsayısı ise %5.87'dir. Tablo 2'deki verilerde bakıldığında toplanan inek sütüne ilişkin standart sapmanın pandemi döneminde daha düşük olduğu ve aylık değişimin pandemi öncesi ve sonrasına göre daha düşük olduğu görülmektedir. Ancak pandemiden sonra tekrar artış gösterdiği belirlenmiştir. Bu verilere göre pandemi dönemi olarak kabul edilen Mart 2020- Şubat 2022 tarihleri arasında toplanan inek sütü artış göstermiş, ayrıca daha istikrarlı bir süreç yaşanmıştır.

Tablo2. Toplanan inek sütünün pandemi öncesi ve sonrası değişim durumu

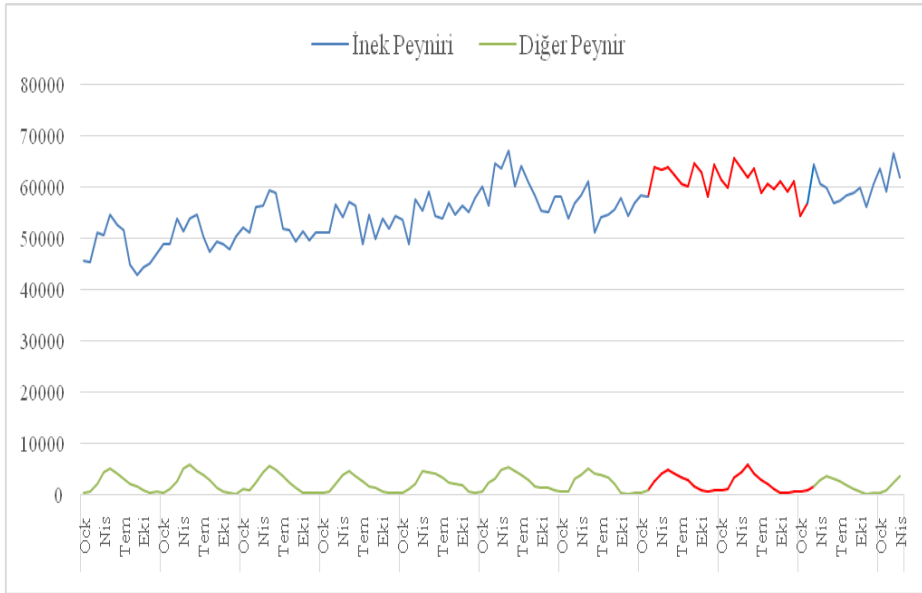
Dönem	Tarih	\bar{x} (ton)	Değişim (ton)	Değişim (%)	Ss	C.V. (Ss/ \bar{x} *100)
Uzun dönem verileri	Ocak 2013-Nisan 2023	777,979	-	-	74,946	9.63
Pandemi öncesi 24 ay	Mart 2018-Şubat 2020	811,455	-	-	59,710	7.36
Pandemi dönemi 24 ay	Mart 2020-Şubat 2022	830,004	+18,549	+2.29	48,762	5.87
Pandemi sonrası 12 ay	Mart 2022-Şubat 2023	815,998	-14,006	-1.69	52,579	6.44

Uzun dönem aylık ortalaması 123,247 ton olan içme sütü miktarı, pandemiden önceki 24 aylık dönemde 128,056 ton olarak gerçekleşmiştir (Tablo 3). Pandemi döneminde aylık ortalama %1.23 artış göstererek 129,627 tona yükselmiş, pandemiden sonra ise %2.50 azalarak 126,381 tona düşmüştür. Pandemi dönemindeki standart sapma 12,488 ton ve varyasyon katsayısı ise %11.14'dür. Bu dönemde standart sapma ve varyasyon katsayısı önceki dönemlere göre azalmıştır. Bunun yanında pandemi sonrasında da azalmalar devam etmiştir. İçme sütü üretiminin, pandemiden sonra bir miktar azalmasına rağmen daha istikrarlı bir yapıya kavuştuğu söylenebilir.

Tablo 3. Ambalajlı içme sütü üretiminin pandemi öncesi ve sonrası değişim durumu

Dönem	Tarih	\bar{x} (ton)	Değişim (ton)	Değişim (%)	Ss	C.V. (Ss/ \bar{x} *100)
Uzun dönem verileri	Ocak 2013-Nisan 2023	123,247	-	-	16,239	13.18
Pandemi öncesi 24 ay	Mart 2018-Şubat 2020	128,056	-	-	14,264	11.14
Pandemi dönemi 24 ay	Mart 2020-Şubat 2022	129,627	+1,571	+1.23	12,488	9.63
Pandemi sonrası 12 ay	Mart 2022-Şubat 2023	126,381	-3,246	-2.50	7,233	5.72

Türkiye için en önemli süt ürünlerinden birisi inek peyniridir. Şekil 2'de inek ve diğer peynir üretimine ilişkin verilerin uzun dönemli seyri görülmektedir. Pandemi döneminde hissedilebilir bir değişim yaşanmadığı görülmektedir.



Şekil2.İnek peyniri ve diğer peynir üretimi (ton)

Kaynak: TÜİK, 2023.

Uzun dönemde aylık ortalama 55,964 ton olan inek peyniri üretimi pandemi öncesindeki 24 aylık dönemde 58,096 ton, pandemi döneminde ise 61,271 ton olarak gerçekleşmiştir. Pandemi döneminde inek peyniri üretimi %5.47 artış göstermiştir. Pandemiden sonraki 12 aylık dönemde ise %2.87 azalarak 59,515 tona düşmüştür. İnek peyniri üretimine ilişkin standart sapma ve varyasyon katsayısının sürekli azalma gösterdiği belirlenmiştir. Bu durum en önemli süt ürünlerinden birisi olan inek peyniri üretimindeki dönemlik ve aylık dalgalanmaların azaldığını ve daha istikrarlı bir üretim sürecinin yaşandığını göstermektedir.

Tablo 4.İnek peyniri üretiminin pandemi öncesi ve sonrası değişim durumu

Dönem	Tarih	\bar{x} (ton)	Değişim (ton)	Değişim (%)	Ss	C.V. (Ss/ \bar{x} *100)
Uzun dönem verileri	Ocak 2013-Nisan 2023	55,964	-	-	5,373	9.60
Pandemi öncesi 24 ay	Mart 2018-Şubat 2020	58,096	-	-	3,826	6.59
Pandemi dönemi 24 ay	Mart 2020-Şubat 2022	61,271	+3,175	+5.47	2,619	4.28
Pandemi sonrası 12 ay	Mart 2022-Şubat 2023	59,515	-1,756	-2.87	1,649	4.01

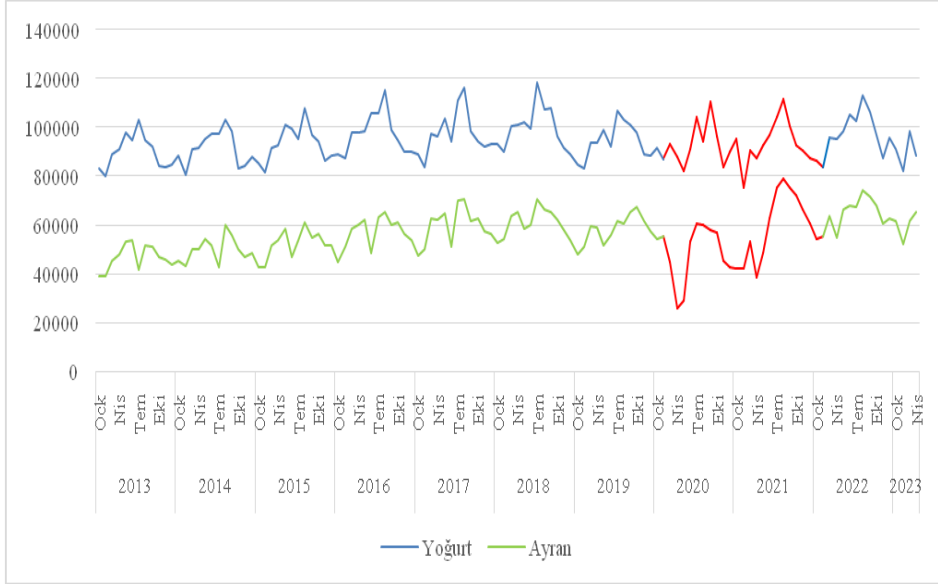
Diğer peynir üretimi büyük oranda koyun ve keçi peynirinden oluşmaktadır. Uzun dönemde 2,237 ton olan üretim, pandemi öncesindeki 24 aylık dönemde 2,494 ton ve pandemi döneminde 2,286 ton olarak gerçekleşmiştir. Pandemi döneminde üretimde %8.34'lük azalma yaşanmıştır. Pandemi sonrasındaki 12 aylık dönemde ise aylık ortalama üretim 1,633 tona gerilemiş ve pandemi dönemine göre %28.57 azalmıştır. Diğer peynir üretiminde standart sapmanın çok yüksek olduğu belirlenmiştir. Doğal olarak varyasyon katsayılarının da yaklaşık %70'ler düzeyinde olduğu görülmektedir. Bunun en önemli nedeninin, koyun ve keçi sütü üretiminin mevsimselliğinden kaynaklandığı söylenebilir. İnek sütü üretiminde laktasyon süresinin uzun olması nedeniyle, peynir üretimi yılın her döneminde gerçekleştirilebilmektedir. Ancak Şekil 2'de görüldüğü gibi küçükbaş hayvancılıkta yılın belirli dönemlerinde süt üretimi söz konusudur ve peynir üretiminde aylar arasındaki varyasyon yüksektir. Bu durum üretimin doğasından kaynaklanmakla birlikte pandemi sonrası dönemde üretimin azalmasının en önemli nedeninin pandemiden kaynaklı nedenlere bağlı olduğu ifade edilebilir.

Tablo 5. Diğer peynir üretiminin pandemi öncesi ve sonrası değişim durumu

Dönem	Tarih	\bar{x} (ton)	Değişim (ton)	Değişim (%)	Ss	C.V. (Ss/ \bar{x} *100)
Uzun dönem verileri	Ocak 2013-Nisan 2023	2,237	-	-	1,649	73.72
Pandemi öncesi 24 ay	Mart 2018-Şubat 2020	2,494	-	-	1,722	69.06
Pandemi dönemi 24 ay	Mart 2020-Şubat 2022	2,286	-208	-8.34	1,641	71.79
Pandemi sonrası 12 ay	Mart 2022-Şubat 2023	1,633	-653	-28.57	1,146	70.18

Türkiye'de en fazla tüketilen süt ürünlerinden yoğurt ve ayranın mutfağın kültüründe ayrı bir yeri bulunmaktadır. Bu iki ürünün hem ev hem de ev dışında tüketimi oldukça yaygındır. Diğer yandan yılın her döneminde üretimi mümkün olmakla birlikte, tüketime bağlı olarak yaz aylarında daha fazla üretilmektedir. Bundan dolayı yıl içinde dalgalı bir üretim süreci söz konusudur (Şekil 3). Diğer yandan özellikle ayran üretiminde yılda çift dalgalı bir üretim süreci yaşanmaktadır. Kış aylarında ve yaz ortasında üretimin daha

düşük olduğu görülmektedir. Pandeminin yaşandığı ilk aylarda ayran üretiminde belirgin bir azalma söz konusudur.



Şekil3.Yoğurt ve ayran üretimi (ton)

Kaynak: TÜİK, 2023.

Uzun dönemde aylık ortalama 94,810 ton olan yoğurt üretimi, pandemi öncesindeki 24 ayda 97,096 ton olarak gerçekleşmiştir (Tablo 6). Pandemi döneminde üretimde %4.27 azalma (92,952 ton/ay) yaşanmış, pandemi sonrasında ise tekrar artışa (97,753 ton/ay) geçmiştir. Yoğurt üretimine ilişkin standart sapma ve varyasyon katsayısının stabil yapıya sahip olduğu görülmektedir. En yüksek varyasyon katsayısının pandemi dönemine ait olduğu belirlenmiştir. Tablo 6'daki verilere göre yoğurt üretiminde mevsimselliğe bağlı olarak %10'un altında dalgalanmalar olduğu, pandemiden etkilenmediği ve üretimin süreklilik özelliği taşıdığı söylenebilir.

Tablo 6.Yoğurt üretiminin pandemi öncesi ve sonrası değişim durumu

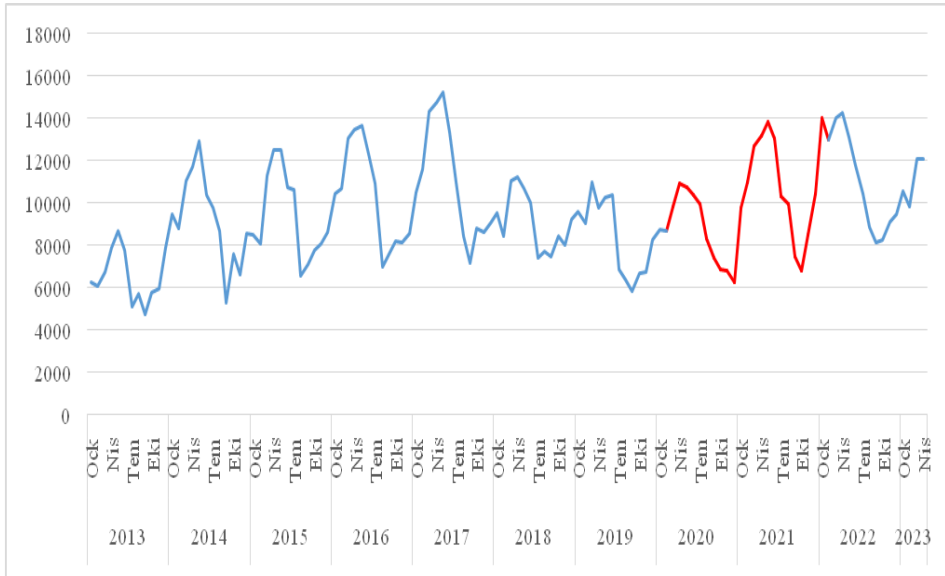
Dönem	Tarih	\bar{x} (ton)	Değişim (ton)	Değişim (%)	Ss	C.V. (Ss/ \bar{x} *100)
Uzun dönem verileri	Ocak 2013-Nisan 2023	94,810	-	-	8,266	8.72
Pandemi öncesi 24 ay	Mart 2018-Şubat 2020	97,096	-	-	8,224	8.47
Pandemi dönemi 24 ay	Mart 2020-Şubat 2022	92,952	-4,144	-4.27	8,514	9.16
Pandemi sonrası 12 ay	Mart 2022-Şubat 2023	97,753	+4,801	+5.17	8,178	8.37

Ayran üretimine ilişkin uzun dönemli veriler incelendiğinde aylık ortalama 55,872 ton üretim sözkonusudur. Pandemi öncesindeki 24 aylık dönemde ortalama 59,639 ton olan ayran üretimi, pandemi döneminde %8.85 oranında azalarak 54,364 tona gerilemiştir. Pandemiden sonra ise 64,181 ton/ay'a yükselmiştir. Ayran üretimine ilişkin standart sapmanın yüksek olduğu ve buna bağlı olarak varyasyon katsayısının da dönemlere göre değişim gösterdiği görülmektedir. Özellikle pandemi döneminde varyasyon katsayısı %25.13'e kadar yükselmiş, pandemiden sonra ise %9.57'e düşmüştür. Bu verilere göre pandemi döneminin başlangıcında ayran üretiminin etkilendiği, pandemiden sonra bu etkinin son bulduğu söylenebilir.

Tablo 7. Ayran üretiminin pandemi öncesi ve sonrası değişim durumu

Dönem	Tarih	\bar{x} (ton)	Değişim (ton)	Değişim (%)	Ss	C.V. (Ss/ \bar{x} *100)
Uzun dönem verileri	Ocak 2013-Nisan 2023	55,872	-	-	9,333	16.70
Pandemi öncesi 24 ay	Mart 2018-Şubat 2020	59,639	-	-	5,488	9.20
Pandemi dönemi 24 ay	Mart 2020-Şubat 2022	54,364	-5,275	-8.85	13,662	25.13
Pandemi sonrası 12 ay	Mart 2022-Şubat 2023	64,181	+9,817	+18.06	6,143	9.57

Süt tozu ve yağsız süt tozu üretimine ilişkin verilerin seyri Şekil 4'de verilmiştir. Üretimde mevsimselliğin söz konusu olduğu, Mayıs aylarında maksimum düzeye çıkan üretimin Eylül aylarında en düşük düzeyde gerçekleştiği görülmektedir. Pandemi öncesindeki 3 yılda üretimin genel olarak düşük gerçekleştiği, ancak sonraki yıllarda genel üretim seyrini devam ettirdiği belirlenmiştir.



Şekil 4. Süt tozu ve yağsız süt tozu üretimi (ton)

Kaynak: TÜİK, 2023.

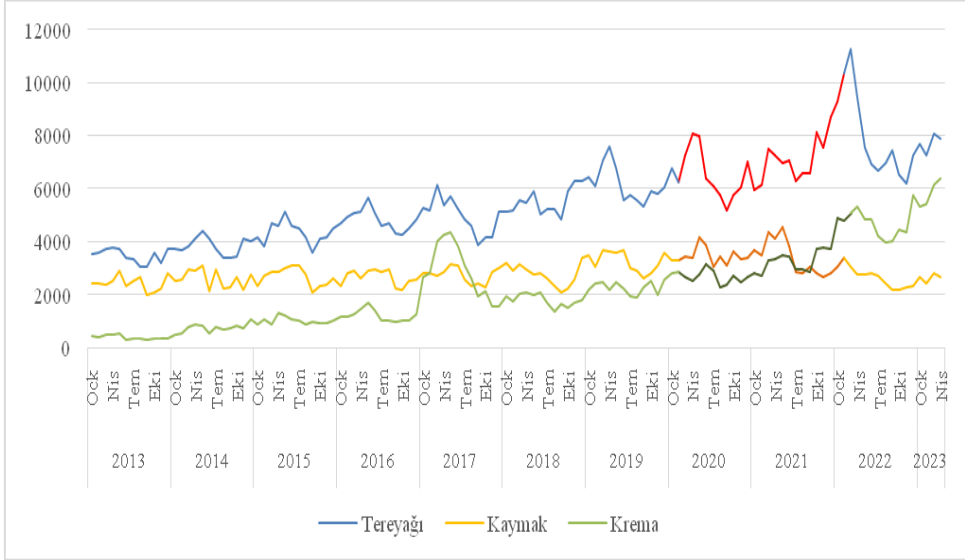
Uzun dönemde süt tozu ve yağsız süt tozu üretimine ilişkin aylık ortalama üretim 9,529 ton iken, pandemiden önceki 24 aylık dönemde 8,748 ton/ay olarak gerçekleşmiştir (Tablo 8). Pandemi döneminde ise %15.12 artışla 10,071 tona, pandemi sonrasında ise 10,672 tona yükselmiştir. Süt tozu ve yağsız süt tozu üretimine ilişkin standart sapmanın yüksek olduğu görülmektedir. Uzun dönemli varyasyon katsayısı %24.98 iken, bu oran pandemi öncesi %18.15 ve pandemi döneminde %23.30 olarak gerçekleşmiştir. Pandemiden sonraki 12 aylık döneme ilişkin varyasyon katsayısı ise %19.34'dür. Üretim ve buna bağlı varyasyon katsayısının dönemler itibarıyla değişimler gösterdiği, bu değişimin pandemi dışındaki faktörlere bağlı olduğu söylenebilir.

Tablo 8. Süt tozu yağsız süt tozu üretiminin pandemi öncesi ve sonrası değişim durumu

Dönem	Tarih	\bar{x} (ton)	Değişim (ton)	Değişim (%)	Ss	C.V. (Ss/ \bar{x} *100)
Uzun dönem verileri	Ocak 2013-Nisan 2023	9,529	-	-	2,380	24.98
Pandemi öncesi 24 ay	Mart 2018-Şubat 20120	8,748	-	-	1,588	18.15
Pandemi dönemi	Mart 2020-Şubat	10,071	+1,323	+15.12	2,347	23.30

24 ay	2022					
Pandemi sonrası 12 ay	Mart 2022-Şubat 2023	10,672	+601	+5.97	2,064	19.34

Türkiye’de tereyağıve krema üretimi son 10 yılda mevsimsel dalgalanmalar göstermesine rağmen genel olarak sürekli artış göstermiştir (Şekil 5). Kaymak üretiminde ise durağan bir seyir yaşandığı görülmektedir.



Şekil 5.Tereyağı, kaymak ve krema üretimi (ton)

Kaynak: TÜİK, 2023.

Uzun dönemde aylık ortalama tereyağı üretimi 5,530 tondur. Pandemi öncesi 24 aylık dönemde 5,927 ton/ay olan üretim, pandemi döneminde %23.87 artarak 7,085 ton/ay’a, pandemi sonrasında ise 7,579 tona yükselmiştir. Pandemi döneminde ve sonrasında üretim artmış olmakla birlikte varyasyon katsayısı da artmış ve üretimde dalgalı bir süreç yaşanmıştır.

Tablo 9.Tereyağı üretiminin pandemi öncesi ve sonrası değişim durumu

Dönem	Tarih	\bar{x} (ton)	Değişim (ton)	Değişim (%)	Ss	C.V. (Ss/ \bar{x} *100)
Uzun dönem verileri	Ocak 2013-Nisan 2023	5,530	-	-	1,597	28.88
Pandemi öncesi 24 ay	Mart 2018-Şubat 2020	5,927	-	-	650	10.97
Pandemi dönemi 24	Mart 2020-Şubat	7,085	+1,415	+23.87	1,194	16.85

ay	2022					
Pandemi sonrası 12 ay	Mart 2022-Şubat 2023	7,579	-494	-6.97	1,356	17.89

Uzun dönem verilerine göre aylık ortalama kaymak üretimi 2,860 tondur. Pandemi öncesindeki 24 aylık süreçte ortalama kaymak üretimi 3,017 ton olarak gerçekleşmiş, pandemi döneminde ise %14.05 artarak 3,441 tona ulaşmıştır. Pandemiden sonra ise %25.95 azalarak 2.548 tona gerilemiştir. Üretim sürecine ilişkin varyasyon katsayısının her geçen dönem azaldığı görülmektedir.

Tablo 10.Kaymak üretiminin pandemi öncesi ve sonrası değişim durumu

Dönem	Tarih	\bar{x} (ton)	Değişim (ton)	Değişim (%)	Ss	C.V. (Ss/ \bar{x} *100)
Uzun dönem verileri	Ocak 2013-Nisan 2023	2,860	-	-	503	17.59
Pandemi öncesi 24 ay	Mart 2018-Şubat 2020	3,017	-	-	460	15.25
Pandemi dönemi 24 ay	Mart 2020-Şubat 2020	3,441	+424	+14.05	508	14.76
Pandemi sonrası 12 ay	Mart 2022-Şubat 2023	2,548	-893	-25.95	276	10.83

Uzun dönem aylık ortalama krema üretimi 2,211 ton olarak gerçekleşmiştir. Pandemi öncesindeki 24 aylık dönemde 2,102 ton/ay olan üretim pandemi döneminde %49.86 artarak 3,150 tona, pandemiden sonraki dönemde ise 4.795 tona yükselmiştir. Uzun dönemde dalgalı bir üretim süreci yaşanan kremada son yıllarda varyasyon katsayısı azalmış ve pandemi döneminde %20.95'e, pandemiden sonra ise %12.3'e gerilemiştir.

Tablo 11.Krema üretiminin pandemi öncesi ve sonrası değişim durumu

Dönem	Tarih	\bar{x} (ton)	Değişim (ton)	Değişim (%)	Ss	C.V. (Ss/ \bar{x} *100)
Uzun dönem verileri	Ocak 2013-Nisan 2023	2,211	-	-	1,468	66.40
Pandemi öncesi 24 ay	Mart 2018-Şubat 2020	2,102	-	-	382	18.17
Pandemi dönemi 24 ay	Mart 2020-Şubat 2022	3,150	+1,048	+49.86	660	20.95
Pandemi sonrası 12 ay	Mart 2022-Şubat 2023	4,795	+1,645	+52.22	577	12.03

3. SONUÇ

Türkiye’de çiğ süt üretimi son iki yılda bir miktar azalmasına rağmen, uzun dönemde artış seyrindedir. Çiğ süt üretimi %90’dan daha fazla oranda inek sütünden oluşmaktadır. İnek sütünün yaklaşık yarısı toplanmakta ve sanayiye aktarılmaktadır. Yapılan çalışmada toplanan inek sütünün pandemi döneminde %2.29 artış gösterdiği, pandemiden sonraki 12 aylık dönemde ise %1.69 azaldığı belirlenmiştir. Bu azalışın nedeninin pandemiden kaynaklı ekonomik nedenler ile işletme koşullarındaki zorluklardan kaynaklandığı söylenebilir. Diğer yandan toplanan inek sütü miktarına ilişkin varyasyon katsayısında pandemi döneminde azalma olduğu saptanmıştır. Ambalajlı içme sütü üretim miktarının da pandemi öneminde arttığı, pandemiden sonra azalmasına karşılık varyasyon katsayısının daha düşük gerçekleştiği belirlenmiştir.

Pandemi döneminde inek peyniri üretiminin %5.47 artış gösterdiği, pandemiden sonra ise %2.87 azaldığı belirlenmiştir. İnek peyniri üretimine ilişkin standart sapma ve varyasyon katsayısının sürekli azalma gösterdiği, dönemlik ve aylık dalgalanmaların azaldığı ve daha istikrarlı bir üretim sürecinin yaşandığı saptanmıştır. Bunun aksine diğer peynir (koyun, keçi) üretiminde pandemi ve sonrası dönemde azalma olduğu, varyasyon katsayısının yüksek gerçekleştiği belirlenmiştir.

Yoğurt ve ayran üretimi uzun dönemde benzer bir seyir göstermektedir. Pandemi döneminde yoğurt üretiminde aylık ortalama %4.27 azalma yaşanmış, pandemi sonrasında ise tekrar artışa geçmiştir. Yoğurt üretimine ilişkin standart sapma ve varyasyon katsayısının stabil yapıya sahip olduğu, en yüksek varyasyon katsayısının pandemi dönemine ait olduğu belirlenmiştir. Ayrıca yoğurt üretiminde mevsimselliğe bağlı olarak %10’un altında dalgalanmalar olduğu, pandemiden etkilenmediği ve üretimin süreklilik özelliği taşıdığı söylenebilir. Ayran üretimi pandemi döneminde %8.85 oranında azalmış pandemiden sonra ise uzun dönem ortalama verilerine tekrar yükselmiştir. Pandemi döneminde varyasyon katsayısı %25.13’e kadar yükselmiş, pandemiden sonra ise %9.57’e düşmüştür. Bu verilere göre pandemi döneminin başlangıcında ayran üretiminin etkilendiği, pandemiden sonra bu etkinin son bulduğu söylenebilir.

Süt tozu ve yağsız süt tozu üretimine ilişkin standart sapmanın yüksek olduğu belirlenmiştir. Uzun dönemli varyasyon katsayısı %24.98 iken, bu oran pandemi öncesi %18.15 ve pandemi döneminde %23.30 olarak gerçekleşmiştir. Pandemiden sonraki 12 aylık döneme ilişkin varyasyon katsayısı ise %19.34'dür. Üretim ve buna bağlı varyasyon katsayısının dönemler itibarıyla değişimler gösterdiği, bu değişimin pandemi dışındaki faktörlere bağlı olduğu söylenebilir.

Tereyağı üretimi pandemi döneminde ve sonrasında artmış olmakla birlikte varyasyon katsayısı da artmış ve üretimde dalgalı bir süreç yaşanmıştır. Tereyağı üretiminin pandemiden etkilenmediği, ithalatta yaşanan sıkıntılardan dolayı yurtiçi üretimde artışlar olduğu söylenebilir. Kaymak üretimi pandemi döneminde %14.05 artmış, pandemiden sonra ise %25.95 azalma göstermiştir. Üretim sürecine ilişkin varyasyon katsayısının her geçen dönem azaldığı belirlenmiştir. Krema üretiminde pandemi döneminde ve sonrasında yaklaşık %50 oranında artış yaşanmıştır. Uzun dönemde dalgalı bir üretim süreci yaşanan kremada son yıllarda varyasyon katsayısı azalmış ve pandemi döneminde %20.95'e, pandemiden sonra ise %12.3'e gerilemiştir.

KAYNAKLAR

- Abate, G. T., de Brauw, A., Hirvonen, K. (2020). Food and nutrition security in Addis Ababa, Ethiopia during COVID-19 pandemic: June (2020) report. ESSP Working Paper 145. Washington, DC: International Food Policy Research Institute (IFPRI).
- Anonim, (2020). Türkiye Diyetisyenler Derneği. COVID-19 Beslenme Önerileri. <http://www.tdd.org.tr/index.php/duyurular/69-covid-19-beslenme-onerileri>. (Erişim Tarihi:16 Eylül 2020).
- Anonim, (2021). “Durum Tahmin Raporu, Süt ve Süt Ürünleri”, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, Ankara.
- Bandyopadhyay, S. (2020). Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): We Shall Overcome, Springer. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 22, 545-546.
- Del Rio-Chanona, R. M., Mealy, P., Pichler, A., Lafond, F., Farmer, J. D. (2020). Supply and Demand Shocks in the COVID-19 Pandemic: An Industry and Occupation Perspective, Research Gate.
- FAO, (2023). Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Hepburn, C., Callaghan, B., Stern, N., Stiglitz, J., Zenghelis, D. (2020). Will COVID-19 Fiscal Recovery Packages Accelerate or Retard Progress on Climate Change, Oxford Smith School of Enterprise and the Environment, Working Paper no.
- Karataş, A. (2021). COVID 19’un Türkiye Dış Ticaretine Kısa Dönem Etkilerinin Ürün Grubu Bazında İncelenmesi. İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi, 10 (3), 2129-2152.
- Kouam, H. (2020). COVID-19 and Oil Prices, *SSRN Electronic Journal*, 1-14.
- OECD (2020). Organisation for Economic Co-operation and Development. COVID19 and the Food and Agriculture Sector: Issues and Policy Responses, Tackling Coronavirus (COVID-19) Contributing to a Global Effort.

- Perrin, A., Martin, G. (2021). Resilience of French organic dairy cattle farms and supply chains to the COVID-19 pandemic. *Agric. Syst.*;190:103082.
- Pu, M., ve Zhong, Y. (2020). Rising concern söver agricultural production as COVID-19 spreads: Lessons from China. *Global Food Security*, 26(100409):1-7.
- Schmidhuber, J., Pound, J., Qiao, B. (2020). COVID-19: Channels of transmission to food and agriculture. *Covid*.
- Snow, V., Rodriguez, D., Dynes R., Kaye-Blake, W., Mallawaarachchi, T., Zydenbos, S., Cong, L., Obadovic, I., Agnew, R., Amery, N., Bell, L., Benson, C., Clinton, P., Dreccer, M., Dunningham, A., Gleeson, M., Harrison, M., Hayward, A., Holzworth, D., Stevens, D. (2020). Resilience achieved via multiple compensating subsystems: The immediate impacts of COVID-19 control measures on the agri-food systems of Australia and New Zealand. *Agricultural Systems*. 103025. 10.1016/j.agsy.2020.103025.
- Şimşek, O., Çetin, C., Bilgin, B. (2005). İstanbul ilinde içme sütü tüketim alışkanlıkları ve bu alışkanlıkları etkileyen faktörlerin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(1), 23-35.
- Terin, M., F. Yavuz, (2015)., “Türkiye Bölgeler Arası Optimum Süt ve Ürünleri Akışı: Spatial Denge Modeli3”, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2015, 52 (2):207-217 ISSN 1018.
- TÜİK,(2023). Türkiye İstatistik Kurumu <http://www.tuik.gov.tr> . (Erişim Tarihi: 20.07.2023)
- Varshney, D., Roy, D., Meenakshi, J. V. (2020), *Impact of COVID-19 on Agricultural Markets: Assessing The Roles of Commodity Characteristics, Disease Case load And Market Reforms*, Springer.
- Weersink A, vonMassow M, Bannon N, Ifft J, Maples J, McEwan K, McKendree MGS, Nicholson C, Novakovic A, Rangarajan A, Richards T, Rickard B, Rude J, Schipanski M, Schmitkey G, Schulz L, Schuurman D, Schwartzkopf-Genswein K, Stephenson M, Thompson J,

Wood K. (2021). COVID-19 and the agri-food system in the United States and Canada. 188:103039.

WHO (2020). World Health Organization. Nutrition advice for adults during the COVID-19 outbreak. [http:// www.emro.who.int/nutrition/nutrition-infocus/nutrition-advice-for-adults-during-the-covid-19-outbreak.html](http://www.emro.who.int/nutrition/nutrition-infocus/nutrition-advice-for-adults-during-the-covid-19-outbreak.html). (Erişim Tarihi:16 Eylül 2020).

Zurayk, R. (2020). Pandemic and food security: A view from the Global South. *Journal of Agriculture, Food Systems, and Community Development*, 9(3),17-21.

BÖLÜM 21

ÜZÜMSÜ MEYVE ÜRETİMİNDE TÜRKİYE’NİN MEVCUT DURUMU

Dr. Öğr. Üyesi Öznur ÖZ ATASEVER¹
Zir. Yük. Müh. Şükran BORAN²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10221397>

¹ Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tokat, Türkiye, oznur.ozatasever@gop.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-8372-5327

² Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tokat, Türkiye, sukranbrnn@gmail.com, ORCID ID:0000-0001-8546-2156

GİRİŞ

Ülkemiz birçok meyve türünün anavatanı ve meyvecilik kültürünün beşiğidir. Meyvecilik kültüründe önem kazanmış olan birçok meyve türü bu topraklarda ortaya çıkmıştır. Kültürü yapılan meyve türlerinin dışında yabancı formda meyvelere de rastlamak mümkündür. Türkiye’de ticari önemi olan 35 meyve türünün yetiştiriciliği yapılmaktadır. Türkiye’de 2021 yılı itibari ile 38 482 bin hektar tarım alanının 38 482 bin ha’lık alanında meyve içecek ve baharat bitkileri üretimi yapılmaktadır (TUİK, 2023). Üretimi yapılan meyve grupları içerisinde ilk sırayı üzüm ve üzüksü meyveler almaktadır. Bu grup içerisinde üretim lideri üzüm olup, toplam grup üretiminin yaklaşık %85’ini oluşturmaktadır (Gerçekcioğlu ve ark., 2023). 2021 yılı itibari ile dünya genelinde ise toplam 2.2 milyon hektar alanda yaklaşık 18 milyon ton üzüksü meyve üretimi gerçekleşmiştir. Bu grup içerisinde en çok üretilen ürünler sırasıyla; çilek, kivi mavi yemiş, ahududu, frenk üzümü, turna yemişi, beктаşı üzümü ve diğer üzüksü meyveler grubudur. Diğer grupta yer alıp, bazı ülkelerde ticari olarak üretilen, ancak birçok ülkede yabancı formda bulunan meyveler ise; siyah ahududu, böğürtlen, mürver, kuş üzümü ve diğer vaccinium grubu meyvelerdir (FAO, 2023). Bu türler Türkiye’nin doğal yayılma alanı içinde olup, bütün bölgelerde farklı formları bulunmaktadır (Ağaoğlu ve Gerçekcioğlu 2013).

Botanik olarak basit taneli bir meyve grubu içerisinde yer alan üzüksü meyveler; genellikle çiçeklerin ovaryum dokularından gelişmekte, meyve çeperi veya perikarpın etlenmesi ve sulanmasıyla yenilebilir forma gelmektedir. Üzüksü meyvelerin hepsi çok yıllık (perennial) bitkiler olup genellikle odunsu yapıdadırlar (Ağaoğlu ve Gerçekcioğlu 2013).

Üzüksü meyveler tüketici tarafından sevilen, farklı şekillerde değerlendirilen ve çok amaçlı yetiştirilen bir meyve türüdür. Yetiştirilip üç farklı pazarlama kanalından birinde tüketiciye sunulur: üretim yerinde (çiftlikte satış) satış yoluyla doğrudan pazarlama, daha uzak pazarlara gönderilen yerel mağazalar aracılığıyla taze satış; ve dondurulmuş meyve, püre, kurutulmuş veya meyve suyu olarak işlenmiş meyveler küçük perakende paketlerde doğrudan tüketicilere satılabilir. Genellikle gıda üreticileri tarafından dondurma, yoğurt, reçel, jöle, meyve suyu karışımları, unlu

mamuller, tahıllar ve şaraplar gibi diğer ürünlerin yapında kullanılmaktadır (Zhao 2007).

Üzüksü meyveler son 25 yıl içerisinde gittikçe artan bir önem kazanmıştır. Bu gruptaki meyveler dünyada çok sevilen, çok tüketilen ve çeşitli şekillerde değerlendirilen meyve türleridir. Kuzey yarım küresinde çok geniş bir alana yayılmışlardır. Güney yarım kürenin de rakımı yüksek kesimlerinde bulunmaktadırlar. Türkiye bu türlerin doğal yayılma alanı içinde bulunmakta, hemen bütün bölgelerde bir veya birkaç türün farklı formlarına rastlanmaktadır (Ağaoğlu 1986, Ağaoğlu, 2006).

Her yıl düzenli ürün vermeleri, kısa sürede meyveye yatmaları ve yetiştiriciliklerinin kolay olması nedeniyle tarım işletmelerince tamamlayıcı türlerdir. Aile işletmelerinin de ideal ürün grubudur. Antioksidan bakımından oldukça zengin olup insan beslenmesinde genellikle taze ya da işlenmiş ürünler olarak tüketilen biyoaktif bileşiklerin oluşmasında önemli bir kaynak olup, değeri gün geçtikçe daha da artmaktadır (Ağaoğlu ve Gerçekcioğlu 2013; Côté ve ark., 2010; Garzón ve ark., 2009; Ścibisz and Mitek, 2009).

Bu çalışma dünyada ve Türkiye’de en çok üretilen üzüksü meyve türlerinin üretim miktarları ve üretim alanlarına ait FAO ve TÜİK’e ait istatistiksel verilerin değerlendirmesini kapsamaktadır.

1. DÜNYA ve TÜRKİYE ÜZÜKSÜ MEYVE ÜRETİMİNİN DURUMU

1.1. Çilek

2021 yılı itibari ile dünyada 389.665 ha alanda, toplam 9.175.384,43 ton çilek üretimi gerçekleşmiştir (FAO, 2021) (tablo 1). Dünya toplam çilek üretiminin neredeyse yarısı Asya kıtasında gerçekleşmiştir. Bu bölgede en fazla üretim yapan ülkeler sırasıyla Çin (3380478.19 t), Türkiye (669195 t), Kore Cumhuriyeti (193851.69 t), Japonya (155932.87 t), ve İran (64839.75 t)’dır. Dünya genelinde en fazla üretim yapan ülkeler ise Çin, Amerika ve Türkiye olarak sıralanmaktadır. Türkiye toplam 669195 ton çilek üretim miktarı ile dünyada üçüncü, Asya’da ikinci sıradadır (tablo2).

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de üzüksü meyve üretimi içerisinde en yüksek pay çileğe aittir. Bu sırayı kivi, ahududu, maviyemiş, bektaş üzüümü,

frenk üzümü ve kızılcık takip etmektedir. Ülkemizde ise sıralama çilek, kivi, dut, kızılcık, ahududu, mavi yemiş ve maviyemiş olarak görülmektedir (tablo 1,3).

Tablo 1. 2021 yılı Dünya çapında en çok üretilen üzüksü meyvelerin üretim alanları ve miktarları

Tür	Bölge	Alan (ha)	ÜretimMiktarı (t)
Çilek	Afrika	16968	634287.96
	Asya	166716	4534281.06
	Orta Amerika	12729	561917.08
	Avrupa	154697	1762207.94
	Kuzey Amerika	22916	1235705
	Okyanusya	2293	60315.68
	Güney Amerika	13347	386669.7
	Dünya Toplam	389665	9.175.384,43
Kivi	Afrika	6	33,69
	Asya	215460	2.799.828,42
	Avrupa	46581	860.230,00
	Kuzey Amerika	1825	36.407,34
	Okyanusya	15688	631.039,43
	Güney Amerika	7374	139.560,45
	Dünya Toplam	286934	4.467.099,33
Maviyemiş	Afrika	16	71,02
	Asya	97	663,49
	Avrupa	30446	187.726,00
	Kuzey Amerika	90656	497.681,00
	Orta Amerika	5833	66.481,52
	Okyanusya	2436	9.871,76
	Güney Amerika	34257	350.765,82
	Dünya Toplam	163741	1.113.260,6
Ahududu	Afrika	67	398,25
	Asya	3343	15.011,32
	Avrupa	86283	602.100,00
	Kuzey Amerika	8158	86.712,00
	Orta Amerika	8520	165.676,62
	Okyanusya	370	706,11
	Güney Amerika	3824	15.934,27

	Dünya Toplam	110567	886.538,58
Frenk Üzümü	Afrika	-	-
	Asya	654	4056.92
	Avrupa	128975	719.695,75
	Kuzey Amerika	-	-
	Orta Amerika	-	--
	Okyanusya	706	4974.33
	Güney Amerika	1	3.08
	Dünya Toplam	130336	728.730,08

Tablo2. 2021 yılı itibari ile üzüksü meyve türlerine göre en fazla üretim yapan ülkeler ve üretim alanları

Tür	Ülke	ÜretimMiktari (t)	Üretimalanı (da)
Çilek	Çin	3.380.478,19	128537
	Amerika	1.211.090,00	19992
	Türkiye	669.195,00	18676
	Meksika	542.890,63	11905
	Mısır	470.913,10	12579
	İspanya	360.570,00	7220
	Rusya	237.200,00	35466
Kivi	Çin	2.380.787,59	199138
	Yeni Zelanda	628.496,41	15523
	İtalya	416.060,00	24850
	Yunanistan	313.390,00	12570
	İran	294.263,40	9760
	Şili	139.560,45	7374
	Türkiye	86.362,00	3884
Mavi yemiş	Amerika	351.130,00	48724
	Peru	227.971,00	16041
	Kanada	146.551,00	41932
	Şili	122.795,00	18216
	Meksika	66.482,00	5833
	İspanya	61.230,00	4570
	Polonya	55.300,00	10700
Ahududu	Rusya	197.700,00	23809
	Meksika	165.676,62	8520

	Polonya	103.900,00	19800
	Sırbistan	110.589,00	20807
	Amerika	81.150,00	6758
	İspanya	48.830,00	2420
	Ukrayna	36.290,00	5400
Frenk üzümü	Rusya	474.400,00	62340
	Polonya	152.000,00	43400
	Ukrayna	27.030,00	3700
	Almanya	13.770,00	2130
	Britanya/İrlanda	12.995,00	2765

Dünyada olduğu gibi Türkiye’de de üzümü meyve grubundan en fazla üretilen meyve çilektir (Çizelge 3). Tüketiciler tarafından sevilerek tüketilmesi, her mevsim talebinin olması, ara ziraatına uygun olması, farklı birçok iklim ve toprak koşullarına adaptasyonunun olması sebebiyle ülkemizde çilek üretim miktarı gittikçe artan bir grafiğe sahiptir (Ağaoğlu ve Gerçekcioğlu 2013).

Tablo 3. Türkiye’de Üzümü Meyveler Üretim Miktarı (ton)(TUİK 2023)

Yıl	Çilek	Kivi	Dut	Kızılcık	Ahududu	Maviyemiş
2018	440968	61.920	66647	10.243	5875	375
2019	486705	63.798	69317	10.269	5975	443
2020	546525	73.745	70620	14.231	5445	1287
2021	669195	86.362	69475	13.745	5093	2496
2022	728.112	100.772	72.892	13.750	6.652	4.305

Tablo 4 .Türkiye’de Üzümü Meyvelerin Toplam Alanı (dekar)(TUİK 2023)

Yıl	Çilek	Kivi	Dut	Kızılcık	Ahududu	Maviyemiş
2018	161.021	29.902	22717	1511	6769	990
2019	160.899	30.666	19916	1544	6875	1055
2020	179.777	32.613	20515	1721	6943	2128
2021	186.761	38.844	19999	2990	7095	4197
2022	222.715	42.191	16334	1745	7981	6613

1.2 Kivi

Kivi son yıllarda üretimi ülkemizde ve dünyada hızla artan meyve türlerindedir. Doğu ve Güney Çinde doğal olarak yetişen, sarılıcı, tırmanıcı ve kışın yaprağını döken bir türdür. Bu yüzyılın başlarına kadar doğal yetiştirme alanı olan Çin dışında pek bilinmeyen kivinın ticari yetiştiriciliği 1950 (*Actinidiadeliciosa*) ve 1990 (*Actinidiachinensis*) yıllarında başlamıştır. Ticari açıdan önem taşıyan kültür çeşitleri *Actinidiadeliciosa* türü içerisinde bulunan Hayward, Bruno ve Monty çeşitleridir (Ağaoğlu ve Gerçekcioğlu 2013; Doka, 2015).

2021 yılı itibari ile Dünyada toplam 4.467.099,33 ton kivi üretimi gerçekleşmiştir. Dünya toplam üretiminin yarısından fazlası 2.799.828,42ton olarak Asya kıtasıda gerçekleşmiştir (Çizelge 1). Bu bölge üretiminin neredeyse tamamını 2.380.787,59 ton ile Çin karşılamaktadır. En fazla üretim yapan ikinci ülke İran (294.263,4 t)'dır. Üçüncü sırada 86.362,00 t ile Türkiye, dördüncü sırada ise 21.689,33 t ile Japonya yer almaktadır (Çizelge 2). Dünya geneline bakıldığında ise yine Çin birinci sırada, Yeni zellenda 628.496,41 t ile ikinci, İtalya 416.060,00 t ile üçüncü sırada yer alırken, Türkiye dünya kivi üretimi sırlamasında yedinci sırada yer almaktadır (Çizelge 2). Türkiye'de istatistiki verilere ilk olarak 2000 yılında toplam 1400 ton ile giren kivinın 2022 yılı itibari ile üretim miktarı 100,772 tona ulaşmıştır (Çizelge 3)(TUİK, 2023).

1.3. Mavi Yemiş

Asidik, iyi drenaja sahip olmayan kumlu topraklarda gelişebilen, değerli bir türdür. Yabani formlarının yoğun olarak bulunduğu Kuzey Amerika, mavi yemişin ana üreticisi konumundadır. Mavi yemiş Ericaceae familyasının *Vaccinium* cinsine ait bir türdür. Mavi yemiş türleri genellikle boylarına göre gruplandırılır ve alçak boylu (Lowbush), yüksek boylu (highbush) ve tavşan gözü (rabbiteye)türleri olarak anılır. Bu tür ancak 20. yüzyılda kültüre alınmıştır (Rowland ve ark., 2011).Tropikal formlardan ılıman iklim şartlarına adapteolmuş olan bu tür ülkemizde Karadeniz Bölgesi başta olmak üzere Marmara ve Doğu Anadolu Bölgesinin bazı yerlerinde doğal olarak yayılım göstermektedir (Ağaoğlu ve Gerçekcioğlu, 2013). Ancak 20. Yüzyılda kültüre alınan bu tür ülkemize 2000yıllarda getirilmiştir.

Karadeniz Bölgesi başta olmak üzere Marmara ve Doğu Anadolu bölgesinin bazı bölgelerinde doğal olarak yayılım göstermektedir (Rowland ve ark., 2011; Ağaoğlu ve Gerçekcioğlu, 2013).

Mavi yemiş 1.113.260,6 ton üretimi ile dünyada en çok üretilen üzüksü meyveler sıralamasında üçüncü sıradadır (Tablo 1). Kuzey Amerika 497.681,00 ton üretimi ile toplam üretimin neredeyse yarısını karşılamaktadır. Bu bölgede Amerika Birleşik Devletleri 351.130 ton ile ilk sırada, Kanada ise 146.551ton ile en fazla üretim yapan ikinci ülke konumundadır (Tablo 2). Dünya toplam üretiminin %31.5 i ise Güney Amerika'da gerçekleşmektedir. Peru 227.971,00 ton üretimi ile ilk sırada, Şili ise 122.794,82 ton üretimi ile ikinci sıradadır (tablo 2). Ülkemiz üzüksü meyve üretim miktarlarına bakıldığında ise mavi yemiş toplam 6613 da alanda, 4305 ton üretimi ile altıncı sırada yer almaktadır (Tablo 3,4).

1.4 Ahududu

Ahududu, *Rosaceae* familyasının *Rosoideae* alt familyası, *Rubus* cinsi içinde yer almaktadır. *Rubuscinsi* iki alt cinse ayrılmaktadır. Ahududu türü *Idaeobatus* alt cinsi içerisinde yer almaktadır. Ahududu bitkisinin menşesi yerinin Türkiye'nin İda (Kaz Dağları) dağları olduğu ileri sürülmektedir. Latincesi olan *Rubus İdaeus* isminin tür ismi İda Dağından alınmıştır. İlk olarak Romalı bir tarımcı olan Palladius'un 4. yüzyıl kayıtlarında bulunan ahududunun muhtemelen Romalılar tarafından Avrupaya yayıldığı düşünülmektedir (Graham ve ark., 2007; Ağaoğlu ve Gerçekcioğlu, 2013).

Dünya üzerinde birçok ülkede yayılış alanı bulunan önemli bir türdür. Türkiye'nin uygun ekolojik faktörlerine rağmen halen yeterince yaygın değildir. Ülkemiz Marmara ve Karadeniz Bölgeleri ahududu yetiştiriciliği için uygundur (Ağaoğlu ve Gerçekcioğlu, 2013). Dünya üzerinde ise Asya'nın yanı sıra Doğu ve Güney Afrika, Avrupa ve Kuzey Amerika'da yaygındır (Graham ve ark.,2007).

2021 yılı itibari ile dünya toplam ahududu üretimi 110567 ha alanda 886538,58 tondur. Toplam üretimin %50 sinden fazlası (602.100,00 t) Avrupa ülkelerinde gerçekleşmiştir (tablo 1). En fazla üretim yapan ülkeler sırasıyla Rusya (197.700,00 t), Meksika (165.676,62 t) ve Polonya (103.900,00t) dir. Ülkemizde ahududu üretimi 2000 yılından itibaren istatistiklere girmiştir.

2000 yılında 3150 da alanda 1800 ton olan üretim miktarı 2021 yılı itibari ile 7981 da alanda 6.652 ton olarak kaydedilmiştir (tablo 3,4).

1.5. Frenk Üzümü

Ülkemizde, frenk üzümü kuzey bölgelerde Artvin'den Çanakkale'ye kadar Bursa ilini de içine alan 1000 m üstündeki alanlarda doğal olarak yetişmekte, Orta ve Doğu Anadolu da ise 3000 m kadarki nemli bölgelerde görülmektedir. (Işık ve ark., 2001; Onur, 2006).Frenk üzümünün gövdeleri genellikle küçük çalılar şeklinde olup dik büyürler. Diğer üzüksü meyveler ile karşılaştırıldığında C vitamini içeriklerinin oldukça yüksek olduğu (50-280 mg/100 g) hatta turunçgillerden 4-5 kat daha fazla askorbik asit içermektedir (Hummer ve Barney, 2002; Nour ve ark., 2011).Yüksek biyoaktif bileşikler ve antioksidan içeriği nedeniyle insan sağlığında önemlidir (Godevac ve ark., 2011) ve bu meyveler yüzyıllardır gıda, içecek aynı zamanda ilaç olarak kullanılmaktadır.

Ülkemizde frenk üzümü yetiştiriciliği konusunda 1997 yılından itibaren çalışmalar başlatılmıştır. Kapama bahçeler şeklinde yetiştiriciliği halen sınırlı düzeydedir. Türkiye düzeyinde veri bulunmamaktadır.

2021 yılı itibari ile dünya genelinde ise toplam 728.730,08 ton üretim gerçekleşmiştir. Avrupa toplam üretimin tamamına yakınına sahiptir. Rusya474.400 ton ile en fazla üretimin gerçekleştiği ülkedir. 152.000 ton ile Polonya ikinci sırada, 27.030 ton ile Ukrayna üçüncü sıradadır. Dördüncü sırada Almanya (13.770 t), beşinci sırada ise Biritanya/İrlanda (12.995 t) yer almaktadır (Çizelge 1,2).

2. SONUÇ

Üzüksü meyveler geniş kullanım alanları sebebiyle, ticari açıdan kazançlı ürünlerdir. İçerdikleri vitamin ve minerallerce oldukça zengin olması, son yıllarda, özellikle pandemi döneminde, bu türe olan talebi artırmıştır.

Bu türler ülkemiz genelinde doğal olarak yetişebilmekte, kültürel işlemlere (budama, toprak işleme, gübreleme gibi) çok fazla gereksinim duymadan kaliteli ürün elde edilebilmektedir. Bu avantajları dikkate

alındığında ülkemiz meyvecilik sektöründe mutlaka değerlendirilmesi gereken türlerdir.

Veriler incelendiğinde dünya genelinde Bektaşı üzümü ve trabzon hurması verileri mevcuttur fakat dut ile ilgili bir veriye rastlanmamıştır. Ülkemizde ise dut, üzümsü meyveler içerisinde üretim miktarı açısından üçüncü sıradadır. Yine FAO verilerinde böğürtlen ile ilgili bir veriye ulaşılamamıştır, ülkemizde ise 3384 ton ile yedinci sıradadır. Fakat diğer türlerle kıyaslandığında hala çok düşük üretim miktarına sahip türler içerisinde. Üzümsü meyveler, çilek dışındaki tüm türler bakımından, sahip olduğu potansiyelden gerektiği gibi yararlanamadığımız önemli ürün grubudur. Uygun ekolojik faktörlere rağmen yetiştiriciliği yaygın olmayan bu türlerin değerlendirildiği takdirde ülke ekonomisine yüksek katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- Ağaoğlu, Y. S. (1986). Üzümsü Meyveler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:984, 377s, Ankara.
- Ağaoğlu, Y. S. (2006). Türkiye’de Üzümsü Meyvelerin Bugünkü Durumu ve Geleceği. II. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu, 14-16 Eylül 2006, Tokat. s: 1-8.
- Ağaoğlu, Y.S., Gerçekcioğlu, R. (2013). Frenk üzümü Bektaşi üzümü. Üzümsü Meyveler Kitabı. Tomurcukbağ Ltd. Şti. Eğitim Yayınları, 223-241s, Ankara.
- Côté, J., Caillet, S., Doyon, G., Sylvain, J. F., Lacroix, M. (2010). Analyzing cranberry bioactive compounds. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 50, 872–888.
- DOKA (2015). Üzümsü Meyveler Raporu
- FAO (2023). <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- Garzón, G. A., Riedi, K. M., & Schwartz, S. J. (2009). Determination of anthocyanins, total phenolic content, and antioxidant activity in Andes Berry (*Rubus glaucus* Benth). *Journal of Food Science*, 74(3), C227–C232.
- Godevac, D., Vajs, V., Milosavljevic, S., Ćordevic, B., Zdunic, G., Tesevic, V.2011. Chemical Composition of White Currant Seed Extract. *Journal Of Serbian Chemical Society*, 76, 1465–1470.
- Graham, J., Hein, I., Powell, W. (2007). Ahududu. İçinde: Kole, C. (eds) Meyveler ve Kuruyemişler. Bitkilerde Genom Haritalaması ve Moleküler İslah, cilt 4. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-34533-6_9
- Graham, J., Hein, I., Powell, W. (2007). Raspberry. In: Kole, C. (eds) *Fruits and Nuts. Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants*, vol 4. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-34533-6_9
- Hummer, K. E., Barney, D. L., 2002. Currants. *Hort Technology*, 12(3), 377–387

- Işık, E.A., Şahin, A., Yazıcı, K., 2001. Bazı üzüm sümeyvelerin (Frenk Üzümü, Ahududu, Böğürtlen ve Nar) Ekolojik Yetiştiriciliğe Uygunluğu. Türkiye II. Ekolojik Tarım Kongresi, Antalya. 286-294.
- Nour, V., Trandafir, I., Lonica, M. E., 2011. Ascorbic acid, anthocyanins, organic acids and mineral content of some black and red currant cultivars. *Fruits*, 66, 353–362.
- Onur, C., 2006. Üzüm sümeyveler Islah Projesinden Sempozyumlara. 2. Ulusal Üzüm sümeyveler Sempozyumu. 14-16 Eylül 2006, 8-10 s, Tokat.
- Resul Gerçekcioğlu, R., Bilgener, Ş., Soylu, A. (2023). Genel Meyvecilik, Meyve Yetiştiriciliğinin Esasları. ISBN978-605-133-253-6
- Rowland L J., Hancock J F., Bassil N V (2011). *Genetics, Genomics and Breeding of Berries*. 1st Edition s 40 eBook ISBN9780429062483
- Ścibisz, I., Mitek, M. (2009). Effect processing storage conditions on phenolic compounds and antioxidant capacity of highbush blueberry jams. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 59(1), 45–52.
- TUİK (2023). <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2022-45504>
- Zhao, Y. (2007). *Berry Fruit: Value-Added Products for Health Promotion*. Food Science and Technology CRC Press, ISBN 1420006142, 9781420006148

BÖLÜM 22

ŞEKER PANCARI ÜRETİCİLERİNİN ÜRETİM ALANLARINDA KARŞILAŞTIKLARI HASTALIKLAR VE HASTALIKLARA KARŞI BİLİNÇ DURUMU (SAMSUN İLİ HAVZA İLÇESİ ÖRNEĞİ)

Doç. Dr. Rûveyda YÜZBAŞIOĞLU¹

Dr. Öğr. Üyesi Sabriye BELGÜZAR²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10221457>

¹Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Tokat, Türkiye. <https://orcid.org/0000-0002-6520-0543> e-mail: ruveyda.kiziloglu@gop.edu.tr

²Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Korumu Bölümü, Tokat, Türkiye. <https://orcid.org/0000-0002-8892-0017> e-mail: sabriye.yazici@gop.edu.tr

GİRİŞ

Dünya şeker üretiminin %79'u şeker kamışından, %21'i ise pancar şekerinden elde edilmektedir. Dünyada 2021/22 sezonunda şeker üretiminin 38 milyon 471 bin tonu pancardan, 142 milyon 713 bin tonu da kamıştan olmak üzere toplam 181 milyon 184 bin ton olduğu tahmin edilmektedir. Chenopodiaceae familyasında yer alan şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) bir endüstri bitkisi olup dünyada 52 ülkede üretilmektedir. Şekerin ham maddesi olarak pancar üretimi yapan Türkiye %9.1'lik pay ile Rusya, Amerika Birleşik Devletleri, Fransa ve Almanya'nın ardından 5'inci sırada yer almaktadır (Anonim, 2022a). Sözleşmeli üretim modelinin uygulandığı şekerpancarı tarımında; girdi, avans, alım garantisi gibi konularda fabrika ile üretici arasında işbirliği yapılmaktadır. Türkiye'de 2021 yılı itibariyle 15 adet devlet, 12 adet özel ve 6 adet kooperatif olmak üzere toplamda 33 adet şeker fabrikası faaliyet göstermektedir (Anonim,2022b). Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK) 2021 yılı verilerine göre Türkiye'de 54 ilde, 30.234.86 dekar alanda, 17 milyon 767 bin ton şeker pancarı üretilmiştir. Araştırma bölgesi olan Samsun ilinde 2020 yılında 27.418 dekar olan şekerpancarı ekim alanı %31.43 azalarak 2021 yılında 18.799 dekara, üretim miktarı ise %20.23 azalarak 130.062 tondan 2021 yılında 103.741 tona ulaşmıştır. Havza ilçesinde ise 2020 yılında 3.828 dekar olan ekim alanı %68.12 azalarak 2021 yılında 1.220 dekara, üretim miktarı ise %73.19 azalarak 19.772 tondan 2021 yılında 5.300 tona gerilemiştir (Anonim,2022c).

Bitkisel üretime önemli katkılar sağlayan şeker pancarı aynı zamanda sanayi için iyi bir ham madde, besi hayvancılığı için de önemli bir yem bitkisidir. Şeker pancarının çimlenme ve gençlik döneminde, kök büyüme ve gelişmesi döneminde verim ve kaliteyi etkileyen çok sayıda fitopatolojik sorunu mevcuttur (Özgür, 2015). Türkiye'de şeker pancarı ekim alanlarında görülen ve ekonomik anlamda önem taşıyan hastalıklar, Cercospora yaprak lekesi (Etmel:

Cercospora beticola Sacc.), ve Rhizomonina kök sakallanması (Etmen: *Beet necrotic yellow vein virus*) hastalıklarıdır.

Cercospora Yaprak Lekesi (*Cercospora beticola* Sacc.)

Cercospora beticola Sacc. etmeninin neden olduğu yaprak lekeli hastalığı şeker pancarının en tahripkar hastalığı olarak kabul edilmektedir (Weiland ve Koch, 2004). Hastalık havalarda bol yağışlı ve çok sıcak geçtiği yıllarda daha yoğun bir şekilde görülmektedir. Enfeksiyon genelde Mayıs sonu-Haziran başı başlamakta ve yaşlı dış yapraklardan başlayarak ilk *Cercospora* lekeleri görülmektedir. Hastalığın en tipik belirtisi, 2-5 mm arasında değişen daire şeklinde küçük lekelerdir. Bu lekelerin ortası gri-açık kahverengi, çevresi kırmızı-koyu kahverengi ve dış kenarları kuşatılmış şekilde oluşurlardır (Şekil 1). Zamanla bu yaprak lekeleri çoğalarak birleşir ve tüm yaprak yüzeyini kaplar, böylece yaprağın kuruyup ölmesine neden olur. Hastalığın şiddetli epidemiy yaptığı durumlarda yeni oluşan yapraklar da hastalanarak kuruyup ölür. Böylece kök büyümesi ve şeker birikimi de olumsuz etkilenir (Özgür, 2015; Tunalı ve ark., 2018).



Şekil 1. *Cercospora* Yaprak Lekesi Hastalığının Şeker Pancarı Yapraklarındaki Tipik Belirtisi (Anonim, 2023a)

Hastalık etmeni ipliğimsi, çok hücreli konidiler oluşturmaktadır. Konidileri çok bölmeli, şeffaf, 2.5–4.0 μ m genişlikte ve 50–200 μ m uzunluktadır. Konidiler koyu gri renkte olup, uca doğru daralmaktadır. *C. beticola*'nın eşeyli dönemi bilinmemektedir. Etmen 15–35 °C arasındaki sıcaklıklarda gelişebilmekte ve nemli ortamları tercih etmektedir. Spor çimlenmesiyle birlikte enfeksiyon stomalardan oluşmaktadır (Çolak, 2008).

Türkiye'de şeker pancarı üretim alanlarında *Cercopora* yaprak lekesi hastalığı yaygın bir şekilde görülmektedir. Hastalık Karadeniz ve Marmara bölgelerinde (Kaya, 2015; Özgür, 2015), İç Anadolu Bölgesi'nde ve geçit bölgelerdeki akarsu vadileri ve kapalı havzalarda epidemi yapmaktadır (Tunalı ve ark., 2018; Bayar ve ark., 2022). Hastalık şiddeti bölgesel olarak değişmekle birlikte mücadele edilmediği takdirde, şeker pancarının kök verimi, şeker varlığı, arıtılmış şeker varlığı ve şeker verimi önemli oranlarda düşmektedir (Özgür, 2015; Kaya, 2015).

Yaprak lekesi hastalığına karşı kültürel ve kimyasal mücadele uygulanmaktadır. Aynı tarlada en az dört yılda bir şeker pancarının yetiştirilmesi, *Cercospora*'ya dayanıklı çeşitlerin ekilmesi, hastalık etmeni ile bulaşık olmayan tohumluğun kullanılması enfeksiyonu azaltacak ve hastalığın yayılmasını önleyecek kültürel tedbirlerdir. İlaçlı mücadelede ise özellikle sporulasyonun durdurulması için kontak ve sistemik etkili değişik etki mekanizmalarına sahip ana ve ek ilaçlar ile ilaçlama yapılmalıdır (Özgür, 2015).

Rhizomania Hastalığı (*Beet necrotic yellow vein virüs*)

Şeker pancarı üretim alanlarında ekonomik anlamda önemli ürün kaybına neden olan hastalıklardan birisi Şeker Pancarı Nekrotik Sarı Damar Virüsü (BNYVV)'nin neden olduğu Rhizomania Hastalığı'dır. Pancarın kök yapısında aşırı kılcal kök oluşturduğundan dolayı "kök azmanlığı" olarak da

bilinmektedir. *Benyvirus* cinsi içerisinde yer alan BNYVV'ünün partikül yapısı 20 nm eninde farklı boyutlarda ve düzgün çubuk şeklindedir. Virüs tek sarmal 4 parçalı RNA genomundan oluşmaktadır (Lennofors, 2006; Bağlan ve Korkmaz, 2019; Liebe ve ark., 2023).

Rhizomonias hastalığı, enfeksiyon şiddetine bağlı olarak şeker pancarı kök verimini %90, şeker verimini ise %70'e varan oranlarda düşürmektedir. Ülkemizde Marmara, Orta Karadeniz ve İç Anadolu'nun bazı bölgelerinde hastalığın varlığı rapor edilmiş ve diğer bölgelere de giderek yayılmaktadır (Kaya, 2009). Hastalık belirtileri Mayıs ayı ortası itibariyle görülmeye başlar. Yapraklarda azot eksikliği gibi renk açıklığı, sararma ve küçük bitki adacıkları şeklinde belirtiler görülür. Özellikle erken dönemlerde tipik belirtileri gözlenir. Tarlalarda düzensiz olarak dağılan hastalık zamanla yaprak aya ve sapların uzamasına neden olur. Virüs köke yerleşir ve böylece ana kök ucu ölür, lateral kökler aşırı derecede çoğalır. Mevsim boyunca yeni kökler oluşur ve kök ucu bir sakal görüntüsü alır (Şekil 2). Bazen kökün aşağı kısımları daralarak turp şeklini alır ve bu durumda az oranda sakallanma görülebilir. Virüs ile enfekteli yumruların iletim demetlerinin sarı-kahverengi olduğu ve kuyruk kenarlarında da urlar oluştuğu görülür (Kutluk Yılmaz ve Erkan, 2005; Özgür, 2015).



Şekil 2. Şeker Pancarında Kök Sakallanması (BNYVV)
(Anonim, 2003b)

BNYVV, *Polymyxa beta* fungusu ile taşınmaktadır. Toprak kökenli obligat parazit bir fungus olan *P. betae*, şeker pancarı yetiştirilen çoğu yerde bulunur. Vektör fungus zoospor oluşturmakta ve kamçıları ile suda hareket ederek bitki köklerine ulaşmaktadır. Bu noktada zoosporlar kamçılarını kaybederek kist haline dönüşür ve hücre içeriğini boşaltarak köklerde enfeksiyonu başlatır. Virüs fungusun sistosori denilen kışlama sporlarında toprakta en az 15 yıl canlı kalabilir ve virüs fungus bünyesine alındıktan sonra uzun süre taşınabilir (Kutluk Yılmaz ve Erkan, 2005).

Hastalık etmeni vektör fungus bünyesinde uzun süre yaşamını sürdürdüğü için ve özellikle yabancı otlar BNYVV ve fungusa konukçuluk ettiği için hastalık ile mücadele oldukça zordur. Hastalık ile en etkili mücadele kısmen dayanıklı şeker pancarı çeşitlerinin kullanımınıdır. Buna ilaveten topraktaki virüs seviyesini düşürebilmek ve hastalık seyrini yavaşlatmak için dört yıllık münavebe, ekimin zamanında yapılması, aşırı sulamanın azaltılması, bitkinin strese sokulmaması, aşırı dozda gübre kullanılmaması, soğuk topraklara erken ekim, yabancı ot temizliği gibi çeşitli tarımsal uygulamalar önerilebilir (Kutluk Yılmaz ve Erkan, 2005; Kaya, 2009; Özgür, 2015).

Bu çalışma ile Samsun ili Havza ilçesi şeker pancarı üretimi yapan üreticiler ile görüşmeler yapılmış, şeker pancarı üretim alanlarında sorun olan hastalıklar ve bu hastalıkların mücadelesine yönelik üreticilerin bilinç düzeyleri ortaya konulmuştur.

1. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmanın ana materyalini, Samsun ili Havza ilçesinde (Şekil 3) şekerpancarı üretim faaliyetinde bulunan 104 üreticiyle yüz-yüze görüşülerek elde edilen birincil veriler oluşturmaktadır. Araştırmada anket yöntemiyle elde edilen veriler 2021 yılı üretim dönemine aittir. Verilerin değerlendirilmesi frekans, yüzde ve ortalamalardan yararlanılarak yapılmıştır.



Şekil3. Araştırma alanı

2. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

2.1. Üreticilerin Demografik Özellikleri

Çalışma kapsamında üreticilerin yaş ve şeker pancarı üretiminde tecrübesi incelendiğinde, yaş ortalaması 47.66 yıl olarak, şeker pancarı üretim tecrübesi ise ortalama 24.36 yıl olarak tespit edilmiştir. Üreticilerin ortalama 27.5 yıl tarımla uğraştığı belirlenmiştir.

Üreticilerin hanelerinde ortalama 4.55 birey bulunduğu ve şeker pancarı üretiminde çalışan birey sayısının ise 2.45 olduğu tespit edilmiştir.

Üreticilerin eğitim durumları incelendiğinde %0.96'sının okuryazar, %24.04'ünün ilköğretim, %48.08'inin ortaokul ve %18.27'sinin lise mezunu olduğu görülmektedir. Üniversite mezunları ise %7.69 ile toplam değerinde oldukça düşük bir kısmını oluşturmaktadır (Tablo 1).

Tablo 1. Üreticilerin Eğitim Durumu

Eğitim durumu	Frekans	Yüzde (%)
Okuryazar	1	0.96
İlköğretim	25	24.04
Ortaokul	50	48.08
Lise	19	18.27
Önlisans ve Lisans	8	7.69

Üreticilerin %97.12'sinin sağlık güvencesinin olduğu, %2.88'inin ise sağlık güvencesinin olmadığı buna bakılarak çiftçilerin çoğunluğunun bu konuda bilgisinin olduğu görülmektedir. Buna göre çiftçilerin büyük bir çoğunluğunun sağlık güvencesine önem verdiği sonucuna varılabilir (Tablo 2).

Tablo 2. Üreticilerin Sağlık Güvencesi

	Frekans	Yüzde (%)
Evet	101	97.12
Hayır	3	2.88

Üreticilerin yıllık geliri 196.967,3TL olarak saptanmıştır. Üreticilerin tarımsal gelirlerinin ortalaması bitkisel üretim ve hayvansal gelirlere dayanarak incelenmiştir. Yıllık ortalama bitkisel üretim geliri 138.750 TL olurken, bitkisel üretim geliri yıllık gelirin %70.44'ünü kapsamaktadır. Yıllık ortalama hayvansal gelir 54.423,07 TL olup hayvansal üretim gelir üzerinden yıllık gelirin %27.63'ini kapsamaktadır. Üreticilerin yıllık ortalama şekerpancarı gelirleri 29.964,60 TL hesaplanırken yıllık ortalama şeker pancarı gelire oranla bitkisel üretim gelirinin %21.60'ını kapsamaktadır. Üreticilerin yıllık ortalama tarım dışı geliri 1.016,34 TL olup yapılan araştırma sonucunda genel olarak dış gelir olmadığından miktarı düşük bulunmuştur. Tarım dışı gelirin yıllık gelire etkisi %0.52 olarak belirlenmiştir.

Üreticilerin tamamının şekerpancarı üretiminin dışında faaliyetlerle de uğraştığı görülmektedir. Bu faaliyetler arasında üreticilerin tamamı bitkisel üretimle ilgilenirken, %92.31'i şekerpancarı üretiminin yanında hayvancılıkla ilgilenmektedir. Bu tarımsal faaliyetler dışında çiftçiler en fazla sırasıyla emekli (%13.46), fabrika (%3.85) ve esnaflık (%2.88) ile ilgilenmektedir (Tablo 3).

Tablo 3. Üreticilerin Şekerpancarı Üreticiliği Dışında Uğraştıkları Faaliyet Alanları

Faaliyet alanları	Frekans	Yüzde (%)
Diğer bitkisel üretim	104	100.00
Hayvancılık	96	92.31
Emekli	14	13.46
Diğer(Fabrika)	4	3.85
Esnaf	3	2.88

*Birdenfazlaseçenekişaretlendiği için %100'ü aşmaktadır.

2.2. Üreticilerin Şekerpancarı Yetiştiriciliğindeki Sorunları

Üreticiler şeker ihtiyacından dolayı üretim yapmaktadırlar. Tablo 4’de üreticilerin şeker pancarı üretimini yapma nedenleri verilmiştir. Tablo 4’e göre üreticilerin %92.31’i şeker ihtiyacı için üretim yaptıklarını bildirmiştir. Şeker ihtiyacı nedeninden sonra %82.69 oranla ara dönem parası nedeni gelmektedir. Bu nedeni seçmeleri, üreticilerin aylık düzenli gelirleri olmamasıyla ilişkilendirilebilir. Üreticiler, kışın tarımsal bir gelirleri olmadığı için, bunu ek gelir olarak görmektedirler. Fabrika şekerpancarı ödemelerini üreticilere parça parça ödeme şeklinde yapmaktadır. Genellikle kış aylarında yapılan ödemeler üreticilerin para ihtiyacını karşılamaktadır. Üreticiler için başka bir önemli neden şekerpancarını hayvan yemi olarak (%78.85) kullanmasıdır. Türkiye şartlarında bitkisel ve hayvansal üretim girdilerinin pahalı olması iki üretimin birlikte yapılmasını kaçınılmaz hale getirmiştir. Hayvancılıkta elde edilen hayvansal gübrelerin bitkisel üretimde kullanılması, bitkisel üretimde elde edilen ana ürün yem bitkisi olmasa da yan ürünlerin kullanılarak kombine bir üretimin yapılması zamanın gereği haline gelmiştir. Şekerpancarı posası ve hasatta atıl duruma düşen şeker pancarı yaprakları hayvanlar için önemli bir besin kaynağıdır. Şeker pancarı posası ucuz olmasının yanı sıra besin içeriği bakımından da yüksek değerler içeren hayvan yemidir. Bu nedenlerin arkasından sırasıyla yıllardır bu işi yapma (%52.88), karlı olması (%38.46), atadan görme (%26.92), aile işgücünün değerlendirilmesi (%20.19) ve pazarı olan bir ürün olması (%8.65) nedenleri gelmektedir (Tablo 4).

Tablo 4. Üreticilerin Şeker Pancarı Üretimi Yapma Nedenleri

Üretim yapma nedenleri	Frekans	Yüzde (%)
Şeker ihtiyacı için	96	92.31
Ara dönem parası için	86	82.69
Hayvan yemi olarak kullanılması	82	78.85
Yıllardır bu işi yapma	55	52.88
Karlı olması	40	38.46
Atadan görme	28	26.92
Aile işgücünü değerlendirmek için	21	20.19
Pazarı olan bir ürün	9	8.65

*Birden fazla seçeneği işaretlediği için %100’ü aşmaktadır.

Üreticilerin şekerpancarı üretimi yaparken birçok karşılaştığı sorun vardır. Çiftçiler bu sorunları belirtirken birden fazla seçenek seçtikleri için %100 oranını aşmıştır. Üreticilerin karşılaştığı sorunların başında gübreleme masrafı (%100.00) gelmiştir. Gübreleme masrafı gübre fiyatlarının artışı sonucu üreticilerin en çok şikâyet ettiği sorun olarak tespit edilmiştir. Gübreleme masrafından sonra gelen sorun ise %80.77 oranı ile şeker pancarı hastalıkları olmuştur. Şeker pancarı üretiminde hastalıklar verim düşüklüğüne neden olduğu için en büyük problemdir. Özellikle hastalıklar hem verimi hem de üründe şeker oranını önemli ölçüde etkilemektedir. Hastalık sorununun arkasından sırayla işgücü yetersizliği (%69.23), ilaçlama masrafı (%43.27), diğer girdi maliyetlerinin fazla olması (%39.42), teknik bilginin yetersizdir (%2.88), sulama masrafı (%1.92) ve zararlılar (%0.96) gelmektedir (Tablo 5).

Tablo 5. Üreticilerin Şeker Pancarı Üretiminde Karşılaştığı Sorunlar

Sorunlar	Frekans	Yüzde (%)
Gübreleme masrafı	104	100.00
Hastalıklar	84	80.77
İşgücü yetersizliği	72	69.23
İlaçlama masrafı	45	43.27
Diğer girdi maliyetlerinin fazla olması	41	39.42
Teknik Bilginin yetersizdir	3	2.88
Sulama masrafı	2	1.92
Zararlılar	1	0.96

*Birden fazla seçenek işaretlendiği için %100'ü aşmaktadır.

Bu sorunların çözümünde üreticilerin %96.15'i ilaç-gübre bayilerinin yardımıyla sorunu çözerken %56.73'ü kendi tecrübesi ve %25.96'sı ise tarım kuruluşları ile sorunu çözmektedir. Diğer bir sorun çözme olanakları ise %8.65 ile diğer çiftçiler ve %7.69 ile araştırma kuruluşlarıdır (Tablo 6).

Tablo 6. Üreticilerin Karşılaşılan Sorunların Çözümünde Yararlandıkları Kaynaklar

Kaynaklar	Frekans	Yüzde (%)
İlaç-Gübre Bayileri	100	96.15
Kendi tecrübesi	59	56.73
Tarım Kuruluşları	27	25.96
Diğer Çiftçiler	9	8.65
Araştırma Kuruluşları	8	7.69

*Birden fazla seçenek işaretlendiği için %100'ü aşmaktadır.

Üreticiler şeker pancarı üretimi yaparken birçok hastalıkla karşılaşmaktadır. Bu hastalıkların başında %95.19 oranla yaprak lekesi gelmektedir. Görüldüğü gibi bu hastalık üreticilerin en fazla sıkıntı yaşadığı hastalıktır. Yaprak lekesi hastalığı hem üretim alanlarında hemde işleme konusunda sıkıntı yaratan bir hastalıktır. Üreticiler kök çürüklüğü (%77.88) ve kökte aşırı saçaklanma (%60.58) hastalıklarına da yoğun olarak üretim alanlarında rastladıklarını ifade etmişlerdir (Tablo 7).

Tablo 7. Üreticilerin Şeker Pancarı Üretim Alanlarında Rastladıkları Hastalıklar

Hastalıklar	Frekans	Yüzde (%)
Yaprak Lekesi	99	95.19
Kök Çürüklüğü	81	77.88
Kökte aşırı saçaklanma	63	60.58
Külleme	22	21.15
Virüs hastalıkları	13	12.50
Diğer hastalıklar	4	3.85
Yumuşak esneklik	2	1.92

*Birden fazla seçenek işaretlendiği için %100'ü aşmaktadır.

Hastalıkların şeker pancarına etkisinin üretime direk etkisi olduğu görülmektedir. Bu hastalıklar içerisinde yoğun olarak görülen yaprak lekesi hastalığına karşı üreticilerin hepsinin bilgisi olduğu görülmektedir (Tablo 8).

Tablo 8. Üreticilerin Yaprak Lekesi Hastalığı İle İlgili Bilgileri

	Frekans	Yüzde (%)
Evet	104	100
Hayır	0	0

Yaprak lekesi hastalığına karşı üreticilerin %58.65'i ilaçlama yaparken, %40.38'i ilaç kullanmamaktadır (Tablo 9). Bu doğrultuda üreticilerin şeker pancarı üretimi yaparken hastalıklara karşı bilgisinin olduğu fakat ilaçlama konusunda yeterli bilgiye sahip olmadığı görülmektedir.

Tablo 9. Üreticilerin Yaprak Lekesi Hastalığına Karşı Kullanılan İlaçlama

	Frekans	Yüzde (%)
Evet	61	58.65
Hayır	42	40.38

Üreticiler üretim alanlarında görülen hastalıklar ile ilgili çeşitli kaynaklardan bilgi edinebilirler. Yapılan araştırmada üreticilerin en fazla bilgi edindikleri yerin zirai ilaç bayileri (%98.08) olduğu görülmektedir. Bu noktada özellikle üreticiler en kolay zirai bayilere ulaşmaktadır. Bunu takiben, üreticiler tarım uzmanının tavsiyesi (%25.96), kendi tecrübesi (%18.27) ve tarımsal yayın araçlar (%13.46) ile de hastalıklar hakkında bilgi edinebilmektedir (Tablo 10).

Tablo 10. Üreticilerin Hastalıklar İle İlgili Bilgi Edindikleri Yerler

	Frekans	Yüzde (%)
Zirai İlaç Bayi	102	98.08
Tarım Uzmanın Tavsiyesi	27	25.96
Kendi Tecrübem	19	18.27
Tarımsal Yayın Araçlar	14	13.46

*Birden fazla seçenek işaretlendiği için %100'ü aşmaktadır.

Hastalıklara karşı mücadelede ilaçlamaya karar verme oldukça önemlidir. Üreticilerin %89.42'si arazide hastalık gördüğünde, %88.46'sı ilaç bayilerinin önerilerini dikkate alarak ilaçlamaya karar vermektedir. Bunu takiben %42.31'i kendi deneyimleri, %12.50'si hastalık belli bir zarar seviyesine geldiğinde ilaçlamaya karar vermeyi seçmiştir (Tablo 11).

Tablo 11. Üreticilerin Hastalıkta Mücadelede İlaçlamaya Karar Vermede Etkili Faktörler

	Frekans	Yüzde (%)
Arazide hastalık görüldüğünde	93	89.42
İlaç bayilerinin önerileri	92	88.46
Kendi deneyimlerimi kullanarak	44	42.31
Hastalık belli bir zarar seviyesine geldiğinde	13	12.50

*Birden fazla seçenek işaretlendiği için %100'ü aşmaktadır.

Üreticilerin ilaç uygulama zamanını bilgi edindikleri yerlerin başında %93.27 ile satıcının tavsiyesi gelmektedir. Bunun yanında tarım uzmanlarının tavsiyesine göre (%48.08), üreticilerin kendi tecrübesine göre (%12.50), tarımsal yayım araçları (%11.54) ve diğer çiftçilerin tavsiyesine göre (%0.96) de ilaçlama uygulama zamanını belirledikleri görülmektedir (Tablo 12).

Tablo 12. Üreticilerin İlaç Uygulama Zamanını Bilgi Edindikleri Yerler

	Frekans	Yüzde (%)
Satıcının Tavsiyesi	97	93.27
Tarım Uzmanın Tavsiyesi	50	48.08
Kendi Tecrübem	13	12.50
Tarımsal Yayın Araçları	12	11.54
Diğer Çiftçilerin Tavsiyesi	1	0.96

*Birden fazla seçenek işaretlendiği için %100'ü aşmaktadır.

İlaç uygulama zamanı kadar uygulama dozu da mücadelenin etkinliği açısından oldukça önemlidir. Üreticilerin ilaç kullanımında ne miktarda ilaç attıklarını bilgi edindikleri yerlerin başında %96.15 ile satıcının tavsiyesi gelmektedir. Daha sonrasında (%45.19) tarım uzmanlarının tavsiyesine göre ilaç dozunu ayarlamaktadırlar. Üreticilerin tarımsal yayım araçlarına (%10.58), kendi tecrübelerine (%3.85) ve diğer çiftçilerin tavsiyelerine (%0.96) göre de ilaçlama dozunu ayarladıkları görülmektedir (Tablo 13).

Tablo 13. Üreticilerin İlaç Kullanımında Ne Miktarda Attıklarını Bilgi Edindikleri Yerler

	Frekans	Yüzde (%)
Satıcının Tavsiyesi	100	96.15
Tarım Uzmanının Tavsiyesi	47	45.19
Tarımsal Yayın Araçları	11	10.58
Kendi Tecrübem	4	3.85
Diğer Çiftçilerin Tavsiyesi	1	0.96

*Birden fazla seçenek işaretlendiği için %100'ü aşmaktadır.

Hastalıkların kontrolünde kimyasal mücadelenin yanında kültürel önlemler de önemli bir rol oynamaktadır. Kimyasal mücadelenin dışında üreticilerin çoğunluğu (%99.04) çapalama yapmakta ve gübreleme ile bitkiyi beslemektedir. Özellikle çapalama ile yabancı otlarla mücadele edilirken, gübreleme ile de hastalıklara karşı daha dayanıklı bitki gelişimi sağlanmaktadır. Bu iki uygulamanın yanında diğer kültürel önlemler (%37.50) ve hastalıklı bitkiyi söküp uzaklaştırma (%7.69) da üreticiler tarafından yapılan uygulamalar arasındadır (Tablo 14).

Tablo 14. Üreticilerin Hastalıklar İçin Kimyasal Mücadele Dışında Aldığı Tedbirler

	Frekans	Yüzde (%)
Çapalama	103	99.04
Gübreleme ile bitkiyi besleme	103	99.04
Kültürel önlemler	39	37.50
Hastalıklı bitkiyi söküp uzaklaştırma	8	7.69

*Birden fazla seçenek işaretlendiği için %100'ü aşmaktadır.

Özellikle fungal hastalıkların yayılmasında üretim alanlarında sulama sistemi oldukça önemlidir. Salma sulamanın yapıldığı bölgelerde hastalık oranı yoğun bir şekilde görülmektedir. Üreticiler ile yapılan görüşmelerde, üreticilerin %80.77'si yağmurlama sulama, %24.04'ü salma sulama yapmakta ve %16.35'i ise sulama sistemlerini kullanmamaktadır (Tablo 15). Yapılan görüşmelerde bölgede basınçlı sulama sistemlerinin kullanıldığı alanlarda ciddi verim artışlarının olduğu da üreticiler tarafından belirtilmiştir.

Tablo 15. Üreticilerin Şekerpancarı Üretiminde Sulama Yöntemleri

	Frekans	Yüzde (%)
Yağmurlama Sulama	84	80.77
Salma Sulama	25	24.04
Sulama Yapmıyorum	17	16.35

*Birden fazla seçenek işaretlendiği için %100'ü aşmaktadır.

Hastalık etmenleri içerisinde viral etmenler çoğu bitkide olduğu gibi şeker pancarında da önemli ekonomik zararlar oluşturmaktadır. Virüs hastalıklarına karşı üreticilerin %58.65'i mücadele ettiklerini, %41.35'i ise mücadele etmediklerini belirtmişlerdir (Tablo 16).

Tablo 16. Virüs Hastalıklarına Karşı Üreticilerin Mücadele Yapma Durumu

	Frekans	Yüzde (%)
Evet	61	58.65
Hayır	43	40.38

Virüs hastalıklarına karşı mücadele eden üreticilerin %98.36'sı ilaç kullandıklarını %1.64'ü ise ilaç kullanmadıklarını belirtmişlerdir (Tablo 17). Virüs hastalıklarına karşı mücadele etmediğini belirten üreticilerin %95.35'i kültürel önlemler aldığını, %4.65'i ise herhangi bir uygulama yapmadığını belirtmişlerdir (Tablo 18).

Tablo 17. “Evet” Seçenlerin İlaç Kullanma Oranı

	Frekans	Yüzde (%)
Evet	60	98.36
Hayır	1	1.64

Tablo 18. “Hayır” Seçenlerin Kültürel Önlem Alma Oranları

	Frekans	Yüzde (%)
Evet	41	95.35
Hayır (Hiçbir şey yapmıyorum)	2	4.65

Hastalıklar hakkında bilgi edinmek amacıyla üreticilerin %51.92'si seminerlere, %33.65'i ise eğitimlere katılmıştır. %24.04'ü ise herhangi bir toplantıya katılmamıştır (Tablo 19).

Tablo 19. Üreticilerin Hastalıklar İle İlgili Toplantıya Katılımları

	Frekans	Yüzde (%)
Seminer	54	51.92
Eğitilere	35	33.65
Hayır katılmadım	25	24.04

*Birden fazla seçenek işaretlendiği için %100'ü aşmaktadır.

Zirai ilaç kullanımında ilacın kullanım talimatı, ilaçlama ile hasat arasındaki geçmesi gereken süre, çevre ve insan sağlığına olan etkisi gibi oldukça önemli unsurlara dikkat etmek gerekir. Üreticiler ile yapılan görüşmelerde, ilaçlama ile ilgili üreticilerin davranış ve tutumları dikkate alınarak sorular sorulmuştur. Sorular 5'li likert ölçeği ile ölçülmüştür. Yani her değer yargısı üreticiye sorulmuş ne ölçüde katıldığı sorulmuştur. Ölçüler "Kesinlikle katılıyorum:5, Katılıyorum:4, Ne katılıyor-Ne katılmıyor:3, Katılmıyor: 2 ve Kesinlikle katılmıyor:1" şeklinde yapılmıştır. Değerlendirme üreticilerin verdiği katılım ölçülerinin notları dikkate alınarak ortalaması hesaplanmış ve Tablo 20'de değer cümleleri ve ölçeklerin ortalaması verilmiştir. Bu sorulardan ilaç kullanırken talimatlara uyduğunu belirten üreticilerin ortalaması 4.70 olarak belirlenmiştir. Bu noktada çiftçilerin büyük çoğunluğu ilacı hangi dozda ve nasıl uygulandığına dikkat etmektedir. Diğer tutum ise 4.70 ortalamayla çiftçiler ilaçların çevreye ve doğaya zarar verdiğini düşünmektedir. Bu sonuçlara göre üreticilerin çevreye karşı duyarlı ve bu konuda bilinçli olduğu çıkarımı yapılmaktadır. Bunun yanında çiftçilerin teknik bilgi aldıkları, ilaçlama yaparken kendilerini korudukları, ilacın son kullanım tarihine dikkat ettikleri gibi önemli noktalarda bilinçli oldukları da görülmektedir (Tablo 20).

Tablo 20. İlaçlama İle İlgili Üreticilerin Davranışları ve Tutumları

	Ortalama
İlaç kullanırken kullanım talimatlarına uyarım	4.70
İlaçların çevreye ve canlılara zarar verdiğini düşünüyorum	4.70
Teknik bilgi aldığım ilacı kullanırım	4.64
İlaçları kullanırken kendimi korurum	4.57
Hastalık oldukça ilaçlama yaparım	4.54
İlacın son kullanım tarihine önem veriyorum	4.54
Son ilaçlama ile ürün hasadı arasındaki süreye dikkat ederim	4.43

İlaçlama yapınca verimde artış gördüm	3.91
Kullandığım ilaçların etkinliğinden memnunum	3.86
Teknik bilgim yetersiz	2.48
Diğer çiftçilerin kullandığı ilacı kullanırım	1.19

3. SONUÇ

Samsun ili Havza ilçesi tarımsal üretimi için önemli bir ürün olan şeker pancarı üretiminde,2021 yılı üretim döneminde 104 adet üretici ile yapılan görüşmelerde şeker pancarı üretimindeki sorunlar ve üreticilerin hastalıklara karşı bilinci ortaya konulmuştur.

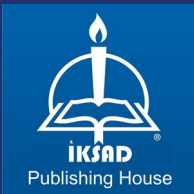
Şekerpancarının en tehlikeli hastalığı olan yaprak lekesi hastalığı hem üreticileri hem de işletmeleri önemli zararlara uğratmaktadır. Bulunduğu bölgeye göre hastalık şiddeti değişmekle birlikte, şeker pancarının kök verimini, şeker varlığını ve şeker verimini olumsuz yönde etkilemektedir. Üreticilerin hastalık konusunda hastalıkların zararlarını bildikleri halde hastalıklara karşı yeterli tedbirleri almadıkları görülmektedir. Özellikle üreticilerin hastalığa karşı ilaçlama yapmadıkları bunun yerine şeker pancarına fazladan sulama yaparak sadece kg/da oranında arttırmaya yönelik uğraştıkları görülmektedir. Bu açıdan üreticilerin daha verimli üretim yapabilmeleri için tarım kuruluşları tarafından hem yetiştiricilik konusunda hem de bitki koruma etmenleri ve mücadeleleri konusunda eğitimler düzenleyerek üreticileri bilinçlendirmeleri oldukça faydalı olacaktır.

Şeker pancarı üretiminin sürdürülebilirliği açısından teşvik edilmesi gerekmektedir. Aynı zamanda üretim ile hasat arasında geçen sürenin uzun olması sebebiyle ihtiyaç duyulan girdilerin zamanında temin edilmesi için ödemelerin bir kısmının üretim sonunda değil üretim esnasında çiftçilere verilmesi önerilir. Böylece üreticiler girdi fiyatlarındaki artışlardan daha az etkilenmiş olacak ve etkin bir üretim süreci geçirmiş olacaklardır. Ayrıca toprak işlemeden başlayarak üreticilerin kaliteli tohum kullanımı, uygun ve zamanında gübre ve ilaç kullanımı, sulama ve mekanizasyon ile hasada kadar geçen süreçte bilinçli üretimin yapılması şeker pancarı üretiminde verim ve kalite artışı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- Anonim (2022a). Tarım Ürünleri Piyasaları. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/tarim-urunleri-piyasalari.urun-raporlari.Seker-Pancarı2-3/>, (Erişim Tarihi: 05.05.2023)
- Anonim (2022b).Türk Şeker Sektör Raporu 2021. Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. https://www.turkseker.gov.tr/data/dokumanlar/2021_Sektor_Raporu.pdf, (Erişim Tarihi:15.05.2023)
- Anonim (2022c). Bitkisel üretim istatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr.>,(ErişimTarihi:18.05.2023).
- Anonim (2023a). Cercospora (Yaprak Lekesi Hastalığı). <https://www.kws.com/tr/tr/danismanlik/bitki-buyumesi-yonetimi/hastal%C4%B1klar/cercospora/>, (Erişim Tarihi:14.09.2023)
- Anonim (2023b). *Beet necrotic yellow vein virüs* (BNYVV0) EPPO Global Database. <https://gd.eppo.int/taxon/BNYVV0/photos>, (ErişimTarihi:14.09.2023).
- Bağlan, Z., Korkmaz, S. (2019). Çanakkale İli Ispanak Üretim Alanlarında Pancar Nekrotik Sarı Damar Virüsü (Beet Necrotic Yellow Vein Virus; BNYVV)'nün Tespiti ve Moleküler Karakterizasyonu. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 5 (2): 278-292
- Bayar, Y., Yılar, M., Akan, K. (2022). Kırşehir ili şeker pancarı üretim alanlarında Cercospora yaprak lekesi(*Cercosporabeticola*) hastalığının bulunma oranı ve yaygınlığının ile şiddetinin belirlenmesi. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*,11(2): 137-144.
- Çolak, A. (2008). Türkiye'de şeker pancarı yaprak lekesi etmeni *Cercospora beticola'* ya karşı kullanılan fungusitlerde dayanıklılık oluşumunun belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, Ankara

- Kaya, R. (2009). Distribution of rhizomania disease in sugar beet growing areas of Turkey. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi* 15 (4): 332-340
- Kaya, R. (2015). Şeker pancarında *Cercospora* yaprak lekesi hastalığı ve mücadelesi. *Tohumcular Birliği Dergisi* 21:31-35
- Kutluk Yılmaz, N. D., Erkan, S. (2005). Şeker pancarı (*Beta vulgaris* var. *saccharifera*)'nda Rhizomania hastalığı. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 20(1):64-72
- Lennefors, B.L. (2006). Molecular breeding for resistance to Rhizomania in sugar beets. (Doctoral Thesis) Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala
- Liebe, S., Maiss, E., Varrelmann, M. (2023). The arms race between beet necrotic yellow vein virus and host resistance in sugar beet. *Frontiers in Plant Science* 14 (1098786):1-12
- Özgür, O.E. (2015). Şeker Pancarı (The Sugar Beet Crop). Filiz Matbaacılık San. Ve Tic. Ltd. Şti. Ankara.
- Tunalı, B., Kansu, B., Kutluk Yılmaz, N. D., Meyva, G., Kaya, R. (2018). Türkiye'de şeker pancarında *Cercosporabeticolasacc.*'nın yaygınlığı, patojenitesi ve bazı çeşitlerin dayanıklılığının belirlenmesi. *The Journal of Turkish Phytopathology* 47 (1): 21-30
- Weiland, J., Koch, G. (2004). Sugarbeet leaf spot disease (*Cercospora beticola* Sacc.). *Molecular Plant Pathology* 5(3):157-166



ISBN: 978-625-367-437-3