



ZİRAAT, ORMAN VE SU ÜRÜNLERİ ALANINDA AKADEMİK ÇALIŞMALAR IV

EDİTÖRLER
Dr. Şeyhmus TMR
Dr. Zübeyir GÜNES



İKSAD
Publishing House

ZİRAAT, ORMAN VE SU ÜRÜNLERİ ALANINDA AKADEMİK ÇALIŞMALAR IV

EDİTÖRLER

Dr. Şeyhmus TMR

Dr. Zübeyir GÜNEŞ

YAZARLAR

Prof. Dr. Ceyhan TARAKÇIOĞLU

Prof. Dr. Fisun Grsel ÇELİKEL

Prof. Dr. Halit İMİK

Prof. Dr. Salih AYDEMİR

Doç. Dr. Ahmet Duran ÇELİK

Doç. Dr. Aytekin EKİNCİALP

Dr. Öğr. Üyesi Halime ÖZTÜRK

Dr. Öğr. Üyesi Hasine KÜÇÜKYILDIRIM

Dr. Öğr. Mehmet Ali EMİNOĞLU

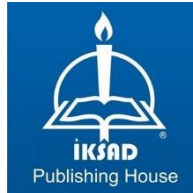
Dr. Öğr. Üyesi Tuğçe SARIOĞLU

Dr. Mazhar Burak CAN

Dr. Şeyhmus TMR

Zir. Müh. Hamit BOZER1

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14261036>



Copyright © 2024 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 – 2024©

ISBN: 978-625-367-969-9

Cover Design: İbrahim KAYA

December / 2024

Ankara / Türkiye

Size: 16x24cm

İÇNDEKİLER

ÖNSÖZ.....1

BÖLÜM 1

**FINDIK ATIKLARINDAN ÜRETİLEN BİYOKÖMÜRÜN
MARUL BİTKİSİNİN BAZI BESİN MADDESİ ALIMI ÜZERİNE
ETKİSİ**

Prof. Dr. Ceyhan TARAKÇIOĞLU.....3

BÖLÜM 2

**GÜBRE UYGULAMALARINDA KONTROLLÜ VE YAVAŞ
SALIM SİSTEMLERİ**

Dr. Öğr. Üyesi Halime ÖZTÜRK

Dr. Öğr. Üyesi Hasine KÜÇÜKYILDIRIM

Prof. Dr. Salih AYDEMİR.....25

BÖLÜM 3

**KARADENİZ BÖLGESİ SAMSUN İLİNDE SÜS BİTKİLERİ
YETİŞTİRİCİLİĞİ VE POTANSİYELİNİN ARAŞTIRILMASI**

Zir. Müh. Hamit BOZER1

Prof. Dr. Fisun Gürsel ÇELİKEL.....39

BÖLÜM 4

**PROBİYOTİKLER ÖZELİNDE FONKSİYONEL GIDALAR,
SAĞLIK AÇISINDAN FAYDALARI VE PROBİYOTİK
ÜRÜNLER PAZARI**

Doç. Dr. Ahmet Duran ÇELİK

Dr. Öğr. Üyesi Tuğçe SARIOĞLU.....57

BÖLÜM 5

**TAHILLAR VE YAPILARINDA BULUNAN GLUTENLERİN
ÖZELLİKLERİ İLE KANATLILARDA KULLANIM
OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

Dr. Mazhar Burak CAN

Prof. Dr. Halit İMİK.....71

BÖLÜM 6

TARIMSAL VERİMLİLİKTE DİJİTAL DÖNÜŞÜM: HASSAS TARIM TEKNOLOJİLERİ VE UYGULAMALARI

Doç. Dr. Aytekin EKİNCİALP.....103

BÖLÜM 7

TOPRAK PLASTİK KİRLİLİĞİ ÜZERİNE YAPILMIŞ ÇALIŞMALARIN VOSVIEWER İLE BİBLİYOMETRİK ANALİZİ VE GÖRSELLEŞTİRİLMESİ

Dr. Öğr. Mehmet Ali EMİNOĞLU.....115

BÖLÜM 8

BATMAN İLİNDE SU KAYNAKLARININ DURUMU VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK SORUNLARI

Dr. Şeyhmus TÜRÜK.....135

ÖNSÖZ

Ormanlar, sular ve ziraat, birbirine sıkı sıkıya bağlı, iç içe geçmiş ve birbirini etkileyen üç temel doğal unsurdur. Bu üçlü, gezegenimizin yaşam dengesini koruyan, insanlık için hayati öneme sahip bir ekosistemi oluşturur.

Ormanlar, dünyamızın akciğerleri olarak bilinir. Toprak erozyonunu önler, iklimi düzenler, biyolojik çeşitliliği korur ve su döngüsünde önemli bir rol oynar. Ormanlardaki ağaçlar, toprağı tutarak sel felaketlerinin önüne geçer, yağışları düzenler ve yer altı sularını besler. Aynı zamanda, ormanlar birçok bitki ve hayvan türüne ev sahipliğı yaparak ekosistemin dengesini sağlar.

Su, yaşamın kaynağıdır. Tüm canlıların varlığı suyun mevcudiyetine bağlıdır. Su, tarımın olmazsa olmazıdır ve gıda üretimi için hayati öneme sahiptir. Ayrıca, su, endüstriyel faaliyetler ve günlük yaşamımızda birçok alanda kullanılır. Su kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir kullanımı, gelecek nesiller için kritik öneme sahiptir.

Ziraat, insanlığın temel ihtiyaçlarından biri olan gıdayı üretmek için yapılan faaliyettir. Tarım, toprak, su ve iklim gibi doğal kaynaklara dayanır. Ziraat, ormanlar ve su kaynakları ile doğrudan ilişkilidir. Ormanlar, toprağı verimli kılarak tarımsal üretimi desteklerken, su da tarımın vazgeçilmez girdisidir.

Orman, su ve ziraat arasındaki ilişki, karmaşık ve dinamik bir yapıdadır. Bu üç unsur arasındaki denge bozulduğunda, ekosistemler zarar görür, doğal afetler sıklaşır ve gıda güvenliği tehdit altına girer. Örneğin, ormansızlaşma, erozyona neden olarak tarım arazilerini tahrip eder ve su kaynaklarının kirlenmesine yol açar. Aşırı sulama ise toprağın tuzluluk oranını artırarak verimliliğini düşürür.

Orman, su ve ziraat arasındaki karşılıklı bir bağımlılık söz konusudur. Bu üçlü, doğanın birbiriyle iç içe geçmiş unsurlarıdır ve birbirini etkileyen bir sistem oluşturur. İnsanlık olarak, bu üçlü arasındaki dengeyi koruyarak sürdürülebilir bir gelecek inşa etmek zorundayız.

Dr. Şeyhmus TÜMÜR¹
Dr. Zübeyir GÜNEŞ²

¹ Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi. Mail: stumur@dicle.edu.tr
ORCID ID: 0000-0001-7589-8941

² Bitkisel Üretim ve Hayvansal Üretim Bölümü, Kızıltepe Meslek Yüksek Okulu, Artuklu Üniversitesi, 47200 Mardin, Türkiye. Mail: zubeyirgunes @artuklu.edu.tr Orcid ID: 0000-0002-9170-7006

BÖLÜM 1

FINDIK ATIKLARINDAN ÜRETİLEN BİYOKÖMÜRÜN MARUL BİTKİSİNİN BAZI BESİN MADDESİ ALIMI ÜZERİNE ETKİSİ

Prof. Dr. Ceyhan TARAKÇIOĞLU¹

¹ Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ordu, Türkiye.
ctarakcioglu@hotmail.com, Orcid ID: 0000-0003-1846-2097

GİRİŞ

Artan dünya nüfusu ile birlikte insanların sağlıklı beslenebilmesi için tarımsal üretimin artırılması zorunluluk olup; ürün artışında kimyasal ve organik gübreler sürdürülebilir tarımın en önemli girdilerinden birini oluşturmaktadır. Farklı organik kökenli tarımsal atıklar ile doğal organik materyaller toprak düzenleyicisi olarak kullanılmakta olup, bitkilerin beslenmesini ve gelişimini teşvik etmektedir. Hayvansal kökenli gübrelerin ayrışması ile atmosfere yüksek düzeyde CO₂ salınımı, hastalık ve zararlı etmenleri sebebiyle bilim adamları tarafından bu gübrelerin yeni teknolojilerle farklı işlemlerden geçirilerek tarımda kullanılması gerektiği düşünülmektedir (Fearnside, 2000; Mounirou ve ark. 2020). Bu amaçla, hayvan gübreleri ve organik atıkların tarımda doğrudan kullanmak yerine biyokömüre dönüştürülerek kullanılmasının bu olumsuz etkileri azaltacağı bildirilmektedir (Wang ve ark. 2012). Dünyada olduğu gibi ülkemizde de toprak özelliklerini iyileştiren ve bitki gelişimini teşvik eden bir materyal olarak biyokömürün kullanımı önem kazanmıştır (Bass ve ark. 2016; Di ve ark. 2019; Ly ve ark. 2020; Aygün ve Özenç, 2023; Wu ve ark. 2021, 2023; Erdal ve ark. 2024).

Biyokömür, katı atıklarının pirolizi ile elde edilen karbonca zengin, gözenekli ve alkalın katı bir üründür. Biyokömür toprakların organik karbon, organik madde ve humus içeriğini artırır. Yüksek katyon değişim ve adsorpsiyon kapasitesi ile biyokömür, toprak ve gübredeki besin maddelerinin salınımını ve kullanım oranını artırır. Ayrıca toprak mikroorganizmaları için iyi bir yaşam alanı sağlayarak yararlı mikroorganizmaların çoğalmasını ve aktivitesini teşvik eder (Wang ve ark. 2021). Bu karbonlu malzemenin fizikokimyasal özellikleri (yüksek gözeneklilik, yüksek organik karbon içeriği veya geniş yüzey alanı gibi), toprak verimliliği ve kalitesi, toprağın sera gazı emisyonlarının azaltılması, kirlenmiş toprakların ıslahı gibi çeşitli çevresel uygulamalar için uygun hale getirir (Huang ve He, 2023). Biyokömür üretiminde kullanılan farklı organik materyallerin fizikokimyasal özellikleri (pH, kül, besin maddesi içeriği, stabilitesi) ve piroliz koşulları, biyokömürün yapısının değişken olmasını sağlar. Tarım ve orman atıkları gibi her türlü materyallerden üretilebilen biyokömürün yetiştirme ortamına olan uygunluğu, fiziksel, kimyasal ve ekonomik etmenlere göre de değişmektedir (Gül, 2022).

Bitki beslemede önemli ikinci element olan fosforun tarımda kaya fosfattan başka alternatifi yoktur. Mineral gübre olarak toprağa uygulanan

bitkiye yararlı fosforun büyük bir kısmı asit ve alkalın reaksiyonlu toprakta fikse olmaktadır. Tarımda sürdürülebilir fosfor kullanımı için, fosforlu gübrelerin çeşitli polimerle kaplanması, humik maddelerle birleştirilmesi, çeşitli organik gübre ve kompostla uygulanması gibi farklı stratejiler geliştirilmektedir (Wali ve ark. 2020). Mosharrof ve ark. (2022) yüksek sıcaklıkta piroliz ile üretilen biyokömürün, orijinal biyokütleyle göre daha fazla bazik katyon içerdiğini ve daha yüksek pH'ya sahip olduğunu, bu nedenle biyokömürün toprak asitliğini nötrleştirme kapasitesinin daha yüksek olduğunu, yüksek katyon değişim kapasitesine sahip biyokömürün Al konsantrasyonundaki azalma ile Al toksikliğini azalttığını, asidik topraklarda bitki gelişimini sınırlandıran önemli bir faktör olan fosfor fiksasyonunu azalttığını, biyokömür uygulamasının toprakta P'un biyoyararlılığını ve bitkinin P alımını teşvik edebileceğini bildirmişlerdir. Alkalın ve kireçli topraklarda ise biyokömürün kimyasal gübreler ile birlikte kullanılması, yavaş salınımlı ve toprakta fiksasyona uğramayan gübrelerin üretilmesi, alkalın özelliğe sahip biyokömürün asitle modifiye edilerek yavaş salınımlı fosforlu gübreler gibi kullanımının daha etkili olduğu bildirilmiştir (Taşkin ve ark. 2019; Pogorselski ve ark. 2020; Mihoub ve ark. 2022; Sahin ve ark. 2023).

Son yıllarda ülkemizde ve dünyada yapılan araştırmalar, biyokömüre olan ilginin önemini göstermektedir (Gunes ve ark. 2015; İnal ve ark. 2015; Tarakçioğlu ve ark. 2019; Borges ve ark. 2020; Yang ve Lu, 2022; Mosharrof ve ark. 2022; Sahin ve ark. 2023; Sarfhaz ve ark. 2024). Yine biyokömürün organik gübrelerle birlikte toprağa uygulanmasının daha faydalı olduğuna dair araştırmalara da rastlanılmaktadır (Doan ve ark. 2015; Kurt, 2016; Qayyum ve ark. 2017; Dodor ve ark. 2018; Oldfield ve ark. 2018; Manolikaki ve Diamadopoulos, 2019; Huang ve He, 2023; Zhang ve ark. 2023).

Özenç ve ark. (2019), fındık zuru ve kabuğundan üretilen biyokömürün toprakta inkübasyonu ile toprağın fiziko-kimyasal ve biyolojik özelliklerinin etkilendiğini; artan dozlarda uygulanan biyokömürün araştırılan bütün parametrelerde artış sağladığını saptamışlardır. Arın ve Çoşkan (2021), çay budama atıklarının elde edilen biyokömürün, toprak reaksiyonunu, enzim aktivitelerini, nitrat ve amonyum konsantrasyonunu arttırdığını bildirmişlerdir. Marcinczyk ve Oleszczuk (2022), hektara 10 tondan fazla uygulanan biyokömürün toprakta bitkiye yararlı P miktarını %45 oranında arttırdığını, özellikle 450°C'nin altında piroliz edilen bitki ve hayvansal atık

biyokömürünün daha belirgin etkide bulunduğunu, asit toprağa biyokömür uygulamasının toprak pH'sını artırarak fosforun hidrolizini ve alkalın fosfataz aktivitesini arttırdığını, mikoriza mantarlarının gelişimini teşvik ederek besin elementi alımını arttırdığını, alkalın toprakta ise fosforun kuvvetli fiksasyonu nedeniyle biyokömür uygulamasının P değişimine önemli bir katkısının olmadığını belirtmişlerdir. Tarakçıoğlu ve Özenç (2022), yetiştirme ortamı olarak kullanılan fındık zurufu, torf ve fındık zurufu+torf (1:1) karışımına ilave edilen vermikompostun marul bitkisinin yaş ve kuru ağırlığı ile bitki gelişiminde önemli artışlar sağladığını, zuruf ve zuruf+torf karışımına uygulanan vermikompostun daha etkili olduğunu belirlemişlerdir. Özenç ve ark. (2023), fındık kabuğundan elde edilen biyokömür partikül boyutlarının (≤ 1 mm) kumlu-tınlı toprakların birçok fiziko-kimyasal özelliği üzerinde en etkili boyutun olduğunu bildirmişlerdir.

Dünya fındık üretim ve ihracaatında ülkemiz birinci sırada yer almaktadır. Hasat ve fındık kırma işleminden sonra her yıl önemli miktarda fındık zurufu ve kabuğu atık olarak açığa çıkmakta ve bu atıklar genellikle yörede yakacak olarak kullanılmaktadır. Fındık zurufundan kompost yapımı uzun sürdüğü için hem zurufun ve hem de kabuğun biyokömür olarak tarım topraklarına uygulanmasının daha önemli olduğu düşünülmektedir. Bu araştırmada, yörede önemli bir atık olan fındık zurufu, kabuğu ve bunlardan elde edilen biyokömür, KH_2PO_4 ile zenginleştirilmiş, asit ve alkalın reaksiyonlu toprağa uygulanarak marulun gelişimi ile bazı besin maddesi alımı üzerine etkileri araştırılmıştır.

1.MATERYAL VE YÖNTEM

1.1.Materyal

Araştırmada kullanılan asit ve alkalın reaksiyonlu toprak, Ordu ili Akçatepe mahallesinden alınarak kurutulmuş, elenmiş ve 600 g toprak alan saksılara konulmuştur. Denemde kullanılan fındık zurufu (FZ) ve fındık kabuğu (FK) 65°C 'de kurutulduktan sonra bitki öğütme değirmeninde öğütülmüş ve toprağa uygulanmıştır.

Fındık zurufu ve fındık kabuğu 300°C 'de toplam 50 dakika bırakıldıktan sonra 400°C 'de 2 saat süreyle piroliz edilerek biyokömür üretilmiştir. Denemede 0.5-2.0 mm boyutlarında fındık zurufu (FZ), fındık kabuğu (FK), fındık zurufu ve kabuğu biyokömürü (FZB, FKB) ile bunların

KH_2PO_4 ile zenginleştirilmiş materyalleri (FZ-P, FK-P, FZB-P, FKB-P) kullanılmıştır. Denemede kullanılan organik materyaller Ahmad ve ark. (2018) tarafından belirtildiği şekilde 1:10 oranında 200 mg/lit P içeren KH_2PO_4 çözeltisi içerisinde 24 saat bekletilmiş, bu süre zarfında 3 kez birer saat çalkalanmıştır. Karışım kaba filtre kağıdından süzölmüş ve 65°C 'de kurutulmuştur. Çalışmada kullanılan toprak ve organik materyallerin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri aşağıda verilmiştir (Tablo 1, 2).

Tablo 1. Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Analizler	Asit Toprak	Alkalin Toprak
Kil, %	27.6	15.6
Silt, %	28.6	26.8
Kum, %	43.8	57.6
Tekstür sınıfı	Killi tın	Kumlu tın
Toprak reaksiyonu (pH 1:2.5)	5.30	7.62
Kireç kapsamı, %	eseri	0.81
Organik madde, %	3.55	0.69
Toplam N %	0.326	0.067
Alınabilir P, mg kg^{-1} (Olsen)	7.15	8.67
Alınabilir P, mg kg^{-1} (Bray)	9.84	10.46
Ekstrakte edilebilir K, cmol(+) kg^{-1}	0.77	0.48
Ekstrakte edilebilir Ca, cmol(+) kg^{-1}	17.56	24.01
Ekstrakte edilebilir Mg, cmol(+) kg^{-1}	5.64	7.28

Tablo 2. Organik Materyallerin Bazı Kimyasal Özellikleri

Analizler	Fındık Zurufu (FZ)	Fındık Zuruf Biyokömürü (FZB)	Fındık Kabuğu (FK)	Fındık Kabuğu Biyokömürü (FKB)
pH (1:10)	4.82	8.84	5.84	9.78
OM, %	92.17	83.96	98.42	97.79
N, %	1.24	1.79	0.65	0.71
P, %	0.461	0.586	0.348	0.378
K, %	3.05	6.72	0.640	0.83
Ca, %	0.545	0.545	0.291	0.492
Mg, %	0.140	0.225	0.056	0.018

Denemede kullanılan asit reaksiyonlu toprak (orta asit) killi tınlı bünyeye sahip olup, kireç içermemektedir (Tablo 1). Organik madde ve toplam N kapsamı yüksek, alınabilir P miktarı orta, ekstrakte edilebilir K, Ca ve Mg

içerikleri ise fazladır. Alkalin reaksiyonlu toprak (hafif alkalin) kumlu tınlı bünyeli ve az miktarda kireç içermektedir. Çok az miktarda organik madde ve az miktarda toplam N içermektedir. Alınabilir P miktarı bakımından az, ekstrakte edilebilir K yeterli, Ca ve Mg ise fazla miktarda bulunmaktadır.

1.2.Yöntem

1.2.1. Denemede Kullanılan Toprak, Organik Materyal ve Bitki Analizlerinde Kullanılan Yöntemler

Toprakta tekstür analizi hidrometre yöntemi ile (Bouyoucos 1951), toprak reaksiyonu (pH) 1:2.5 toprak:su karışımında (Grewelling ve Peech (1960) pH-metre ile, kireç içeriği Scheibler kalsimetresi ile (Çağlar, 1949), organik madde Walkley-Black yaş yakma yöntemi (Jackson, 1962) ile, toplam N analizi ise Kjeldahl yöntemi (Bremner, 1965) ile yapılmıştır. Toprakta alınabilir P analizleri Bray ve Kurtz (1945) ve Olsen ve ark. (1954) yöntemleri ile, nötr amonyum asetat (1 N) ile ekstrakte edilebilir K, Ca ve Mg analizleri (Pratt, 1965) Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi'nde (AAS) Kacar (2016) tarafından aktarılan yöntemlerle yapılmıştır.

Denemede kullanılan organik materyaller 1:10 oranında materyal:su karışımında pH cam elektrodlu pH-metre ile (Black ve ark. 1965) belirlenmiştir. Kül fırınında 550 °C'de yakılan organik materyallerde yanma eksilmesi yöntemine göre organik madde, Kjeldahl yöntemine göre toplam N (Bremner, 1965) içerikleri Kacar (2016) tarafından aktarılan metotlarla belirlenmiştir. Nitrik asitle kuru yakılan organik materyallerde toplam P sarı renk yöntemine göre, toplam K, Ca, Mg ise Kacar ve Kütük'e (2010) göre AAS'de belirlenmiştir.

Hasat edilen bitkilerin önce yaş ağırlıkları belirlenmiş, yıkandıktan sonra bitki kurutma dolabında 65-70°C'de kurutulmuştur. Kuru ağırlıkları belirlendikten sonra öğütülüp analize hazır hale getirilmiştir. Bitkide toplam N analizi Kjeldahl yöntemiyle (Bremner, 1965), kuru yakılan (HNO₃) bitki örneklerinde toplam P sarı yöntemiyle (Kitson ve Mellon 1944) spektrofotometrede, toplam K, Ca ve analizleri AAS'de Kacar ve İnal'a (2008) göre yapılmıştır. Bitkilerin besin maddesi alımı, kuru ağırlık ile besin elementleri içeriklerinin çarpımı ile hesaplanmıştır.

1.2.2. Denemenin kurulması ve yürütülmesi

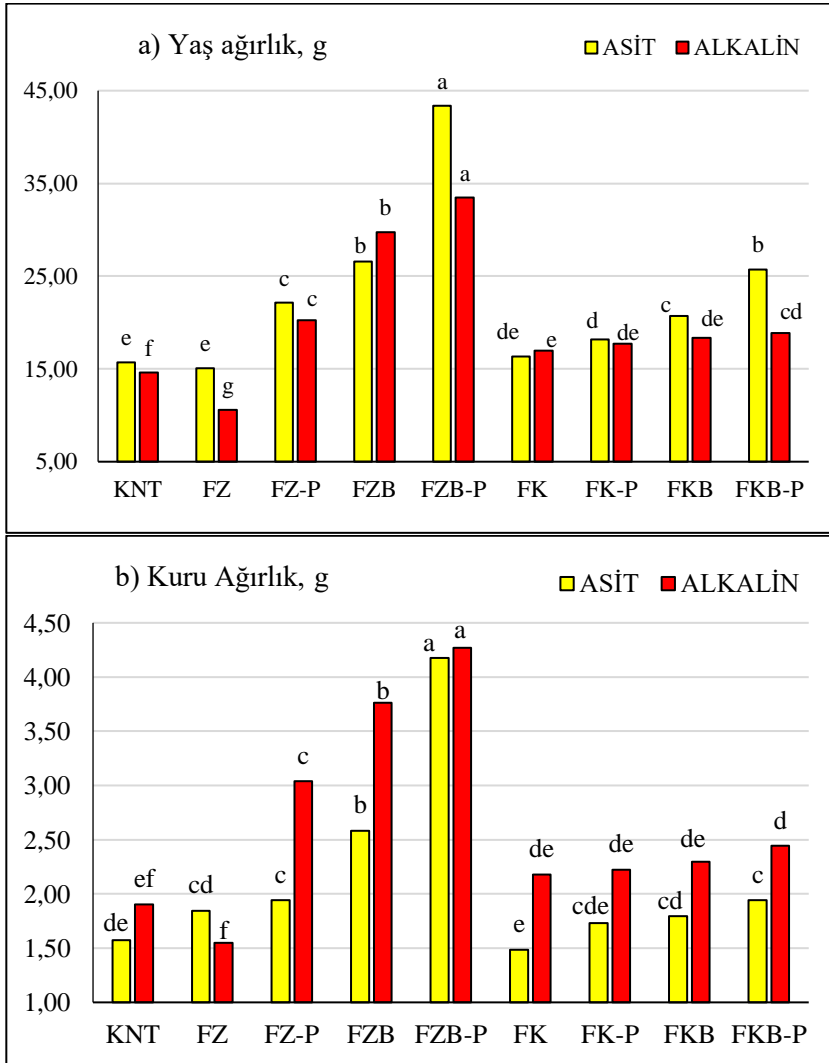
Bu çalışma, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü'ne ait serada dört yinelemeli olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülmüştür. Araştırmada saksılara asit ve alkalın reaksiyonlu topraktan 600 g konulmuş, kontrol dahil tüm saksılara temel gübre olarak 150 mg N kg⁻¹ olacak şekilde NH₄NO₃'ten sıvı halde verilmiştir. Denemede 0.5-2.0 mm boyutlarında fındık zurufu (FZ), fındık kabuğu (FK), fındık zurufu ve kabuğu biyokömürü (FZB, FKB) ile bunların KH₂PO₄ ile zenginleştirilmiş materyalleri (FZ-P, FK-P, FZB-P, FKB-P) %2.5 oranında asit ve alkalın reaksiyonlu toprağa uygulanmıştır. Deneme bitkisi olarak Sementel marul çeşidi 72 gün süreyle yetiştirilmiş ve toprak yüzeyinden bitkiler hasat edilmiştir. Çalışmaya ait verilerin varyans analizi (MINITAB 18) yapılmış ve her bir toprak için ayrı ayrı Tukey testi uygulanmıştır.

2.BULGULAR VE TARTIŞMA

2.1.Bitkinin Yaş ve Kuru Ağırlığı Üzerine Etkisi

Farklı organik materyallerin marul bitkisinin yaş ve kuru ağırlığı üzerine etkisi istatistiki bakımdan önemli (P<0.01) bulunmuştur. Asit reaksiyonlu toprakta yetiştirilen marul bitkisinin yaş ağırlığı 15.7-43.4 g, alkalın reaksiyonlu toprakta 10.6-33.5 g arasında değişmiş olup; her iki toprakta FZB-P ve FZB uygulamalarında en yüksek yaş ağırlık tespit edilmiştir. Bitkilerin yaş ağırlığı FZ uygulaması hariç kontrolden yüksek bulunmuştur. Asit toprakta yetiştirilen marulun yaş ağırlık ortalaması (22.7 g) alkalın topraktakinden (20.1 g) yüksek belirlenmiş olup; asit ve alkalın reaksiyonlu toprakta sırasıyla fındık zurufunun (26.8 g-23.5 g) fındık kabuğuna (20.2 g- 18.0 g) göre daha yüksek ortalama yaş ağırlık oluşturduğu saptanmıştır (Şekil 1a).

Asit reaksiyonlu toprakta yetiştirilen marul bitkisinin kuru ağırlığı 1.5-4.2 g, alkalın reaksiyonlu toprakta ise 1.6-4.3 g olarak saptanmış olup; yaş ağırlığın aksine alkalın toprakta yetiştirilen marulun kuru ağırlık ortalaması (2.1-2.6 g) daha yüksek bulunmuştur. Fındık zurufundan elde edilen materyallerin kuru ağırlık ortalaması alkalın ve asit reaksiyonlu toprakta 3.2-2.6 g iken, fındık kabuğunda 2.3-1.7 g olarak tespit edilmiştir (Şekil 1b). Ayrıca P ile zenginleştirilmiş materyallerin marul bitkisinin yaş ve kuru ağırlığını arttırdığı belirlenmiştir (Şekil 1b).



Şekil 1. Organik Materyal Uygulamalarının Bitki a) Yaş Ağırlığı b) Kuru Ağırlığı Üzerine Etkisi

Bulgularımızla benzer şekilde, Güneş ve ark. (2014) tavuk gübresi ve biyokömüre P ilavesiyle birlikte marulun kuru ağırlığının arttığını, İnal ve ark. (2015) tavuk gübresi ve biyokömür uygulamalarının fasulye ve mısır bitkisinin kuru ağırlığını arttırdığını, Manolikaki ve ark. (2016), üzüm posası, çeltik kavuzu ve zeytin budama atıklarının farklı proliz sıcaklığı altında biyokömüre dönüştürüldüğünde bileşimlerinin farklı olduğunu, asit toprakta yetiştirilen çavdar otunun 2. ve 3.hasat verimini çeltik kavuzu ve üzüm posası

biyokömürünün artırdığını saptamışlardır. Yine asit toprakta çavdar otunun 3.hasat döneminde P alımının çeltik kavuzu ve üzüm posası biyokömürünün pozitif etki ettiğini bildirmişlerdir. Şahin ve ark. (2016), fosfor ile zenginleştirilmiş tavuk gübresi biyokömürünün marul bitkisinin yaş ağırlığı arttırdığını tespit etmişlerdir. Ahmad ve ark. (2018), palmiye ağaç atıklarından elde edilen P ile zenginleştirilmiş biyokömürün (BK-P) mısırın kök-gövde yaş ve kuru ağırlık ile P içerik ve alımını arttırdığını, BK-P'deki fosforun toprak çözeltisine salınması ile birlikte bitki gelişimini teşvik ettiğini bildirmişlerdir. Biyokömür ile birlikte kullanılan fosforlu gübrenin mısırın P kullanım etkinliği üzerine benzer etkide bulunduğu, toprağın yarayışlı P içeriğini artırdığı (Santos ve ark. 2019); tavuk gübresinden yapılan biyokömürün kontrole göre fasulye, nohut, soya fasulyesi ve mısır bitkilerinin kuru ağırlığına önemsiz düzeyde arttırdığı, asitleştirilmiş biyokömürün fasulye ve soya fasulyesinde kuru ağırlık üzerinde önemli artışlar sağladığı (Taşkın ve ark. 2019) tespit edilmiştir. Biyokömürün bitki gelişimi üzerine etkisini, hafif bünyeli toprakta biyokömürün yüzey alanının fazla olması sebebiyle toprakta suyun ve besin elementlerin tutulması ile açıklamışlardır (Hussein ve ark. 2020; Abideen ve ark. 2020). Yine Mounirou ve ark. (2020), keçi gübresinden elde edilen biyokömürün soğan bitkisinin N, P, K, Ca ve Mg içeriğini genellikle kontrolün üzerinde arttırdığını, en yüksek artışın ise keçi gübresi+biyokömür uygulamasından elde edildiğini ve bu uygulamanın verim ve verim öğeleri bakımından daha uygun olduğunu bildirmişlerdir. Cadavid ve ark. (2021) mısır sapından elde ettiği biyokömürü (BK), KH_2PO_4 ile zenginleştirerek (BK-P) asidik toprağa uygulamış ve ıspanak verimini kontrole göre BK-P'de %34, BK'de %17 oranında artış sağladığını tespit etmiştir. Kayıkçıoğlu ve ark. (2022), budama atıklarından elde edilen biyokömürün uygulama dozu arttıkça mısır veriminin arttığı, materyalin piroliz sıcaklığı arttıkça mısırın verimi üzerine daha etkili olduğunu saptamışlardır. Erdal ve ark. (2024), yüksek sıcaklıkta elde edilen biyokömürün, buğdayın gelişimi ve saman veriminin arttığını, dane veriminin ise azaldığını tespit etmişlerdir. Sahin ve ark. (2024), marul ve roka bitkisinin yaş ve kuru ağırlığı üzerine asitleştirilmiş çeltik kavuzu biyokömürü uygulamasının TSP ve fosforik asit uygulaması ile benzer etkide bulunduğunu, fakat biyokömürün bitkilerin P içeriğinde önemli düzeyde artış sağladığını tespit etmişlerdir.

2.2.Bitkinin Azot İçeriği ve Alımı Üzerine Etkisi

Fındık atık uygulamalarının marul bitkisinin N içeriği ve alımına etkisi istatistiki olarak önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. Asit reaksiyonlu toprakta marul bitkisinin N içeriği ve alımı daha yüksek olup; her iki toprakta bitkinin en yüksek N içeriği FKB-P ve FKB uygulamalarından elde edilmiştir. Bitkilerin en yüksek N alımı ise asit ve alkalın reaksiyonlu toprakta FZB-P ve FZB uygulamalarında tespit edilmiştir. Bitkinin N içeriği fındık kabuğu ile bileşenlerinde daha yüksek olmakla birlikte; fındık zurufu ve bileşenlerinin bitki kuru ağırlığında sağladığı artışla bitkilerin daha fazla N aldığı belirlenmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Uygulamaların Bitkinin Azot İçerik ve Alımı Üzerine Etkisi

Uygulama	Asit toprak		Alkalın toprak	
	Azot, %		Azot alımı, mg/ saksı	
KNT	2.27 c	1.93 a	35.8 e	36.7 e
FZ	1.34 e	0.83 c	24.8 f	12.9 g
FZ-P	2.05 d	0.93 c	39.9 de	28.4 f
FZB	2.38 c	1.50 b	61.3 b	56.4 b
FZB-P	1.97 d	1.53 b	82.3 a	65.3 a
FK	2.66 b	1.93 a	39.6 de	42.0 de
FK-P	2.61 b	1.92 a	45.2 cd	42.5 cde
FKB	2.72 ab	1.95 a	48.7 c	44.9 cd
FKB-P	2.88 a	1.98 a	55.9 b	48.3 c
Ortalama	2.32 A	1.61 B	48.2 A	41.9 B

KNT: Kontrol, FZ:Fındık zurufu, FZ-P:Zenginleştirilmiş fındık zurufu, FZB:Fındık zuruf biyokömürü, FZB-P:Zenginleştirilmiş fındık zuruf biyokömürü, FK:Fındık kabuğu, FK-P:Zenginleştirilmiş fındık kabuğu, FKB:Fındık kabuk biyokömürü, FKB-P:Zenginleştirilmiş fındık kabuk biyokömürü. Ortalamalar arasındaki fark $P<0.05$ olarak önemlidir. Aynı küçük harfli ortalamalar arasındaki fark, istatistiki bakımdan önemli değildir.

Knicker (2010), 15 ve 30 günlük inkübasyon süresi içerisinde biyokömür uygulamasının kontrole göre toprağın toplam N içeriğinde önemli bir değişim yapmadığını, piroliz esnasında kolay çözünemeyen heterosiklik N bileşiklerinin biyokömürdeki azotun yayırlılığını azalttığını bildirmişlerdir. Güneş ve ark. (2014), tavuk gübresine ilave edilen P'un marulun N içeriğini arttırdığını, biyokömüre ilave edilen P'un ise azalttığını saptamışlardır. İnal ve ark. (2015) fasulye ve mısır bitkisinin N, P ve K içeriklerini tavuk gübresi ve biyokömür uygulamalarının arttırdığını tespit etmişlerdir. Yine tavuk gübresinden yapılan biyokömürün soya fasulyesi ve mısır bitkisinin N içeriğini kontrole göre önemli, fasulye ve nohutta ise önemsiz artışlar sağladığı,

asitleştirilmiş biyokömürün ise önemli düzeyde artırdığı tespit edilmiştir (Taşkın ve ark. 2019). Fosfor ile zenginleştirilmiş tavuk gübresi biyokömürünün marul bitkisinin (Şahin ve ark. 2016), nohutun (Wali ve ark. 2020), keçi gübresi biyokömürünün soğanın (Mounirou ve ark. 2020), mısır sap biyokömürünün ıspanak bitkisinin (Cadavid ve ark. 2021) N içeriğini arttırdığı, mısır ve buğdayda N içeriğini etkilemediği (Sahin ve ark. 2023), asitleştirilmiş çeltik kavuzu biyokömürü, triple süper fosfat (TSP) ve fosforik asit uygulamalarının marul bitkisinin N içeriğini azalttığı (Sahin ve ark. 2024) bildirilmiştir.

2.3.Bitkinin Fosfor İçeriği ve Alımı Üzerine Etkisi

Marul bitkisinin P içeriği üzerine organik materyaller önemli ($P<0.01$) etkilerde bulunmuş olup; bitkilerin fosfor içeriği kontrolün üzerinde tespit edilmiştir. Asit toprakta yetiştirilen bitkinin P içeriği daha yüksek olmakla birlikte, alkalın toprakta bitkinin kuru ağırlığındaki artış ile birlikte daha fazla P sömürdüğü belirlenmiştir. Zenginleştirilmiş organik materyaller, bitkinin P içeriğini artırmıştır. Asit reaksiyonlu toprakta FKB-P ve FZB-P uygulamalarında, alkalın toprakta ise FZ-P ve FZB-P uygulamalarında bitkinin en yüksek P içerdiği belirlenmiş olup; bitkilerin P alımının ise her iki toprakta FZB-P ve FZB uygulamalarında fazla olduğu saptanmıştır (Tablo 4). Her iki toprakta yetiştirilen marul bitkisinin P içeriğinin, fındık zurufu ve kabuğu bileşenlerinde benzer olduğu; P alımının fındık zurufu ve bileşenlerinin (8.9-9.2 mg) fındık kabuğundan (5.9-6.1 mg) daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4. Uygulamaların Bitkinin Azot İçerik ve Alımı Üzerine Etkisi

Uygulama	Asit toprak Fosfor, %	Alkalın toprak Fosfor, %	Asit toprak Fosfor alımı, mg/ saksı	Alkalın toprak Fosfor alımı, mg/ saksı
KNT	0.247 d	0.209 e	3.9 f	4.0 e
FZ	0.307 c	0.278 bcd	5.7 de	4.3 e
FZ-P	0.351 ab	0.309 a	6.8 c	9.4 c
FZB	0.322 bc	0.288 b	8.3 b	10.8 b
FZB-P	0.354 ab	0.291 ab	14.8 a	12.4 a
FK	0.308 c	0.267 cd	4.6 ef	5.8 d
FK-P	0.322 bc	0.279 bc	5.6 de	6.2 d
FKB	0.341 abc	0.260 d	6.1 cd	6.0 d
FKB-P	0.367 a	0.269 cd	7.2 c	6.6 d
Ortalama	0.324 A	0.272 B	7.0 B	7.3 A

Wali ve ark. (2020), inkübasyon sonrasında topraktaki P'un artışı biyokömürün P'u alıkoyması ve topraktaki P'un adsorpsiyon ve desorpsiyonunu etkileyerek P fiksasyonunu azaltması ile açıklamıştır. Yang ve Lu (2022), çeltik ve kanola samanından elde ettikleri biyokömürün toprakların P yayırlılığını ve enzim aktivitesi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada; biyokömür uygulamasının artan pH ve çözünebilir P sebebiyle toprakların mevcut P içeriğini arttırdığını, saman uygulamasının ureaz, sükröz ve katalaz aktivitelerini biyokömürden daha fazla arttırdığını tespit etmişlerdir. Biyokömür uygulamasının alkalın fosfat aktivitesini artırırken, samanın asit fosfataz aktivitesini azalttığını; sonuç olarak biyokömürün P yayırlılığını üzerinden samandan daha etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Fosfor ile karıştırılmış tavuk gübresinin marulun P içeriğini arttırdığı, P ile karıştırılmış biyokömürün ise azalttığı Güneş ve ark. (2014); alkalın reaksiyonlu toprakta tavuk gübresi biyokömürünün ve asitleştirilmiş biyokömürün bitkilerin P içeriğini arttırdığı Taşkın ve ark. (2019) saptanmıştır. Santos ve ark. (2019) ağaç talaşı ve şeker kamışı küspesini 350 ve 700°C'de biyokömüre dönüştürdükten sonra TSP ile kaplanmış olduğu materyallerin toprağa uygulanması ile mısır bitkisinin kuru madde verimi üzerine benzer etkilerde bulunduğunu, bitkinin P kullanım etkinliğinde bir artış olmadığını fakat toprakta yayırlı P miktarını arttırdığını tespit etmişlerdir

Pogorselski ve ark. (2020), biyokömürü TSP ile kapladığı ve harmanladığı çalışmada, inkübasyonun 4.saatinde TSP ile harmanlanmış biyokömürde P salınımının TSP ile benzer olduğunu saptamışlardır. Killi toprakta TSP ile kaplanan biyokömürün daha yüksek P tamponlama kapasitesine sahip olduğunu ve organomineral gübre gibi daha yavaş salındığını belirlemişlerdir. Araştırmacılar biyokömürle kaplı organomineral fosforlu gübrelerin, P fiksasyon kapasitesi yüksek olan tropikal topraklarda bitkinin P alımını ve kullanım etkinliğini TSP'ye göre artırabileceğini bildirmişlerdir.

Cadavid ve ark. (2021) ise mısır sapı biyokömürü (BK), KH_2PO_4 ile zenginleştirmiş biyokömürü (BK-P) asidik toprağa uygulamış ve ıspanak yaprağının P içerik ve alımının BK-P'de en yüksek; kontrol ve BK'ün benzer olduğunu saptamışlardır. Fosforik asitle zenginleştirilmiş çeltik kabuğu biyokömür uygulamasının buğday ve ikinci ürün olarak yetiştirilen mısır bitkisinin P içeriği ve alımını kontrol, TSP ve fosforik asite göre daha fazla arttırdığı; marul ve roka bitkisinin P içeriği üzerine asitleştirilmiş çeltik kavuzu

biyokömürü uygulamasının TSP ve fosforik asit uygulamasına göre önemli düzeyde arttırdığını Sahin ve ark. (2023, 2024) tarafından bildirilmiştir.

2.4.Bitkinin Potasyum İçeriği ve Alımı Üzerine Etkisi

Farklı organik materyal uygulamaları bitkinin K içeriği ve alımı üzerine istatistiki bakımdan önemli etkilerde bulunmuştur ($P<0.01$). Her iki toprakta bitkilerin en yüksek K içeriği ve alımının FZB-P ve FZB uygulamalarında saptanmış olup; asit reaksiyonlu toprakta bitkilerin genellikle daha fazla K içerdiği ve K aldığı tespit edilmiştir (Tablo 5). Fındık zuru ile bileşenlerinin ve zenginleştirilmiş organik materyallerin bitkilerin K içeriği ve K alımında daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Tablo 5. Uygulamaların Bitkinin Potasyum İçerik ve Alımı Üzerine Etkisi

Uygulama	Asit toprak Potasyum, %	Alkalın toprak	Asit toprak Potasyum alımı, mg/ saksı	Alkalın toprak
KNT	2.54 g	1.82 g	40.0 f	34.7 f
FZ	2.93 f	2.08 f	54.0 e	32.3 f
FZ-P	3.60 cd	2.24 de	70.2 cd	68.0 c
FZB	3.96 ab	3.02 b	102.4 b	113.6 b
FZB-P	4.06 a	3.21 a	169.6 a	137.0 a
FK	3.14 ef	2.11 ef	46.8 ef	45.9 e
FK-P	3.36 de	2.21 def	58.2 de	48.9 de
FKB	3.25 e	2.33 cd	58.4 de	53.5 de
FKB-P	3.77 bc	2.45 c	73.1 c	59.72cd
Ortalama	3.40 A	2.38 B	74.7 A	66.0 B

Biyokömürün sahip olduğu yüksek yüzey alanı, fonksiyonel karboksilik ve fenolik gruplarının iyonları bağlayarak besin element kaybını önlediği, besin elementlerinin bitkiler tarafından alındığı bildirilmiştir.-(Cheng ve ark. 2006; Mosharraf ve ark. 2021). Güneş ve ark. (2014) P ile karıştırılmış tavuk gübresinin marulun K içeriğini arttırdığını, P ile karıştırılmış biyokömürün ise azalttığını; Sahin ve ark. (2017), ise biyokömür uygulamasının kontrole göre mısır bitkisinin N, P ve K içeriklerini arttırdığını tespit etmişlerdir. Biyokömür uygulamasının fasulye ve soya fasulyesinin, asitleştirilmiş biyokömür uygulamasının nohut ve mısırın K içeriğini arttırdığı (Taşkın ve ark. 2019); yine biyokömür uygulamasının marulun N, P ve K alımını arttırdığı (Nurhidayeti ve ark. 2022) saptanmıştır.

Cadavid ve ark. (2021) mısır sapından elde ettiği biyokömürü (BK), KH_2PO_4 ile zenginleştirerek (BK-P) asidik toprağa uygulamış ve ıspanak yaprağının K içeriğinin kontrolden yüksek, BK-P ve BK'ün benzer; BK-P uygulamasında ise K alımının daha yüksek olduğunu saptamışlardır. Mosharof ve ark. (2022) asit reaksiyonlu toprağa kireç, biyokömür ve fosforlu gübre uygulaması ile birlikte mısır bitkisinin P, K içerik ve alımını arttırdığını tespit etmişlerdir. Sahin ve ark. (2023), çeşitli P kaynaklarının (TSP, H_3PO_4 , zenginleştirilmiş biyokömür) buğday ve ikinci ürün olarak yetiştirdiği mısır bitkisinin K içerikleri üzerine önemli bir etkide bulunmamakla birlikte, buğdayda TSP ve biyokömürün mısırdaki ise biyokömür ve TSP'nin bitkinin K içeriğini arttırdığını tespit etmişlerdir.

2.5.Bitkinin Kalsiyum İçeriği ve Alımı Üzerine Etkisi

Bitkilerin Ca içeriği üzerine organik materyaller istatistiki bakımdan önemli ($P<0.01$) etkilerde bulunmuştur. Asit reaksiyonlu toprakta yetiştirilen marul bitkisinde FK ve FKB uygulamalarında kontrolün üzerinde bitkide Ca içeriği belirlenirken; alkalın reaksiyonlu toprakta kontrolden düşük belirlenmiştir (Tablo 6). Bitkilerin Ca alımının asit reaksiyonlu toprakta FZ ve FZ-P hariç kontrolün üzerinde olduğu, alkalın reaksiyonlu toprakta ise tüm uygulamalarda kontrolden düşük olduğu tespit edilmiştir. Fındık kabuğu ve bileşenlerinin bitkilerin Ca içeriği ve alımında daha etkili olduğu saptanmıştır. Yine zenginleştirilmiş organik materyallerin bitkinin K içeriğini arttırması, bitkilerin Ca içerik ve alımlarının azalmasına neden olmuştur.

Tablo 6. Uygulamaların Bitkinin Kalsiyum İçerik ve Alımı Üzerine Etkisi

Uygulama	Asit toprak Kalsiyum, %	Alkalın toprak Kalsiyum, %	Asit toprak Kalsiyum alımı, mg/ saksı	Alkalın toprak Kalsiyum alımı, mg/ saksı
KNT	0.987 c	0.883 a	15.6 c	16.8 a
FZ	0.815 d	0.563 d	15.0 c	8.7 c
FZ-P	0.792 d	0.326 e	15.4 c	9.9 c
FZB	0.677 e	0.331 e	17.5 bc	12.5 b
FZB-P	0.572 f	0.319 e	23.9 a	13.7 b
FK	1.196 a	0.686 b	17.8 bc	14.9 ab
FK-P	0.984 c	0.641 c	17.0 bc	14.3 b
FKB	1.088 b	0.594 d	19.5 b	13.7 b
FKB-P	0.958 c	0.554 d	18.6 b	13.5 b
Ortalama	0.897 A	0.544 B	17.8 A	13.1 B

Bulgularımızla benzer şekilde biyokömür uygulamasının mısır bitkisinin Ca ve Mg içeriklerinin kontrolden düşük (Sahin ve ark. 2017); asit reaksiyonlu toprağa kireç ve biyokömür uygulamasında ise fosforlu gübre dozu arttıkça mısır bitkisinin Ca içeriği ve alımının azaldığı (Mosharof ve ark. 2022) tespit edilmiştir.

Taşkın ve ark. (2019), biyokömür uygulamasının bitkilerin Ca içeriğini arttırdığını, fakat en yüksek artışların asitleştirilmiş biyokömür uygulamasından elde edildiğini; Sahin ve ark. (2023), çeltik kabuğundan elde ettiği biyokömürü H_3PO_4 ile zenginleştirmiş, buğday ve ikinci ürün olarak yetiştirdiği mısır bitkisinin Ca içeriğinin kontrolden yüksek olduğunu; Sahin ve ark. (2024) ise asitleştirilmiş çeltik kavuzu biyokömürü, TSP ve fosforik asit uygulamalarının marul bitkisinin Ca içeriği üzerine önemli bir etkisinin olmadığını saptamışlardır.

2.6.Bitkinin Magnezyum İçeriği ve Alımı Üzerine Etkisi

Organik materyallerin bitkinin Mg içeriği ve alımına etkisi önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Alkalin reaksiyonlu toprakta marul bitkisinin Mg içeriği kontrolden düşük iken asit reaksiyonlu toprakta FKB ve FK hariç bitkinin Mg içeriğinin kontrolden düşük olduğu saptanmıştır. Zenginleştirilmiş organik materyallerin bitkilerin Mg içeriğini azalttığı, asit reaksiyonlu toprakta yetiştirilen marul bitkisinin Mg içeriğinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Fındık kabuğu ve bileşenlerinin bitkinin Mg içeriği üzerine daha etkili olduğu belirlenmiştir (Tablo 7). Her iki toprakta FZB-P ve FZB uygulamalarında bitkilerin daha fazla Mg aldığı tespit edilmiştir.

Tablo 7. Uygulamaların Bitkinin Magnezyum İçerik ve Alımı Üzerine Etkisi

Uygulama	Asit toprak Magnezyum, %	Alkalin toprak	Asit toprak Magnezyum alımı, mg/ saksı	Alkalin toprak
KNT	0.275 a	0.270 a	4.33 cd	5.13 cd
FZ	0.211 c	0.158 cd	3.90 de	2.45 e
FZ-P	0.179 e	0.152 d	3.47 e	4.62 d
FZB	0.205 cd	0.168 c	5.29 b	6.34 ab
FZB-P	0.187 de	0.163 cd	7.82 a	6.95 a
FK	0.282 a	0.243 b	4.19 cd	5.29 cd
FK-P	0.252 b	0.240 b	4.35 cd	5.34 cd
FKB	0.287 a	0.248 b	5.15 b	5.70 bc
FKB-P	0.247 b	0.239 b	4.81bc	5.83 bc
Ortalama	0.236 A	0.209 B	4.81 B	5.29 A

Taşkın ve ark. (2019), biyokömür uygulamasıyla fasulye ve soya fasulyesinin kontrolün üzerinde Mg içerdiğini, nohut ve mısırdaki kontrolden düşük olmakla birlikte en yüksek Mg içeriklerinin asitleştirilmiş biyokömür uygulamasından elde edildiği saptamışlardır. Mosharof ve ark. (2022) asit reaksiyonlu toprağa kireç ve biyokömür uygulamış olup, bulgularımızla benzer şekilde fosforlu gübre dozu arttıkça mısır bitkisinin Mg içeriğinin ve alımının genellikle azaldığını tespit etmişlerdir

Fosforik asitle zenginleştirilmiş biyokömür uygulamasının buğday bitkisinin Mg içeriğinin kontrolden yüksek, ikinci ürün olarak yetiştirdiği mısır bitkisinin ise kontrolden düşük olduğu (Sahin ve ark. 2023); başka bir araştırmasında ise fosforik asit, asitleştirilmiş çeltik kavuzu biyokömürü ve TSP uygulamalarının marul bitkisinin Mg içeriğini kontrole göre arttırdığını, roka bitkisinde ise en yüksek Mg içeriğinin asitleştirilmiş çeltik kavuzu biyokömürü uygulamasından elde edildiğini (Sahin ve ark. 2024) bildirmişlerdir.

3. SONUÇ ve ÖNERİLER

Tarım topraklarında fosforun noksan olması, toprakta fosforun yarayışız forma dönüşmesi bilim adamlarının fosfora olan ilgisini arttırmıştır. Bu yüzden, fosforlu gübrelerin bitkiler tarafından kullanım etkinliğini arttırabilmek için çeşitli stratejiler geliştirilmektedir. Son yıllarda yapılan araştırmalarda, biyokömürle birlikte fosforlu gübrelerin etkinliğinin çözünebilir fosforlu gübrelere benzer olduğu bildirilmektedir. Bu amaçla yürütülen bu çalışmada, yörede atık potansiyeli yüksek olan fındık atıklarının biyokömüre dönüştürülerek asit ve alkalın toprakta bitki gelişimi ve besin maddesi içerikleri üzerine etkisi araştırılmıştır.

Sonuç olarak, asit ve alkalın toprakta yetiştirilen marul bitkisinin yaş ve kuru ağırlık, bitkinin P ve K alımı ile K içeriklerinin, zenginleştirilmiş fındık zurufu biyokömürü (FZB-P) ve fındık zurufu biyokömürü (FZB) uygulamalarında en yüksek olduğu tespit edilmiştir. Fındık zurufundan elde edilen materyallerin fındık kabuğuna göre daha fazla etkili olduğu belirlenmiştir. Fındık atıklarının tarımsal amaçlı kullanımının yaygınlaştırılması için konunun daha detaylı çalışmalarla irdelenmesi yöre tarımı bakımından önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- Abideen, Z., Koyro, H.W., Huchzermeyer, B., Ansaril, R., Zulfiqar, F., & Gul, B. 2020. Ameliorating effects of biochar on photosynthetic efficiency and antioxidant defence of *Phragmites karka* under drought stress. *Plant Biology*, 22: 259–266.
- Ahmad, M., Usman, A.R.A., Al-Faraj, A.S., Ahmad, M., Sallam, A., & Al-Wabel, M.I. 2018. Phosphorus-loaded biochar changes soil heavy metals availability and uptake potential of maize (*Zea mays* L.) plants. *Chemosphere*, 194:327–339.
- Ahmed, N., Basit, A., Bashir, S., Bashir, S., Bibi, I., Haider, Z., Ali, M.A., Aslam, Z., Aon, M., Alotaibi, S.S., El-Shehawi, A.M., Samreen, T., & Li, Y. 2021. Effect of acidified biochar on soil phosphorus availability and fertilizer use efficiency of maize (*Zea mays* L.). *Journal of King Saud University Science*, 33(8): 101635.
- Arın, A., & Çoşkan, A. 2021. Biyokömür uygulamalarının Karadeniz bölgesi toprağının pH'sına ve bazı biyolojik aktivite parametrelerine etkileri. *SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(2): 187-199.
- Aygün, S., & Bender Özenç, D. 2023. Fındık atığı ürünlerinin buğday yetiştiriciliğinde değerlendirilmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 12(Özel s.): 213-226.
- Bass, A.M., Bird, M.I., Kay, G., & Muirhead, B. 2016. Soil properties greenhouse gas emissions and crop yield under compost, biochar and co-composted biochar in two tropical agronomic systems. *Science Total Environment*, 550: 459–470.
- Borges, B.M.M.N., Strauss, M., Camelo, P.A., Sohi, S.P., & Franco, H.C.J. 2020. Re-use of sugarcane residue as a novel biochar fertiliser – Increased phosphorus use efficiency and plant yield. *Journal of Cleaner Production*, 262: 121406.
- Cadavid, C.S., Romero, J.H., Torres, M., Agudelo, E.B., & López, J.E. 2021. Evaluation of a biochar-based slow-release P fertilizer to improve spinacia oleracea P use, yield, and nutritional quality. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 21:2980–2992.

- Cheng, C.H., Lehmann, J., Thies, J.E., Burton, S.D., & Engelhard, M.H. 2006. Oxidation of black carbon by biotic and abiotic processes. *Organic Geochemistry*, 37: 1477-1488.
- Di, W., Yanfang, F., Lihong, X., Manqiang, L., Bei, Y., Feng, H., & Linzhang, Y. 2019. Biochar combined with vermicompost increases crop production while reducing ammonia and nitrous oxide emissions from a paddy soil. *Pedosphere*, 29(1): 82–94.
- Doan, T.T., Tureaux, T.H., Rumpel, C., Janeau, J.L., & Jouquet, P. 2015. Impact of compost, vermicompost and biochar on soil fertility, maize yield and soil erosion in Northern Vietnam: A three year mesocosm experiment. *Sciences Total Environment*, 514:147-54.
- Dodor, D.E., Amanor, Y.J., Attor, F.T., Adjadeh, T.A., Neina, D., & Miyittah, M. 2018. Co-application of biochar and cattle manure counteract positive priming of carbon mineralization in a sandy soil. *Environmental Systems Research*, 7(5): 1-9.
- El-Sharkawy, M., El-Naggar, A.H., Al-Huqail, A.A., & Ghoneim, A.M. 2022. Acid-modified biochar impacts on soil properties and biochemical characteristics of crops grown in saline-sodic soils. *Sustainability*, 14:8190.
- Erdal, İ., Alaboz, P., Ekinci, K., Türkan, Ş.A., Yaylacı, C., & Şener, A. 2024. Effect of biochar on some soil properties after 4-year application and its effect on growth, yield and nutrient uptake of wheat grown on an alkaline soil. *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali*. <https://doi.org/10.1007/s12210-023-01221-w>
- Fearnside, P.M. 2000. Global warming and tropical land-use change: Greenhouse gas emissions from biomass burning, decomposition and soils in forest conversion, shifting cultivation and secondary vegetation. *Climatic Change*, 46(1-2): 115-158.
- Gunes A., Inal A., Taskin, M.B., Sahin O., Kaya E.C., & Atakol A. 2014. Effect of phosphorus enriched biochar and poultry manure on growth and mineral composition of lettuce (*Lactuca sativa* L. cv.) grown in alkaline soil. *Soil Use and Management*, 30: 182-188.
- Gunes, A., Inal, A., Sahin, O., Taskin, M.B., Atakol, O., & Yılmaz, N. 2015. Variations in mineral element concentrations of poultry manure biochar

- obtained at different pyrolysis temperatures, and their effects on crop growth and mineral nutrition. *Soil Use and Management*, 31: 429-437.
- Gül, Z.D. 2022. Organik Bir Düzenleyici: Biyoçar (Biyokömür). (Editör: Gül, Z.D). Gelişmekte Olan Ülkeler İçin Sürdürülebilir Tarım. 29-52. Iksad Yayınevi. ISBN: 978-625-8377-23-1.
- Huang, Z., & He, W. 2023. Impacts of biochar and vermicompost addition on physicochemical characteristics, metal availability, and microbial communities in soil contaminated with potentially toxic elements. *Sustainability*, 15, 790.
- Hussain, R., Ravi, K., & Garg, A. 2020. Influence of biochar on the soil water retention characteristics (SWRC): potential application in geotechnical engineering structures. *Soil Tillage Resources*, 204: 104713.
- Inal, A., Gunes, A., Sahin, O., Taskin, M.B., & Kaya, E.C. 2015. Impacts of biochar and processed poultry manure, applied to a calcareous soil, on the growth of bean and maize. *Soil Use and Management*, 31: 106–113.
- Kacar, B., & İnal A. 2008. Bitki Analizleri. Nobel Yayın: 1241. Ankara.
- Kacar, B., & Kütük C. 2010. Gübre Analizleri. Nobel Yayın: 1497. Ankara.
- Kacar, B. 2016. Fiziksel ve Kimyasal Toprak Analizleri. Nobel Yayın:1524. Ankara.
- Karashin, M. 2023. Effects of vermicompost and inorganic fertilizer applications in different forms and doses on grain corn. *Journal of Plant Nutrition*, 46(13): 3002-3017.
- Kayıkcioglu, H.H., & Tepecik, M. 2022. Belediye budama atıklarından farklı piroliz sıcaklıklarında elde edilen biyokömürün, mısır verimi ile bazı toprak özellikleri üzerine etkisi. *MAS Journal of Applied Sciences* 7(1): 108–127.
- Khajavi-Shojaei, S., Moezzi, A., Masir, M.N., & Taghavi, M. 2023. Synthesis modified biochar-based slow-release nitrogen fertilizer increases nitrogen use efficiency and corn (*Zea mays* L.) growth. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 13:593–601.
- Kizilkaya, R., Turkay, F.S.H., Turkmen, C., & Durmus, M. 2012. Vermicompost effects on wheat yield and nutrient contents in soil and plant. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 58(1): 175-179.
- Knicker, H. 2010. "Black nitrogen"-An important fraction in determining the recalcitrance of charcoal. *Organic Geochemistry*, 41: 947–950.

- Kurt, S. 2016. Biyokömür ve vermikompostun mısır bitkisinin (*Zea mays* L.) kök bölgesindeki enzim aktiviteleri üzerine etkisi. Yüksek lisans tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bölümü ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Ordu.
- Luo, W., Qian, L., Liu, W., Zhang, X., Wang, Q., Jiang, H., Cheng, B., Ma, H., & Wu, Z. 2021. A potential Mg-enriched biochar fertilizer: Excellent slow-release performance and release mechanism of nutrients. *Science of the Total Environment*, 768: 144454.
- Ly, B., Cui, Y., Wei, H., Chena, O., & Zhang, D. 2020. Elucidating the role of earthworms in N₂O emission and production pathway during vermicomposting of sewage sludge and rice straw. *Journal of Hazardous Materials*, 400:123215.
- Manolikaki, I.I., Mangolis, A., & Diamadopoulou, E. 2016. The impact of biochars prepared from agricultural residues on phosphorus release and availability in two fertile soils. *Journal of Environmental Management*, 181: 536-543.
- Manolikaki, I.I., & Diamadopoulou, E. 2019. Positive effects of biochar and biocharcompost on maize growth and nutrient availability in two agricultural soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 50(5): 512-526.
- Marcinczyk, M., & Oleszczuk, P. 2022. Biochar and engineered biochar as slow- and controlled-release fertilizers. *Journal of Cleaner Production*, 339:130685.
- Mihoub, A., Amin, A.E.E.A.Z., Motaghian, H.R., Saeed, M.H., Naeem, A. 2022. Citric acid (CA)-modified biochar improved available phosphorus concentration and its half-life in a P-fertilized calcareous sandy soil. *Journal of Soil Science & Plant Nutrition*, 22:465-474.
- Mosharrof, M., Ku, M.D., Sulaiman, M.F., Mia, S., Shamsuzzaman, S.M., & Haque, A.N.A. 2021 Combined application of biochar and lime increases maize yield and accelerates carbon loss from an acidic soil. *Agronomy*, 1:1313.
- Mosharrof, M., Uddin, M.K., Mia, S., Sulaiman, M.F., Shamsuzzaman, S.M., & Haque, A.N.A. 2022. Influence of rice husk biochar and lime in reducing phosphorus application rate in acid soil: A field trial with maize. *Sustainability*, 14: 7418.

- Mounirou, M.M., Kaya, E.C., Ouedraogo, A.R., Demir, K., Güneş, A., & İnal, A. 2020. Biyokömür ve organik gübre uygulamalarının soğan bitkisinin gelişimi ve kimyasal gübreden yararlanma oranına etkileri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 8(1): 36 – 45.
- Neththasinghe, N.A.S.A., Dissanayaka, D. M. S. B., & Karunarathna, A.K. 2023. Rhizosphere nutrient availability and nutrient uptake of soybean in response to biochar application, *Journal of Plant Nutrition*, 46(17): 4085-4095.
- Nurhidayati, N., Ansari, AS., Sholihah, A., & Chiangma, P.N. 2022. Vermicompost and rice husk biochar interaction Ameliorates nutrient uptake and yield of green lettuce under soilless culture. *Journal of Horticultural Research*, 30(2): 55–66.
- Oldfield, T.L., Sikirica, N., Mondini, C., Lopez, G., Kuikman, P.J., & Holden, N.M. 2018. Biochar, compost and biochar-compost blend as options to recover nutrients and sequester carbon. *Journal Environmental Management*, 218: 465-476.
- Özenç, D.B., Yılmaz, F.I., Tarakçıoğlu, C., & Aygün, S. 2019. Fındıktan üretilen atıkların toprağın fiziko-kimyasal ve biyolojik özelliklerine etkileri. *Mediterranean Agricultural Sciences* 32(Özel s.):7-13.
- Özenç, D.B., Tarakçıoğlu, C., Yılmaz, F.I., & Aygün, S. 2023. Changes in physico-chemical properties of a sandy loam soil depending on the particle size of hazelnut shell-derived biochar. *Philippn Agric Scientist*, 106(4):414-424.
- Pogorzelski, D., Lustosa Filho, J.F., Matias, P.C., Santos, W.O., Vergütz, L., & Melo, L.C.A., 2020. Biochar as composite of phosphate fertilizer: characterization and agronomic effectiveness. *Sciences of the Total Environment*, 743, 140604.
- Qayyum, M.F., Liaquat, F., Abdur Rehman, R. Gul, M., Hye, M.Z, Rizwan, M., & Rehaman, M.Z. 2017. Effects of co-composting of farm manure and biochar on plant growth and carbon mineralization in an alkaline soil. *Environmental Science and Pollution Research*, 24: 26060-26068.
- Rahbar, F.G., Vaziri, A., & Asil, M.H. 2024. Application of vermicompost in improving the growth, water content, and vase life of LA hybrid lily. *Journal of Plant Nutrition*, 47:1, 157-165.

- Sahin, O., Taskin, M. B., Kaya, E. C., Atakol, O., Emir, E., Inal, A., & Gunes, A. 2017. Effect of acid modification of biochar on nutrient availability and maize growth in a calcareous soil. *Soil Use and Management*, 33(3): 447-456.
- Sahin, O., Gunes, A., Babar, S.K., Deniz, K., Kadioglu, Y.K. Ozturk, S., & Inal, A. 2023. Phosphorus-enriched rice husk biochar affected growth and mineral nutrition of wheat and its residual effects on maize production. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 23:3085–3094.
- Sahin, O., Gunes, A., Deniz, K., Kadioglu, Y.K., & Inal, A. 2024. Primary and residual impacts of phosphoric acid modified biochar on growth and concentrations of essential and non-essential elements in lettuce and second crop arugula. *Journal of Plant Nutrition*, 47(13): 2134– 148.
- Santos, S.R., Filho, J.F.L., Vergütz, L., Melo, L.C.A. 2019. Biochar association with phosphate fertilizer and its influence on phosphorus use efficiency by maize. *Ciência e Agrotecnologia*, 43:e025718.
- Sarfraz, R., Nadeem, F., Yang, W., Tayyab, M., Khan, M.I., Mahmood, R., Guo, X., Xing, S., & Kim, G.W. 2024. Evaluation of biochar and inorganic fertilizer on soil available phosphorus and bacterial community dynamics in acidic paddy soils for different incubation temperatures. *Agronomy*, 14, 26.
- Şahin, Ö., Taşkın, M.B., Kaya, E.C., & Taşkın, H. 2016. Fosfor ile zenginleştirilmiş biyokömürün marul bitkisinin (*Lactucasativa* l. cv. maritima) gelişimi ve mineral element konsantrasyonu üzerine etkisi. *Çukurova Tarım Gıda Bilimleri Dergisi*, 31(3): 101-107.
- Tammam A.A, Shehata M.R.A.M., Pessaraki M., & El-Aggan, W.H. 2023 Vermicompost and its role in alleviation of salt stress in plants – I. Impact of vermicompost on growth and nutrient uptake of salt-stressed plants. Review. *Journal of Plant Nutrition*, 46(7): 1446-1457.
- Tarakçioğlu, C., Özenç, D.B., Yılmaz, F.I, Kulaç, S., & Aygün, S. 2019. Fındık kabuğundan üretilen biyokömürün toprağın besin maddesi kapsamı üzerine etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 34(1):107-117.
- Tarakçioğlu, C., & Özenç, D.B. 2022. Farklı yetiştirme ortamına uygulanan vermikompostun marul bitkisinin gelişimi ile bazı bitki besin maddesi içerikleri üzerine etkisi. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 10(11): 2204-2212.

- Taskin, M.B., Kadioglu, Y.K., Sahin, O., Inal, A., & Gunes, A. 2019. Effect of acid modified biochar on the growth and essential and non- essential element content of bean, chickpea, soybean, and maize grown in calcareous soil, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 50(13): 1604-1613.
- Toor, M.D., Kizilkaya, R., Anwar,A., Koleva, L., & Eldesoky, G.E. 2024. Effects of vermicompost on soil microbiological properties in lettuce rhizosphere: An environmentally friendly approach for sustainable green future. *Environmental Research* 243, 117737.
- Wali, F., Naveed, M., Bashir, M.A., Asif, M., Ahmad, Z., Alkahtani, J., Alwahibi, M.S. & Elshikh, M.S. 2020. Formulation of biochar-based phosphorus fertilizer and its impact on both soil properties and chickpea growth performance. *Sustainability*, 12: 9528.
- Wang, T, Arbestan, M.C., Hedley, M., & Bishop, P. 2012. Predicting phosphorus bioavailability from high-ash biochars. *Plant-Soil*, 357:173-187.
- Wang, F., Wang, X., & Song, N. 2021. Biochar and vermicompost improve the soil properties and the yield and quality of cucumber (*Cucumis sativus* L.) grown in plastic shed soil continuously cropped for different years. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 315:107425.
- Wu, Y, Liu, J., Shaaban, M., & Hu, R. 2021. Dynamics of soil N₂O emission and functional gene abundance in response to biochar application in the presence of earthworms. *Environmental Pollution*, 268:115670.
- Wu, Y., Li, O., Zheng, Y., Xiong, X., Chen, Y., Shaaban, M., & Hu, R. 2023. Optimizing biochar addition for vermicomposting: a comprehensive evaluation of earthworms' activity, N₂O emissions and compost quality. *Biochar*, 5:4.
- Yang, C., & Lu, S. 2022. Straw and straw biochar differently affect phosphorus availability, enzyme activity and microbial functional genes in an Ultisol. *Science of the Total Environment*, 805- 150325.
- Zhang, M., Liu, Y., Wei, Q., Liu, L., Gu, X., Gou, J., & Wang, M. 2023. Effects of biochar and vermicompost on growth and economic benefits of continuous cropping pepper at karst yellow soil region in Southwest China. *Frontiers in Plant Science*, 14:1238663.

BÖLÜM 2

GÜBRE UYGULAMALARINDA KONTROLLÜ VE YAVAŞ SALIM SİSTEMLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Halime ÖZTÜRK¹
Dr. Öğr. Üyesi Hasine KÜÇÜKYILDIRIM²
Prof. Dr. Salih AYDEMİR³

¹ Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Şanlıurfa, Türkiye. ho166832@gmail.com , Orcid ID: 0000-0002-9251-1750

² Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Şanlıurfa, Türkiye. hasineelci7@gmail.com, Orcid ID: 0000-0001-5822-9439

³ Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Şanlıurfa, Türkiye. salihaydemir@harran.edu.tr Orcid ID: 0000-0002-3236-8438

GİRİŞ

Tarım endüstrisi, eski çağlardan beri yenilikçi araştırma bulgularının teknolojik ilerlemelerini alarak her zaman ön planda olmuştur. Teknolojik ilerlemeleri tarım endüstrisine uygulama konusundaki isteklilik, artan insan nüfusunun açlığını gidermek için önemli bir gıda kaynağı olarak bitkisel üretimin önemini vurgulamaktadır (Carpenter ve ark., 2011). Dünya nüfusunun 2050 yılına kadar 9 milyar kişiye ulaşacağı yönündeki son projeksiyon, küresel tarımsal üretkenliği talebi karşılamak için hasat sonuçlarını artırmaya teşvik etmiştir (Sekhon ve ark., 2014).

Verimliliği artırmak amacıyla gübre kullanımı tarımsal üretimde vazgeçilmez bir uygulama olarak kabul edilmektedir. Ancak, gübrelerin miktar, çeşit ve uygulama zamanlarındaki farklılıklar ile bilinçsiz kullanım, çevre üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Yanlış ve aşırı gübreleme sonucunda; toprakta tuzlanma, ağır metal birikimi, besin dengesizliği, mikroorganizma faaliyetlerinin bozulması gibi sorunların yanı sıra sularda ötrofikasyon, nitrat birikimi ve atmosfere azot ile kükürt içeren gazların salınımı gibi problemler gözlemlenmektedir. Bu durumlar, sera etkisinin artmasına ve çevresel sürdürülebilirliğin tehdit edilmesine yol açmaktadır. Bu tür olumsuzlukları azaltmak ve sürdürülebilir bir tarım sistemine geçiş sağlamak amacıyla yeni teknolojiler geliştirilmiştir. Kontrollü salımlı gübreler (KSG) ve yavaş salımlı gübreler (YSG), bu yenilikçi çözümler arasında dikkat çekmektedir. Bu gübreler, bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin maddelerini daha verimli ve kontrollü bir şekilde sağlayarak hem verimliliği artırmakta hem de çevresel etkileri minimize etmektedir.

Bu çalışmada, gübrelerin yanlış ve aşırı kullanımı sonucu oluşan çevresel problemleri ele alan, kontrollü ve yavaş salımlı gübreler detaylı olarak incelenmiştir. Modern tarımın sürdürülebilirliğini sağlama potansiyeline sahip bu yaklaşımlar, ekonomik etkinlik ve çevresel koruma arasında bir denge kurarak geleceğin tarım politikalarına ışık tutmaktadır.

1. Gübre ve gübreleme

Bitkilerin büyümesini desteklemek, ürün miktarını artırmak ve kaliteyi iyileştirmek amacıyla toprağa veya doğrudan bitkiye uygulanan ve bir ya da daha fazla bitki besin maddesini bir arada bulandıran maddelere gübre adı verilir.

GÜBRE ÇEŞİTLERİ	ORGANİK GÜBRELER
	Hayvan Gübresi
	Yeşil Gübreler
	Kompost
	Hümitik Asitler
	KİMYASAL GÜBRELER
	Makro Besin gübreler
	Mikro Besin Gübreler
	KOMPOZE VE MİKROBİYAL GÜBRELER

Şekil 1. Gübrelerin sınıflandırılması

Organik gübreler

Bitkisel besin kaynağı olarak organik gübreler, bitki, hayvan ve insan kaynaklı atıklar ya da artık maddelerden elde edilir. Bu tür gübreler, organik maddenin kaynağına bağlı olarak farklı oranlarda Azot (N), Fosfor (P), Potasyum (K) ve diğer besin elementlerini içerebilir.

Kimyasal gübreler

Yapay olarak üretilen veya ticari olarak kullanılan kimyasal gübreler, bir veya daha fazla bitki besin maddesini içermektedir. Temel olarak azotlu, fosforlu ve potasyumlu gübreler olmak üzere üç ana gruba ayrılır (Ming-gang ve ark., 2008; Kılınç ve Kutbay, 2008).

Kompoze Gübreler

Birden fazla bitki besin maddesi içeren kompoze gübreler, uygulama kolaylığı ve ekonomik avantajlarıyla öne çıkar. Ancak, içerdiği besin maddelerinin oranlarının doğru bir şekilde belirlenmesi uygulama açısından büyük önem taşır.

2. Gübreleme yöntemleri

Gübreler genellikle aşağıdaki yöntemlerle toprağa uygulanmaktadır (Oliet ve ark., 2004):

- **Serpme Yöntemi:** Gübrelerin elle ya da çeşitli ekipmanlar yardımıyla toprağın yüzeyine serpilmesidir.
- **Bant Uygulaması:** Gübrelerin, tohumun yaklaşık 3-5 cm altına manuel veya makineler yardımıyla yerleştirilmesidir.
- **Üstten veya Yandan Uygulama:** Bitki çimlendikten sonra, gübrelerin toprağın tüm alanına serilmesiyle gerçekleştirilir.
- **Püskürtme Yöntemi:** Sıvı gübrelerin, yapraklara püskürtülerek verilmesidir. Bu yöntem genellikle mikro besin elementleri için tercih edilir.
- **Fertigasyon:** Gübrelerin sulama suyuna karıştırılarak uygulanmasıdır.

Bu yöntem düzenli uygulandığında gübre kullanım verimliliğini artırır. Geleneksel gübreleme yöntemlerinde, bitkilerin gübreden yararlanma oranı genellikle düşüktür (Trenkel, 2010). Kullanılan gübrelerin büyük bir kısmı, aşırı sulama veya yağmur nedeniyle yeraltı sularına karışarak kaybolabilir. Bu nedenle sürdürülebilir tarım için toprağa verilen gübrenin sürekli izlenmesi önemlidir. Toprak çözeltisinde yeterli miktarda besin elementinin bulunması ve bitkiler tarafından alınabilir durumda olması, sağlıklı bitki gelişimi açısından kritik bir rol oynamaktadır (Cole ve ark., 2016).

Geleneksel gübrelerle ilgili küresel sorunlar

Kimyasal gübrelerin uygulanması, modern yoğun tarımda elzemdir ve mevcut zorlu gıda üretim hedeflerine ulaşmak için hayati öneme sahiptir. Ancak, aşırı kullanımları çevre için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Aslında, uygulanan bir gübredeki tüm besin maddeleri bitkiler tarafından alınmaz (C. Feng ve ark., 2015), besin maddelerinin önemli yüzdeleri, esas olarak gübrelerin yüksek çözünürlüğü ve küçük molekül ağırlığı nedeniyle çevreye göç etme eğilimindedir (Zhou ve ark., 2015). Gerçekten de yaygın gübrelerde bulunan besin maddelerinin ciddi kayıplarının azot için %40-70, fosfor için %80-90 ve potasyum için %50-70 olduğu tahmin edilmektedir (Xiang ve ark., 2017). Bunu doğrulayacak şekilde, mahsullerin ilk yıl azot ve potasyumun

sadece %50-60'ını ve fosfor için %10-25'ini asimile ettiği, sonraki yıllarda daha fazla %1-2'lik bir azalma olduğu bildirilmiştir (Lubkowski ve ark., 2015), bu da uygulanan gübrelere düşük kullanım etkinliğini göstermektedir. Bu tarımsal kayıplar yalnızca değerli kaynakların kaybına yol açmakla kalmaz, aynı zamanda hava, su ve toprak kirliliğine de neden olur.

Gübre -toprak-bitki etkileşimi

Gübrelere toprağa uygulanması, toprağın verimliliğini korumak ve artırmak için kritik bir tarımsal faaliyettir. Toprak verimliliği, yalnızca bitkilere gerekli besin maddelerinin sağlanmasıyla değil, aynı zamanda toprak organik maddesinin korunması, su tutma kapasitesinin artırılması, pH seviyelerinin dengelenmesi ve mikroorganizma aktivitesinin desteklenmesiyle de ilişkilidir (Benton, 2012). Sağlıklı ve üretken bir toprak, tüm temel besin maddelerini uygun miktarlarda ve bitkiler tarafından kolayca alınabilir formlarda içermelidir. Bitkilerin büyümesi ve gelişimi için ihtiyaç duyduğu besinler, genellikle toprak çözeltisindeki kation veya anyon formunda bulunur. Bu mineraller, bitkilerin kök sistemi tarafından emilir ve her bir element, bitki metabolizmasında kendine özgü bir rol oynar. Örneğin, azot, protein sentezi ve bitkisel büyüme için gerekli iken, fosfor enerji transferi ve kök gelişimini destekler. Potasyum ise hücre su dengesinin korunmasında ve hastalıklara karşı dayanıklılık sağlanmasında önemlidir (Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü; 2006).

Bitkiler için gerekli olduğu belirlenen toplam 16 besin elementi bulunmaktadır. Bunlar üç ana gruba ayrılabilir:

Makro besinler: Azot (N), Fosfor (P), Potasyum (K), Kalsiyum (Ca), Magnezyum (Mg) ve Kükürt (S). Bu besinler, bitkilerin büyüme süreçlerinde büyük miktarlarda ihtiyaç duyduğu temel elementlerdir.

Mikro besinler: Demir (Fe), Çinko (Zn), Bakır (Cu), Bor (B), Mangan (Mn), Molibden (Mo), Klor (Cl) gibi elementlerdir. Bu besinler, daha düşük miktarlarda gerekse de bitki metabolizması için kritik roller üstlenir.

Karbon, Hidrojen ve Oksijen: Bitkilerin fotosentez yoluyla atmosferden ve sudan aldığı temel elementlerdir.

Besin eksiklikleri, bitkilerde çeşitli sorunlara neden olabilir. Örneğin, azot eksikliği yapraklarda sararmaya yol açarken, fosfor eksikliği kök gelişimini

engelleyebilir. Bu nedenle, gübreleme programlarının uygun şekilde tasarlanması, sadece verimliliği artırmakla kalmaz, aynı zamanda toprak sağlığının korunmasını da sağlar. Toprağın sürdürülebilir bir şekilde verimli kalmasını sağlamak için gübre uygulamaları, sadece besin maddelerinin miktarını artırmakla sınırlı kalmamalı, aynı zamanda toprak ekosistemini destekleyen yaklaşımlar içermelidir. Kontrollü salınlı gübrelerin ve organik katkı maddelerinin kullanımı, bu tür sürdürülebilir tarım uygulamalarına örnek olarak gösterilebilir. Bu stratejiler, hem bitkisel üretimi artırmak hem de çevresel etkileri en aza indirmek için önemli fırsatlar sunmaktadır.

3. Kontrollü ve Yavaş Salım Gübre Sistemleri

Yavaş salınlı gübreler (YSG), içerdikleri bitki besin maddelerinin topraktaki çözünürlüğüne ve ortam koşullarına bağlı olarak daha yavaş salındığı ve etki sürelerinin daha uzun olduğu organik ya da inorganik formdaki katı veya sıvı gübrelere dir. Geleneksel gübreleme yöntemlerine kıyasla YSG, besin maddelerini bitkilere daha yavaş bir şekilde ulaştırır. Ancak, bu sistemde salınımın yolu, hızı ve süresi tam olarak kontrol edilememektedir. Çözünürlük oranı, kullanılan toprağın özellikleriyle ve özellikle mikroorganizmaların etkisiyle büyük ölçüde değişiklik göstermektedir. Bununla birlikte, diğer gübrelere göre YSG'nin maliyeti daha yüksektir.

Kontrollü salınlı gübreler (KSG), salım hızının ve yönteminin daha etkili bir şekilde kontrol edilebildiği gübreleme sistemleridir. Bu sistem sayesinde tek bir uygulamayla bitkinin ihtiyaç duyduğu besin maddesi sağlanabilir ve dengeli bir bitki gelişimi elde edilebilir. Aşırı gübre kullanımı nedeniyle oluşabilecek olumsuz etkileri en aza indirmek ve gübreleme sırasında besin maddelerinin kontrol altında tutulmasını sağlamak amacıyla KSG, gübrelerin polimerik malzemelerle kaplanması veya matris yapı içinde hapsedilmesi ile hazırlanır. Bu kaplama, besin maddelerinin salınımını kontrol altına alırken, gübre kayıplarını ve çevre kirliliğini de minimuma indirir. KSG'deki salınım, malzemenin difüzyon özelliklerine göre düzenlenmektedir (Azeem ve ark., 2014; Al-Zahrani, 1999).



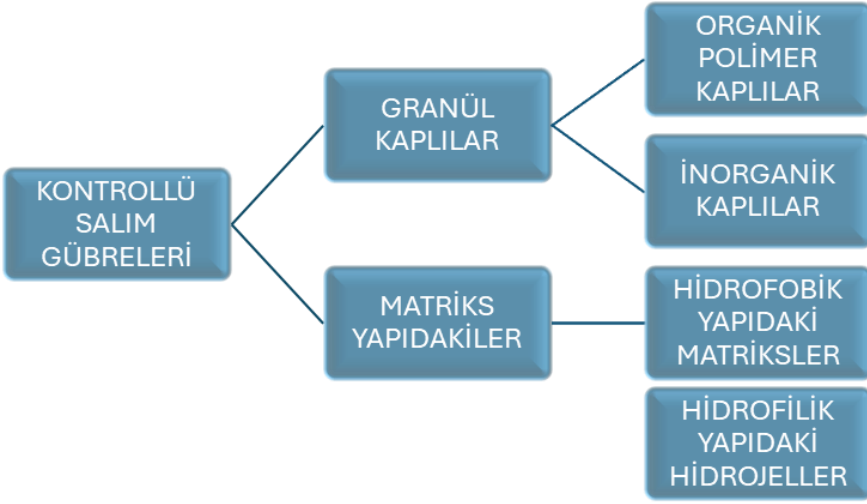
Şekil 2. Küresel kaplamalı üre granülünün yavaş salınımı

Küresel kaplanmış üre granülünün basit çözünme tasarımını göstermektedir. Tasarıma göre, kaplanmış üre granülünün yanındaki su bölgesi, ürenin su içinde kaldığı bir olguyu göstermektedir (Şekil 2).

Üre, üreyi tamamen barındıran çekirdek ve üre çekirdeğini kaplayan kaplanmış katman olmak üzere iki bölgeden oluşmaktadır. Tasarıma dayanarak, kaplama katmanının, salınımın başladığı süre boyunca suya batırıldığı varsayılmaktadır. Katı üre çözünmesi, su üre çekirdeğinin en üst yüzeyiyle temas ettiğinde başlar. Difüzyon yoluyla, üre, çekirdek katı üre içerdiği sürece, üre çözeltisinin doymuş noktası bozulmadan tutularak kaplama katmanından salınır.

Kaplama Malzemeleri

Kaplama malzemeleri tipik olarak inorganik malzemeler ve organik polimerler (Şekil 3) olmak üzere iki kategoriden oluşur (Heuchan, vd., 2019). İnorganik malzemeler kükürt, bentonit ve fosfojips içerirken organik polimerler poliüretan, polietilen, alkid reçinesi vb. gibi sentetik polimerler veya nişasta, kitosan, selüloz ve diğerleri gibi doğal polimerler olabilir (Heuchan vd., 2019).



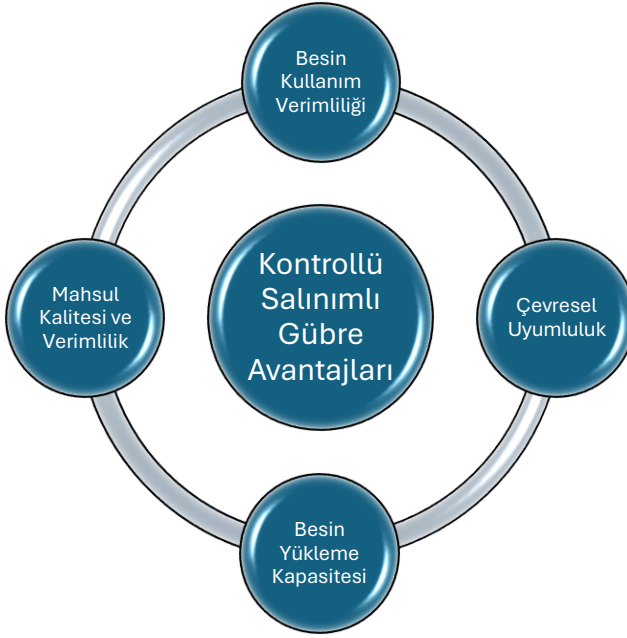
Şekil 3. KSG'nin sınıflandırılmasının şematik gösterimi

Ek olarak, son çalışmalar biyokömür, reçine ve polifenol gibi organik malzemelerin kullanıldığını göstermektedir (Hawrylak-Nowak, 2018; Feng vd., 2015; Zhou vd., 2015).

Kontrollü salınlı gübrelerin Avantajları

Kontrollü salınlı gübreler (Şekil 4), besin maddelerinin istenilen oranda veya konsantrasyon seviyesinde hedeflenen bitkiye sunulmasıyla besin maddelerinin daha güvenli, daha ekonomik ve daha etkili bir şekilde uygulanmasını sağlamak için kapsamlı bir şekilde incelenmiştir.

NUE'yi iyileştirmeye ve besin kaybını azaltmaya yardımcı olabilir, öncelikle nitrat sızması ve amonyak ve azot oksitlerin uçması yoluyla, bu da çevre kirliliğini en aza indirmeye katkıda bulunur. Aynı verimi elde etmek için gübre uygulama oranını önerilen değerlerin %20 ila %30'u kadar azaltmak da mümkündür (Azeem, vd., 2014; Heuchan vd., 2019). Bu, emek, zaman ve enerji tasarrufu açısından ekonomik avantajlar sağlayabilir.



Şekil 4. Kontrollü Salımlı Gübre Avantajları

Ek olarak, CRF besinleri istenen bir oranda (tercihen sigmoidal bir desende) saldıgında, özellikle fideler olmak üzere bitkilere uygulanan toksisiteyi azaltarak agronomik güvenliğe katkıda bulunur (Barker ve DJ Pilbeam; 2007, Benton; 2012). Bunun nedeni, kimyasal gübre uygulamasının geleneksel uygulamasının yüksek lokal iyon konsantrasyonuna neden olma eğiliminde olması, bu da ozmotik strese neden olması ve bitkilere zarar vermesidir (Barker ve DJ Pilbeam, 2007; Benton, 2012).

SONUÇ

Dünya nüfusunun, son kırk yıla kıyasla daha yavaş büyüme hızına rağmen, 2050 yılında üçte bir veya 2,3 milyar artacağı tahmin ediliyor (Vejan, vd., 2021; Drechsel vd., 2015). Artan küresel nüfusun gıda taleplerini karşılamak için aşırı gübre kullanımı ve yeraltı ve yüzey suyunun aşırı çekilmesini içeren mevcut tarım uygulamalarının sürdürülemez olduğu şüphesizdir. Yüksek oranda suda çözünen geleneksel kimyasal gübreler, besin maddelerini bitkilerin kullanabileceğinden çok daha hızlı bir şekilde serbest bırakır. Sonuç olarak, bu gübrelerin önemli bir kısmı akış ve sızma yoluyla

kaybolur ve su kütlelerinde besin maddesi birikimine, ötrofikasyona ve ilişkili çevresel sorunlara yol açar. Bu verimsizlik yalnızca ekosistemlere zarar vermekle kalmaz, aynı zamanda paydaşlara önemli ekonomik maliyetler de yükler. Bu zorlukları ele almak için yenilikçi ve çevre dostu gübrelerin geliştirilmesi kritik bir odak noktası haline gelmiştir. Bu tür gübreler, küresel sürdürülebilirlik endişelerini ele alırken tarımsal üretkenliği artırmayı amaçlamaktadır. Bu gelişmelerin merkezinde yer alan yavaş salınlı ve kontrollü salınlı gübreler çok sayıda fayda sunar. Bunlara iyileştirilmiş besin maddesi kullanım verimliliği, azaltılmış çevresel etkiler ve modern, sürdürülebilir çiftçilik uygulamalarıyla gelişmiş uyumluluk dahildir. Yavaş salınlı gübreler, bitki talepleriyle uyumlu olarak besinleri kademeli olarak serbest bırakarak kök bölgesindeki besin bulunabilirliğini optimize eder, verimliliği artırır ve çiftçiler için girdi maliyetlerini düşürür. Dahası, bu gelişmiş gübrelerin hidrofilik özellikleri, suyun kök bölgesinde tutulmasına yardımcı olarak bitkilerin ihtiyaç duyduğu anda erişebilmesini sağlar. Bu, sürdürülebilir tarımda önemli bir faktör olan daha etkili su kullanımına katkıda bulunur. Yavaş salınlı gübrelerin geliştirilmesindeki son gelişmeler, üretkenliği çevresel yönetimle birleştirerek maliyet açısından etkili çiftçilik çözümlerine giden yolu da açmaktadır. Uzun vadeli sürdürülebilirliği sağlamak için, biyolojik olarak parçalanabilir malzemelerden yapılmış yavaş salınlı gübrelerin benimsenmesi, kaplamalardan kaynaklanan çevreye zararlı polimer kalıntılarının birikmesini önlemek için hayati önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

- Al-Zahrani, S.M. (1999). Controlled-release of fertilizers: modelling and simulation. *International Journal of Engineering Science*, 37, 1299-1307.
- Azeem, B., KuShaari, K., Man, Z. B., Basit, A., & Thanh, T. H. (2014). Review on materials & methods to produce controlled release coated urea fertilizer. *Journal of controlled release*, 181, 11-21.
- Azeem, B., KuShaari, K., Man, Z., Basit, A., Thanh, T.H. (2014). Review on materials and methods to produce control release coated urea fertilizer, *Journal of Controlled Release*, 181 (10), 11–21.
- Carpenter, S. R., Cole, J. J., Pace, M. L., Batt, R., Brock, W. A., Cline, T., ... & Weidel, B. (2011). Early warnings of regime shifts: a whole-ecosystem experiment. *Science*, 332(6033), 1079-1082.
- Drechsel, P., Heffer, P., Magen, H., Mikkelsen, R., & Wichelns, D. (2015). Managing water and fertilizer for sustainable agricultural intensification.
- Feng, C., Lü, S., Gao, C., Wang, X., Xu, X., Bai, X., ... & Wu, L. (2015). “Smart” fertilizer with temperature-and pH-responsive behavior via surface-initiated polymerization for controlled release of nutrients. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 3(12), 3157-3166.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Plant Nutrition for Food Security*; 2006.
- Hawrylak-Nowak, B., Hasanuzzaman, M., & Matraszek-Gawron, R. (2018). Mechanisms of selenium-induced enhancement of abiotic stress tolerance in plants. *Plant nutrients and abiotic stress tolerance*, 269-295.
- Heuchan, S. M., Fan, B., Kowalski, J. J., Gillies, E. R., & Henry, H. A. (2019). Development of fertilizer coatings from polyglyoxylate–polyester blends responsive to root-driven pH change. *Journal of agricultural and food chemistry*, 67(46), 12720-12729.
- AV Barker , DJ Pilbeam , *Bitki beslenmesi el kitabı* Taylor & Francis Grubu, LLC (2007)
- Jones Jr, J. B. (2012). *Plant nutrition and soil fertility manual*. CRC press.
- Kılınç, M., Kutbay, G. (2008). *Bitki Ekolojisi*, Palme Yayıncılık, Ankara, 2. Basım, 15-60.
- L. Zhou , D. Cai , L. He , N. Zhong , M. Yu , X. Zhang et al. Fabrication of a high-performance fertilizer controlling water and nutrient loss using micro/nano networks *ACS Sustainable Chemical Engineering* , 3 (4) (2015) , pp. 645 – 653

- Lubkowski, K., Smorowska, A., Grzmił, B., & Kozłowska, A. (2015). Controlled-release fertilizer prepared using a biodegradable aliphatic copolyester of poly (butylene succinate) and dimerized fatty acid. *Journal of agricultural and food chemistry*, 63(10), 2597-2605.
- Ming-gang, X., Dong-chu, L., Ju-mei, L., Dao-zhu, Q., Yagi, K., Hosen, Y. (2008). Effects of Organic Manure Application with Chemical Fertilizers on Nutrient Absorption and Yield of Rice in Hunan of Southern China. *Agricultural Sciences in China*, 7 (10),1245-1252.
- Oliet, J., Planelles, R., Segura, M.L., Artero, F., Jacobs, D.F. (2004). Mineral nutrition and growth of containerized *Pinus halepensis* seedlings under controlled-release fertilizer. *Scientia Horticulturae*, 103, 113–129.
- Sekhon, B. S. (2014). Nanotechnology in agri-food production: an overview. *Nanotechnology, science and applications*, 31-53.
- Trenkel, M.E. (2010). *Slow and controlled release fertilizers: an option for enhancing nutrient use efficiency in agriculture. (2nd Ed.)* Paris: The International Fertilizer Industry Association.
- Vejan, P., Khadiran, T., Abdullah, R., & Ahmad, N. (2021). Controlled release fertilizer: A review on developments, applications and potential in agriculture. *Journal of controlled Release*, 339, 321-334.
- Xiang, Y., Ru, X., Shi, J., Song, J., Zhao, H., Liu, Y., ... & Lu, X. (2017). Preparation and properties of a novel semi-IPN slow-release fertilizer with the function of water retention. *Journal of agricultural and food chemistry*, 65(50), 10851-10858.

BÖLÜM 3

KARADENİZ BÖLGESİ SAMSUN İLİNDE SÜS BİTKİLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ VE POTANSİYELİNİN ARAŞTIRILMASI¹

Zir. Müh. Hamit BOZER¹

Prof. Dr. Fisun Gürsel ÇELİKEL²

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi tez projesinden (PYO.ZRT.1904.20.002) üretilmiştir.

¹ Bafra Sera OSB Bölge Müdürü. hamitt.bozer@gmail.com Orcid ID: 0000-0003-0001-7198

² Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Atakum, Samsun, Türkiye. fgcelikel@omu.edu.tr, Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-4722-2693>.

GİRİŞ

Süs bitkileri zorunlu bir tüketim ürünü olmasa da ruhun gıdası olarak bilinir. İnsanların dinlenme ve eğlence mekânları olan park ve bahçelerimizi oluşturan dış mekân süs bitkileri; ev, okul ve işyerimizi güzelleştiren aynı zamanda kapalı ortamın havasını temizleyen iç mekân süs bitkileri ve vazolarımıza yerleştirdiğimiz kesme çiçekler olarak oldukça geniş bir bitki grubunu kapsar. Ayrıca, ülkemizin florasında doğal olarak bulunan ve birçoğu endemik olan doğal çiçek soğanlarımız vardır (Çelikel, 2014).

Samsun iklim özellikleri bakımından Yalova ile benzerlik göstermekte olup süs bitkileri yetiştiriciliği potansiyeli yüksektir. Son yıllarda Samsun'da üretim giderek gelişmektedir. Bafra ve Çarşamba gibi iki verimli ovası, deniz yolu ile Ukrayna ve Rusya pazarlarına yakınlığı Samsun'un avantajları arasındadır. Samsun'un kesme çiçekler ve diğer süs bitkileri yetiştiriciliği ile pazarlanması konusunda olan potansiyeli yüksektir. Üreticiler, ürünleri Karadeniz bölgesinde bir tek Samsun'da bulunan 'S.S Flora Çiçekçilik Üretim ve Pazarlama Kooperatifi'ne bağlı çiçek mezatı aracılığıyla pazara sunmaktadırlar (Çelikel, 2015a, b). Samsun'daki mevcut süs bitkileri üretiminin geliştirilmesi için üreticilere verilen teşviklerin artırılması önemlidir.

Karadeniz Bölgesi nemli ve ılıman iklimi ile süs bitkileri yetiştiriciliği için uygun ekolojiye sahip bir bölgemizdir. Karadeniz Bölgesinde değişik kesme çiçek türleri, saksılı iç mekan, dış mekan bitkileri dışında florasında bulunan göl soğanı, cyclamen gibi bazı doğal çiçek soğanları kültüre alınarak üretilebilir. Parçalanmış küçük arazileri en iyi değerlendiren ve az yatırımla aile bireylerine iş olanağı yaratan süs bitkileri yetiştiriciliği Karadeniz Bölgesi için uygun görülmektedir (Çelikel, 2014).

TÜİK ve Tarım ve Orman İl müdürlüklerinin verilerine göre Karadeniz Bölgesi 1919 da'lık süs bitkileri üretim alanına sahiptir. En fazla süs bitkileri üretim alanına sahip iller sırasıyla Samsun (679.4 da), Düzce, Tokat ve Ordu illeridir. En düşük üretim alanına ise Artvin (5 da) ve Zonguldak (0.5 da) illerinin sahip olduğu görülmektedir (Sarı ve Çelikel, 2022).

Bölgede 305 da alanda kesme çiçek üretimi yapılmaktadır. Kesme çiçek üretim alanı toplam üretim alanlarının %16'sını oluşturmaktadır. Kesme yeşillik üretimi toplam üretim alanlarının %4.3'ü kadardır. Üretim verilerine göre Samsun ve Tokat illeri ön plana çıkmaktadır (Sarı ve Çelikel, 2022).

Bölgede dış ve iç mekân süs bitkileri üretimi toplam 1608 da'lık bir alana sahiptir. Dış ve iç mekân süs bitkileri üretimi Rize, Trabzon, Giresun, Ordu, Samsun, Tokat, Çorum, Bartın, Düzce ve Zonguldak illerinde yapılmaktadır. Dış ve iç mekân süs bitkileri üretiminin toplam üretim içerisindeki payı %83'tür. İç mekân süs bitkileri üretimine ait veriler yetersiz olduğundan üretim alanı ve miktarı tespit edilememiştir. Ancak TÜİK verilerine göre iç mekân süs bitkileri üretimi sadece Samsun ilinde yapılmaktadır (Sarı ve Çelikel, 2022).

Ülkemizde meteoroloji istasyonlarından alınan, soğanlı bitkilerin vejetasyon dönemine ait aylık ortalama sıcaklık ve aylık ortalama nem koşullarına ait meteorolojik veriler, Hollanda'nın soğanlı bitkiler yetiştiriciliğinin en yoğun yapıldığı Lisse bölgesiyle karşılaştırılarak ülkemizde uygun ekolojik bölgeler belirlenmiştir (Alp ve ark., 2010).

SÜSBİR raporunda ülkemizin ekolojik ve lojistik avantajlarımızı kullanarak, kaliteli üretim ile ülkemizi süs bitkileri üretim ve pazarlama üssü yapmanın mümkün olduğu bildirilmiştir (Anonim, 2024).

Projenin amacı kesme çiçek üretiminin yoğun olarak yapıldığı Antalya, İç mekan ve dış mekan süs bitkileri üretiminin yoğun olarak yapıldığı Yalova ile Samsun ve ilçelerinin son yıllara ait aylık ortalama sıcaklık, aylık ortalama nispi nem, aylık toplam yağış, aylık maksimum sıcaklık, aylık minimum sıcaklık gibi iklim verilerini karşılaştırılarak, Samsun ve ilçelerinden hangi bölgelerin kesme çiçek, iç mekan, dış mekan süs bitkileri yetiştiriciliği açısından potansiyelini saptamaktır.

Samsun'da üreticilerin süs bitkilerinde yaşanan gelişmeleri yakından takip etmeleri, iklim koşullarının süs bitkileri yetiştiriciliği için uygun olması ve Samsun'un bulunduğu konumun değerli olması Samsun'un süs bitkileri yetiştiriciliği potansiyelini araştırmamıza neden olmuştur. Süs bitkileri sektöründe mevcut işletmelere ve sektöre ilgili duyarak yeni yatırım planlayanlara yer ve tür seçimi konusunda yol göstermek amaçlanmıştır. Aynı zamanda bölgenin süs bitkileri yetiştirme potansiyelini göstererek üretimi ve yatırımı teşvik etmek çalışmanın başlıca amacıdır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. İklim Verileri

İklim verileri meteoroloji bölge müdürlüklerinden tedarik edilmiştir (Anonim 2022). Projede Samsun ve ilçelerinin kesme çiçek, iç mekan, dış

mekan süs bitkileri yetiştiriciliği açısından potansiyelini saptamak için, kesme çiçek üretiminin yoğun olarak yapıldığı Antalya (Kumluca), İç mekan ve dış mekan süs bitkileri üretiminin yoğun olarak yapıldığı Yalova ile Samsun ve ilçelerinin son 5 yıla ait (2017, 2018, 2019, 2020, 2021) aylık ortalama sıcaklık, maksimum sıcaklık, minimum sıcaklık, nispi nem, aylık toplam yağış gibi iklim verileri saptanarak karşılaştırılmıştır.

Çalışmada Samsun'un ilçeleri olan Bafra, Çarşamba, Ladik, Atakum, Vezirköprü, Tekkeköy, Ondokuz Mayıs, Yakakent, Havza, Kavak, Asarcık, Salıpazarı, Terme, Ayvacık, İlkadım, Canik ve Alaçam'ın iklim verileri incelenerek Kumluca ve Yalova ile kıyaslanmıştır.

3.2. Araştırma Bölgesi Hakkında Bilgiler

Kesme çiçek, iç mekan ve dış mekan süs bitkileri üretimi ve satışının yapıldığı Samsun ilinin Bafra, Çarşamba, 19 Mayıs, Alaçam, Yakakent, Terme, Tekkeköy, Ayvacık, Salıpazarı, Havza, Kavak, Ladik, Vezirköprü, Atakum ve Asarcık ilçeleri araştırma alanını oluşturmaktadır (Şekil 1).

3.2.1. Coğrafi konumu

Samsun, Karadeniz Bölgesi'nin Orta Karadeniz Bölümü içerisindeki Canik Dağları Yöresi'nde yer almaktadır. Karadeniz'e doğru akarak iki büyük delta oluşturan Kızılırmak ve Yeşilirmak nedeniyle Samsun kıyıları geniş bir koy niteliğini almıştır. Atakum ve İlkadım ilçelerinin batı ve doğu yönlerindeki iki burun çıkıntısında da daha küçük boyutlu ikinci bir koy oluşmuş durumdadır. %45'ini dağların, %37'sini platoların, %18'ini ise ovaların meydana getirdiği Samsun Karadeniz Bölgesi'nin en önemli liman kentlerinden biri konumundadır (Şekil 1). İlin toplam yüzölçümü 9.725 km² olup 1.674 km² ile Vezirköprü en geniş yüzölçümüne sahip ilçe durumundadır. İlin en doğudaki ilçesi Terme en batıdaki ilçesi Vezirköprü, en kuzeydeki ilçesi Bafra ve en güneydeki ilçesi Ladik olup; doğusunda Ordu, batısında Sinop, güneyinde Tokat ve Amasya, güney batısında ise Çorum illeri ile komşudur (Anonim, 2022).



Şekil 1: Samsun ve ilçelerinin haritası.

3.2.2. İklimi

Samsun iklimi şehrin konumu ve coğrafyası dolayısıyla sahil ve iç kesimlerde değişiklik gösterir. Karadeniz ikliminin yaşandığı sahil şeridinde yaz ayları sıcak ve nemli, kışlar ise ılık-serin geçmekte; buna karşın Akdağ ve Canik Dağlarının etkisiyle karasal iklime sahip olan iç kesimlerde kışlar soğuk, yağmurlu ve kar yağışlı, yazları ise serin geçmektedir. Yağışlar genellikle yağmur olarak görülmesine karşın iç kesimlerde kış aylarında yoğun kar yağışı nedeniyle ulaşım aksayabilmektedir.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün 1929-2017 yılları arasındaki ölçüm değerlerine göre Samsun'un yıllık sıcaklık ortalaması 14.5 °C olup ölçülen en yüksek sıcaklık 15 Ağustos 1938 günü kayda geçen 39 °C, en düşük sıcaklık ise 9 Şubat 1929 günü kayda geçen -9.8 °C'dir. Her mevsim yağışlı olan ilin yıllık toplam yağış ortalaması 716.6 mm olup günlük toplam en yüksek yağış miktarı 9 Kasım 1967 tarihinde tarihinde 238.2 mm olarak ölçülmüştür. Ayrıca günlük en hızlı rüzgâr olan 124.2 km/sa 15 Aralık 1978 tarihinde yaşanmış, en yüksek kar olan 76 cm ile 3 Şubat 1960 tarihinde kayda geçmiştir (Anonim, 2022).

3.3. Anket Çalışması ve SWOT Analizi

Samsun ve ilçelerinde üretim yapan süs bitkileri üreticileri ile anketler yapılmıştır. Süs bitkileri üretiminde Samsun ili ve ilçelerinde yer alan işletmeler (Tablo 1) belirlenmiş ve belirlenen üreticilerden bazıları ile yüz yüze bazıları ile telekonferans şeklinde hazırlanan anket çalışması yapılmıştır. Belirlenen 15 üreticinin 13 tanesi ile anket çalışması tamamlanmış olup, anket sonuçlarına göre Samsun Bölgesinin süs bitkileri potansiyeli için işletmelerin mevcut durumları tespit edilmiştir.

Samsun ilçelerinde bulunan süs bitkileri işletmeleri ve üretim yaptıkları faaliyet alanı Tablo 1’de gösterilmiştir. Toplam 6 ilçede faaliyet gösteren 15 işletmeden 2 adetinde iç mekan süs bitkileri üretimi yapılmaktadır. Toplam 8 işletmede dış mekan süs bitkileri üretilmektedir. Kesme çiçek üreten üretici sayısı ise 5 adettir. Samsun’da henüz çiçek soğanı üretimi yoktur (Tablo 1). Ancak florada birçok doğal çiçek soğanları mevcuttur.

Yapılan anketlerden çıkarılan sonuçlara göre, Samsun Bölgesinin süs bitkileri üretimi açısından potansiyeli SWOT analizi ile değerlendirilmiştir. SWOT kelimesi, analizin sunduğu değerlendirme kriterlerinin baş harflerinden oluşur. SWOT değerlendirme basamakları şu şekilde detaylandırılabilir: S: Strengths (Kuvvetli taraflar), W: Weaknesses (Güçsüz yanlar), O: Opportunities (Fırsatlar), T: Threats (Tehditler). SWOT analizi ile sektörün güçlü ve zayıf yönleri ile dış faktörleri olarak fırsatları ve tehditleri belirlenmiştir. Sektörün gelişim katedebilmesi için zayıf yönleri azaltıp güçlü yönleri artıracak uygulamalar belirlenmiş ve çözüm önerileri ortaya konulmuştur.

Tablo 1: Samsun ilçelerinde bulunan süs bitkileri işletmeleri ve üretim faaliyetleri

İlçe	İşletme Adı	Üretim Faaliyetleri			
		İç Mekan	Dış Mekan	Kesme Çiçek	Çiçek Soğanı
Bafra	Fulya Peyzaj				
Bafra	Tekin Terzi				
Bafra	İsmail Yüksel				
Bafra	Gizem Çiçekçilik				
19 Mayıs	Hanife Aydın				

19 Mayıs	Celal Aydın				
Çarşamba	Habitat Peyzaj				
Çarşamba	Kuzey Fidancılık				
Çarşamba	Çarşamba Fidancılık				
Atakum	Nil Botanik				
Atakum	Lonicera Peyzaj				
Atakum	Paraf Peyzaj				
Tekkeköy	Aslı Çiçekcilik				
Tekkeköy	Mezat				
Terme	Botanicaturk				

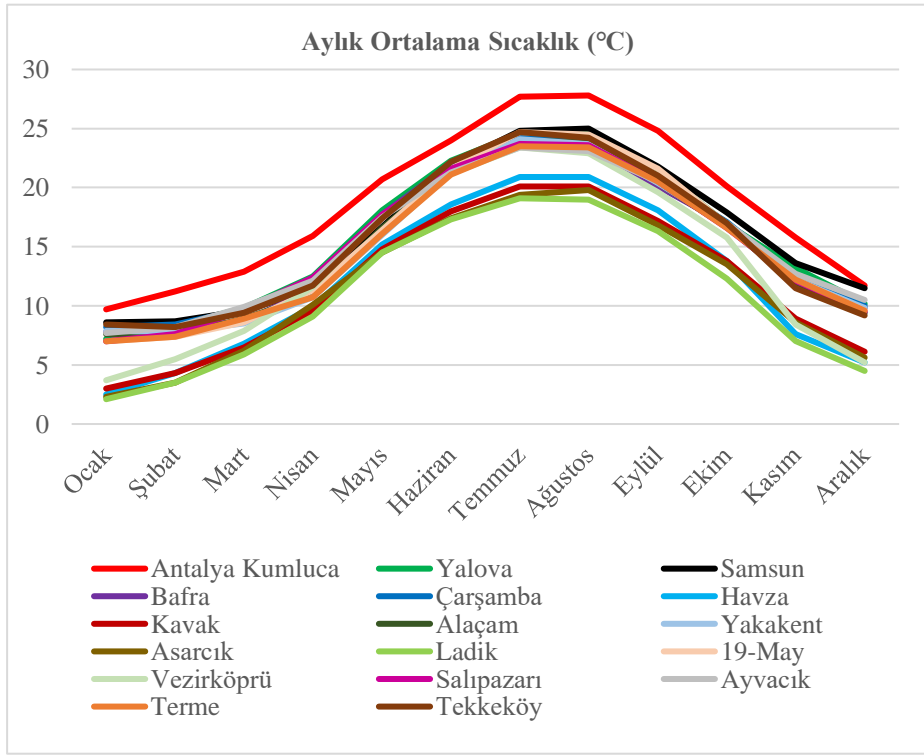
4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. İklim Verileri

Kumluca (Antalya), Yalova, Samsun ve ilçelerinin 2017-2021 yıllarına ait 5 yıllık ortalama sıcaklık (Şekil 2), maksimum sıcaklık (Şekil 3), minimum sıcaklık (Şekil 4), oransal nem (Şekil 5) ve yağış (Şekil 6) değerlerinde görülen aylık değişimler Şekil 2-6'da gösterilmiştir.

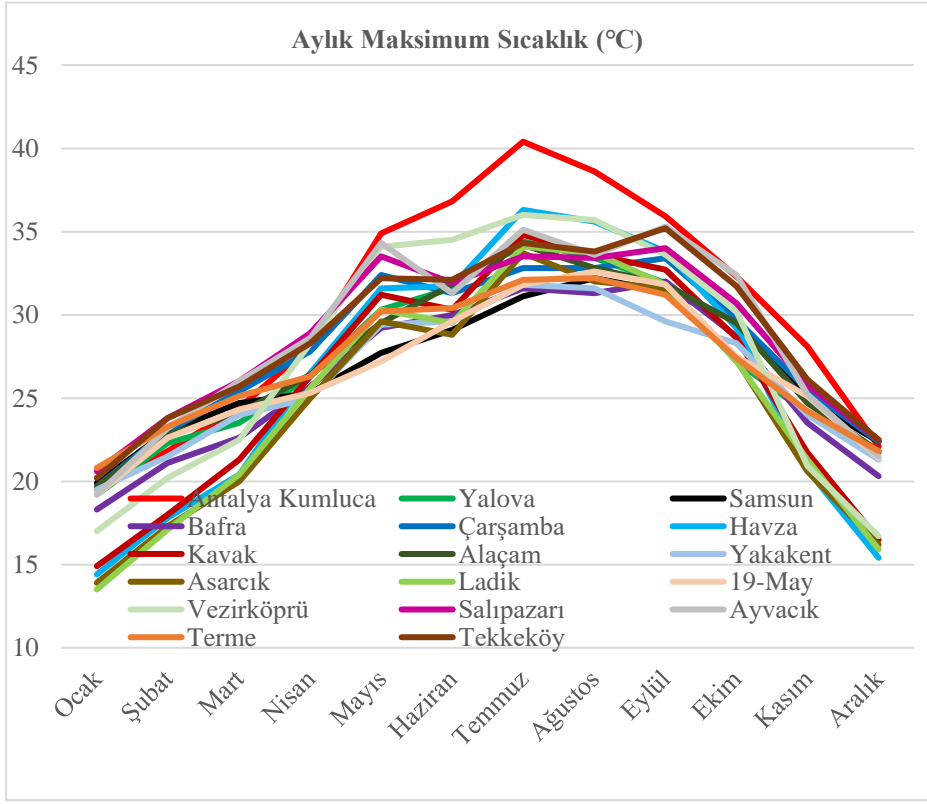
Sıcaklık verileri ile ilgili şekiller (Şekil 2-4) incelendiği zaman, Antalya'nın beklendiği gibi en yüksek sıcaklık değerlerine, buna karşın Samsun'un Ladik ilçesinin en düşük sıcaklık değerlerine sahip olduğu görülmektedir (Şekil 2-4).

Ladik, Kavak, Asarcık, Vezirköprü ilçelerinin birbirine oldukça yakın değerler sahip olduğu, Havza ilçesinin yaz aylarında bu ilçelerden hafif yüksek sıcakları ile benzer grupta yer aldığı görülmektedir. Ortalama sıcaklık değerleri daha yüksek olup Antalya'ya daha yakın olan ilçeler ise Terme, Tekkeköy, Ayvacık, 19 Mayıs, Salıpazarı ile diğer ilçeler ve Samsun Merkezdir. Yalova ilinin sıcaklık değerleri bu grup içinde yer almaktadır (Şekil 2).



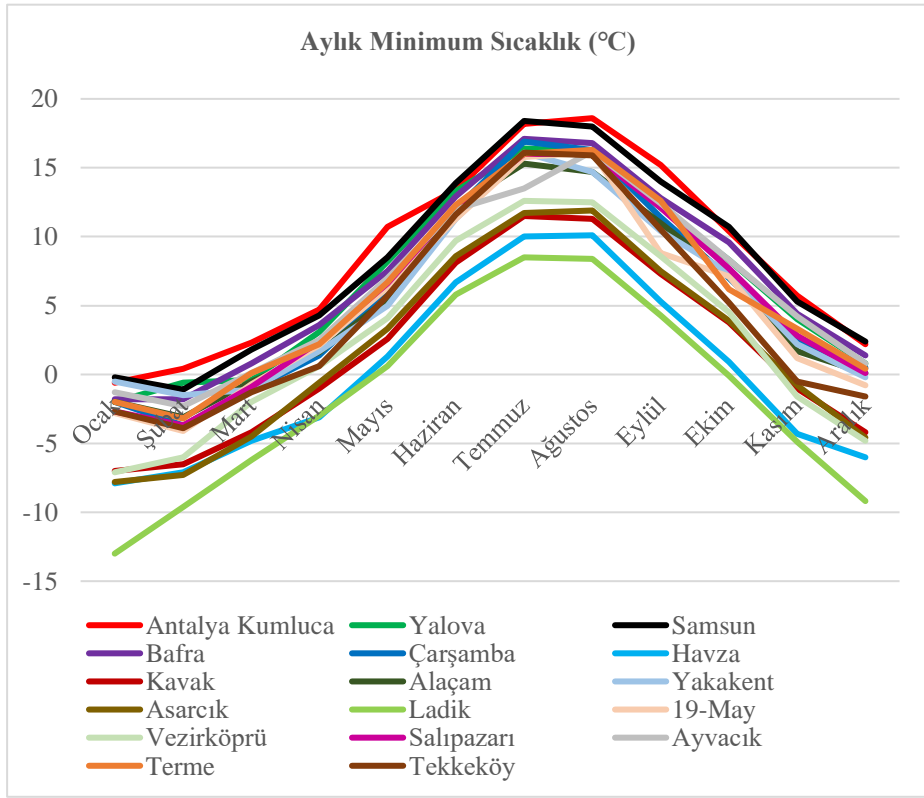
Şekil 2: Kumluca, Yalova, Samsun ve ilçelerinin 2017-2021 yıllarına ait 5 yıllık ortalama sıcaklık değerlerinde aylara göre değişimler

En yüksek sıcaklık değerleri bakımından Mayıs ayından Eylül ayına kadar Antalya'nın belirgin yüksekliği dikkat çekmektedir (Şekil 3). Yaz aylarında yüksek sıcaklıklar istenmeyen bir durum olup, özellikle kesme çiçek üretimini başta karanfil olmak üzere olumsuz etkilemekte hatta yaz üretimini sekteye uğratmaktadır. Bu nedenle üretim yaz aylarında Isparta iline kaymıştır. İhracatta sürekliliği sağlamak pazarlara her mevsim çiçek sağlamak önemlidir. Samsun'un Isparta gibi yaz avantajı vardır. Sıcaklıkların çok yüksek olmaması ilin süs bitkileri üretim potansiyelini artırmaktadır (Çelikel, 2014).



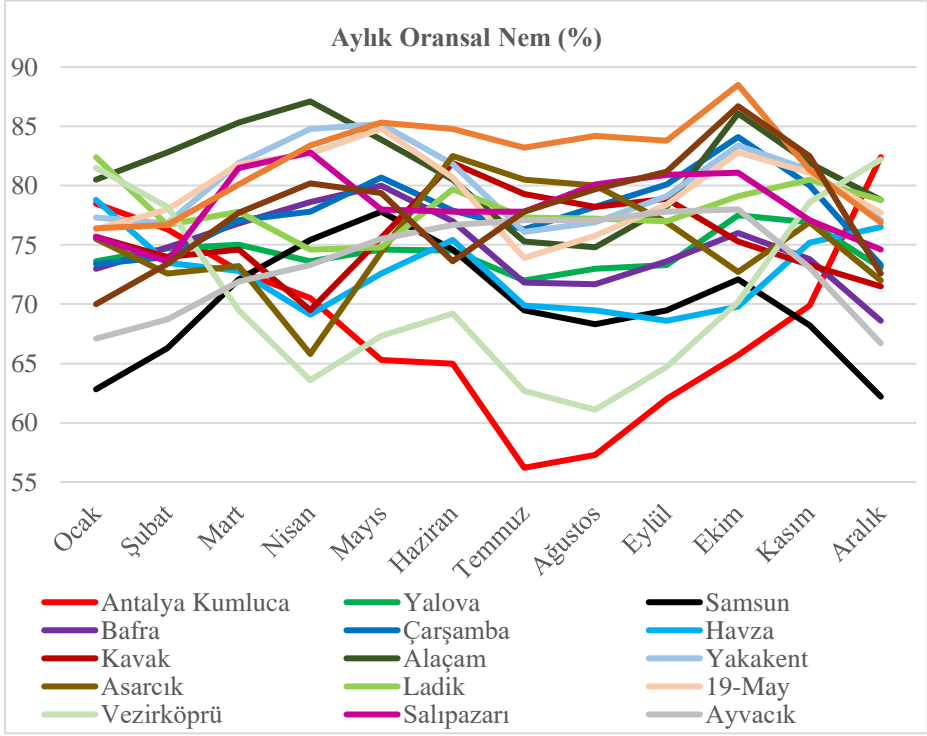
Şekil 3: Kumluca, Yalova, Samsun ve ilçelerinin 2017-2021 yıllarına ait 5 yıllık ortalama maksimum sıcaklık değerlerinde aylık değişimler

En düşük sıcaklık değerlerine baktığımız zaman Ladik ilçesinin özellikle kış aylarında -10°C altına inerek en düşük sıcaklık değerlerine sahip olduğu görülmektedir (Şekil 4). Ladik dışında sıcaklığın eksilere indiği Asarcık, Vezirköprü, Havza gibi ilçelerde üretim yapıldığı zaman don tehlikesine karşı önlem alınması gereklidir.



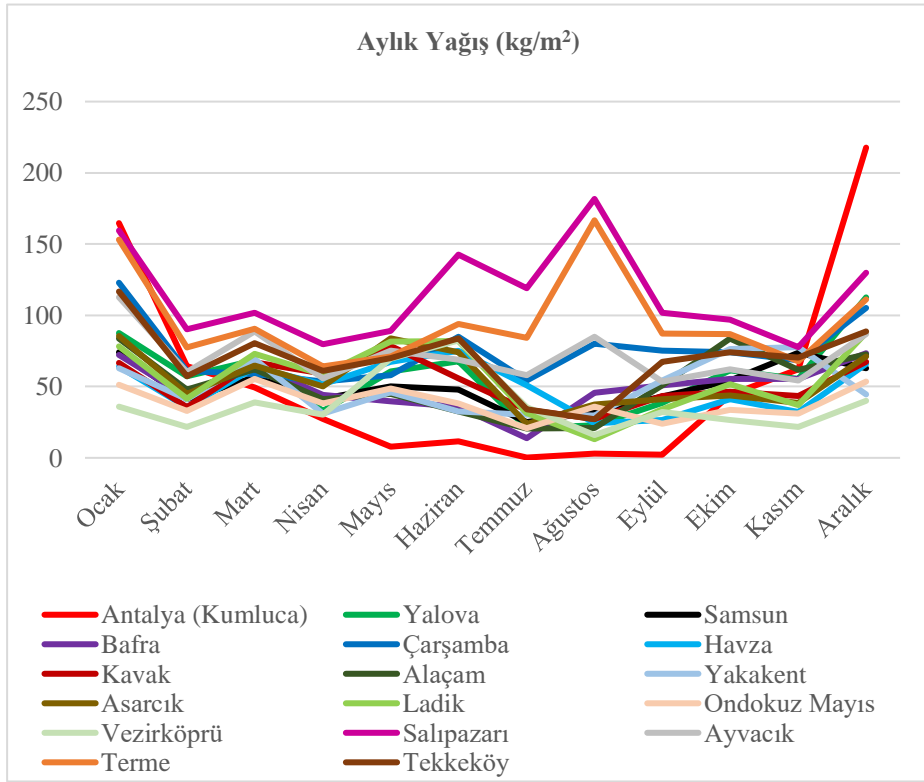
Şekil 4: Kumluca, Yalova, Samsun ve ilçelerinin 2017-2021 yıllarına ait 5 yıllık ortalama minimum sıcaklık değerlerinde görülen aylık değişimler

Oransal nem değeri incelendiği zaman (Şekil 5), yaz aylarında Kumluca'da oransal nemin daha düşük olduğu, buna en yakın ilçenin Vezirköprü olduğu, bunları Havza ve Samsun ilinin izlediği dikkat çekmektedir. Buna karşın yaz aylarında en yüksek oransal nem değerleri Terme ilçesinde görülmektedir. Kış ve ilkbahar aylarında ise Alaçam en yüksek neme sahip iken Samsun Merkez de en düşük oransal nem değerleri görülmektedir. Genel olarak nemli koşullar birçok süs bitkileri yetiştiriciliği için istenen bir durumdur. Şekil 5 incelendiği zaman Samsun ve ilçelerinde oransal nemin genellikle % 70 ile 85 arasında değiştiği görülmektedir. Aşırı nemin özellikle ani sıcaklık değişimlerinden kaynaklanan kondansasyonun hastalık oluşma riskini artırdığı bilinmektedir.



Şekil 5: Kumluca, Yalova, Samsun ve ilçelerinin 2017-2021 yıllarına ait 5 yıllık ortalama oransal nem değerlerinde görülen aylık değişimler

Aylık ortalama yağış miktarlarını gösteren Şekil 6 incelendiği zaman Antalya Kumluca da yazın yağışın oldukça az, buna karşın kış aylarında fazla olduğu dikkat çekmektedir. Ayrıca, Terme ve Salıpazarı ilçelerinde yaz aylarında en yüksek yağış olduğu görülmektedir. Açıkta yapılan süs bitkileri üretimi için yağış olması istenen bir durumdur. Ancak aşırı yağışlar sel felaketine yol açarak seralara zarar vermektedir.



Şekil 6: Kumluca, Yalova, Samsun ve ilçelerinin 2017-2021 yıllarına ait 5 yıllık ortalama yağış değerlerinde görülen aylık değişimler

Elde edilen veriler ışığında Samsun ve ilçeleri kesme çiçek üretimi açısından değerlendirildiğinde; Ondokuz Mayıs ve Yakakent ilçelerinin iklim verilerinin Antalya (Kumluca) bölgesi ile yakınlık göstermediği, Havza ilçesi iklim verilerinin aynı şekilde Antalya (Kumluca) bölgesi ile yakınlık göstermediği fakat Havza'nın jeotermal kaynaklarının kullanımı ile serada üretimin ısıtma ile yapılabileceği, Samsun (merkez) iklim verilerinin Antalya (Kumluca) bölgesi ile en fazla yakınlık gösterdiği fakat Samsun (merkez) kısmında üretim alanının çok fazla kısıtlı olduğu, Ladik, Kavak, Asarcık ve Vezirköprü ilçelerinde düşük sıcaklıkların üretimi olumsuz etkileyeceği, Terme, Salıpazarı ve Alaçam ilçelerinin iklim verilerinin Antalya (Kumluca) bölgesi ile az benzerlik gösterdiği, Sırasıyla Bafra, Ayvacık, Çarşamba ve Tekkeköy ilçelerinin iklim verileri açısından Antalya (Kumluca) bölgesi ile

yakınlık gösterdiği ve kesme çiçek üretimi açısından bu ilçelerin diğer ilçelere göre potansiyelinin daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Elde edilen veriler ışığında Samsun ve ilçeleri iç mekan ve dış mekan süs bitkileri üretimi açısından değerlendirildiğinde; Vezirköprü, Kavak, Havza, Ladik, Yakakent, Salıpazarı, Ondokuz Mayıs ve Tekkeköy ilçelerinin iklim verilerinin Yalova bölgesi ile yakınlık göstermediği, Samsun (merkez) iklim verilerinin Yalova bölgesi ile yakınlık gösterdiği fakat Samsun (merkez) de üretim alanının kısıtlı olduğu, Bafra ilçesinin meteorolojik verilerinin Yalova bölgesi ile çok yakın olduğu bu yüzden iç mekan ve dış mekan süs bitkileri üretimi potansiyelinin olduğu, Bafra'yı üretim potansiyeli olarak sırasıyla Ayvacık, Çarşamba, Alaçam, Terme ve diğer ilçelerin takip ettiği saptanmıştır.

Sıcaklık ve nem değerleri göz önünde bulundurulduğunda Ladik başta olmak üzere Samsun ilçelerinde çiçek soğanı üretimi planlanabileceği saptanmıştır. Nitekim Samsun florasında Göl soğanı ve Sıklamen gibi birçok doğal çiçek soğanı bulunmaktadır.

Bitkisel üretim sektörü içinde süs bitkileri alt sektörünün gelişmesi, tüm dünyada kentleşme olgusunun hızlanması ile paralellik göstermiştir. Özellikle 20. yüzyılın ikinci yarısında süs bitkileri sektörü, üretim alan ve değeri açısından birçok ülke için önemli ve vazgeçilmez bir alt sektör konumuna gelmiştir (Karagüzel ve ark., 2010).

4.2. Anket Çalışması ve SWOT Analizi

Anket çalışmasında üreticilerin en büyük problemleri değerlendirildiğinde nakliye giderleri ve ürün kayıpları, yıl içinde süs bitkileri fiyatlarının çok değişken olması ve nitelikli iş gücünün yetersiz olması öne çıkmaktadır.

Samsun ilinde süs bitkileri yetiştiriciliği yapan işletmelerin üretim etkinliğini ölçmek ve işletmelerin karlılık durumu ile pazarlama yapısını ortaya koymak amacı ile süs bitkisi yetiştiriciliği yapan 21 işletme ile anket çalışması yapılmıştır. Sonuç olarak süs bitkileri yetiştiriciliğinin teknik yönüne ağırlık veren yayım çalışmaları ile çiftçi eğitim programlarının düzenlenmesi ve incelenen işletmelerin piyasa koşullarını daha yakından takip etmeleri ile süs bitkileri işletmelerinin etkinliğini artırabilecekleri bildirilmiştir (Cebeci ve Boz, 2010).

Anket çalışması sonucunda ortaya çıkan SWOT analizine göre, Samsun bölgesinde Bafra ve Çarşamba ovaların yer alması ve iklim verilerinin süs bitkileri yetiştiriciliği yapılan diğer bölgelerle uyumlu olması en önemli güçlü yönleri olarak saptanmıştır.

Samsun ilçelerinde ihracata yönelik yetiştiricilik yapılmaması, henüz büyük yatırımcıların olmaması, bilgi ve teknoloji yetersizliği, süs bitkilerinde nakliye maliyetinin yüksekliği ve üretim/hasat sonrası paketleme ve pazarlama sırasında görülen ürün kayıpları en önemli zayıf yönleridir.

Samsun bölgesinde değişen iklim koşulları ve yaz sıcaklıklarından dolayı Antalya bölgesinde yaz mevsiminde kesme çiçek ve süs bitkileri üretiminin yapılamaması ve Bafra Sera OSB'nin faaliyete geçmesi en önemli fırsatlar olarak görülmektedir.

Samsun bölgesinde süs bitkileri üretiminde yetersiz hastalık ve zararlı yönetimi, bilinçsiz ilaçlama ve tarım arazilerinin imara açılması ve doğadan bitki soğan sökümü ve kum zambağı ve salep orkidelerinde olduğu gibi floranın tahrip edilmesi en önemli tehditler ortaya çıkmaktadır.

Samsun ilinde kesme çiçek üretim alanı henüz yaklaşık 36 da kadardır. Türler bazında en fazla üretim yaklaşık 20 da alan ile kesme gül üretimidir. Kesme gül dışında, karanfil ve gerbera üretimi bulunmaktadır. İç mekân süs bitkileri üretimi henüz yaklaşık 2 da alanda yapılmaktadır. Dış mekân süs bitkileri ise 643 da alanı kapsamaktadır (Sarı ve Çelikel, 2022). Samsun florası doğal çiçek soğanları (geofit) ile zengin olmasına karşın, henüz geofit üretimi kayda geçmemiştir. Yapılan bu çalışma Samsun ve çevresinin süs bitkileri potansiyelini ortaya koymuştur. Bu potansiyelin geliştirilmesi ve değerlendirilmesi önemlidir. Bölgede Bafra Sera OSB (Organize Sera Bölgesi)'nin faaliyete geçmiş olması Samsun ve çevresinde beklenen gelişmelere önemli katkı sağlayacaktır.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Kesme çiçek ve süs bitkileri üretimi açısından Samsun ve ilçeleri iklim verileri Antalya (Kumluca) ve Yalova ile kıyaslandığında Bafra, Ayvacık, Çarşamba ve diğer ilçelerde benzerlik gösterdiği saptanmıştır.

Samsun ve ilçelerinin iklim koşulları dışında üreticilerle yapılan anket çalışması ve SWOT analizi sonuçları dikkate alındığı zaman süs bitkileri üretimi açısından bölgenin geleceğe yönelik bir potansiyeli olduğu

saptanmıştır. Ayrıca, Samsun'da uluslararası limanın bulunması ve konum olarak önemli pazarlara yakın olması ve önemli pazarlara gemi konteyner sistemi ile ulaşım kolaylığı (Çelikel 2015b) gibi avantajları vardır. Üstelik deniz yolu ile taşıma yönteminin, çevreyle barışık sürdürülebilir hasat sonrası teknolojisi olarak gelecekte giderek önem kazanacağı bildirilmiştir (Çelikel, 2020, 2024).

Süs bitkileri üretimine devlet desteklerinin artırılması, üreticileri bilinçlendirecek seminer ve konferansların yapılması, ihtiyaç duyulan nitelikli iş gücü için eğitim çalışmaları yapılması süs bitkileri sektörünün Samsun ilinde ve bütün Karadeniz Bölgesinde gelişmesini sağlayacak ve bölge için önemli bir katma değer yaratan sektör olmasını hızlandıracaktır.

Ayrıca, Samsun ve çevresinin zengin florasını korumak ve doğal süs bitkilerini kültüre alarak yetiştirmek ve sektöre kazandırmak son derece önemlidir. Bunun için doğal bitkilerin korunmasına yönelik eğitim çalışmaları ve yasal önlemlerin artırılması gereklidir (Çelikel, 2014). Bunun için, doğal kaynaklı yeni tür ve çeşitlerin geliştirilmesine yönelik araştırma ve geliştirme çalışmalarında özel sektör ve kamu işbirliği önem taşımaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Yüksek Lisans tez çalışmasından üretilmiştir. Tez projesi (PYO.ZRT.1904.20.002) Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Proje Yönetim Ofisi tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2022. Samsun Meteoroloji 10. Bölge Müdürlüğü. Samsun ve ilçeleri 5 yıllık meteorolojik veri kayıtları; 2017-2021. Erişim tarihi: 19.04.2022
- Anonim, 2024. Süs Bitkileri Sektörü Raporu, <https://www.susbir.org.tr/belgeler/raporlar/sus-bitkileri-sektor-raporu-2024.pdf>. Erişim tarihi: 28.10.2024
- Alp, Ş., Keskin, S., Türkoğlu, N. 2010. Bazı iklim verileri kullanılarak soğanlı bitki yetiştiriciliği açısından ülkemizde en uygun bölgenin belirlenmesi üzerine bir araştırma, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van. IV. Süs Bitkileri Kongresi Bildir Kitabı. Alata.
- Cebeci, T. 2010. Samsun İlinde Süs Bitkileri Yetiştiriciliği Yapan İşletmelerde Üretim Etkinliği, Karlılık Durumu ve Pazarlama Yapısı, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. Danışman Prof.Dr. İsmet Boz. Samsun.
- Çelikel, F.G. 2014. Süs Bitkileri Ders Notları, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun.
- Çelikel, F.G. 2015a. Süs bitkilerinde tohumluk (tohum, fide, fidan, soğan) üretimi ve kullanımı. SÜSBİR. (3): 32-33.
- Çelikel, F.G. 2015b. Samsun İlinin Süs Bitkileri Potansiyeli. Eds.; Bakır T., Duran H., Tarım – Hayvancılık Çevre - Ekonomi Sağlık Kadın Öğretim Üyeleri Toplum Konferansları. Renkvizyon Matbaacılık Yayıncılık, 20-31, Samsun.
- Çelikel, F.G. 2020. Kesme çiçekler ve süs bitkilerinin hasat sonrası kaliteleri ve teknolojileri. Black Sea Journal of Agriculture, 3(3), 225-232.
- Çelikel, F.G. 2024. Preharvest and postharvest factors in sustainable quality management of ornamental plants. Acta Hort. 1397, 15-22. DOI: 10.17660/ActaHortic.2024.1397.3
- Karagüznel, O., Korkut, A.B., Özkan, B., Çelikel, F.G., Titiz, S. 2010. Süs Bitkileri Üretimiminin Bugünkü Durumu, Geliştirilme Olanakları ve Hedefleri, <https://www.zmo.org.tr> Erişim Tarihi: 02.01.2020.
- Sarı, Ö., Çelikel, F.G. 2022. Karadeniz Bölgesinin İller Düzeyinde Süs Bitkileri Üretimiminin İncelenmesi. International Journal of Life Sciences and Biotechnology, 5(1). p. 436-458. DOI: 10.38001/ijlsb.1090043

BÖLÜM 4

PROBİYOTİKLER ÖZELİNDE FONKSİYONEL GIDALAR, SAĞLIK AÇISINDAN FAYDALARI VE PROBİYOTİK ÜRÜNLER PAZARI

Doç. Dr. Ahmet Duran ÇELİK¹
Dr. Öğr. Üyesi Tuğçe SARIOĞLU²

¹ Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Hatay, Türkiye. adcelik@mku.edu.tr. Orcid ID: 0000-0003-3018-822X

² Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Hatay, Türkiye. tugce-kiziltug@hotmail.com. Orcid ID: 0000-0002-5119-8788

GİRİŞ

Fonksiyonel gıdalar, vücudun fizyolojik fonksiyonlarını iyileştirme vaadiyle sunulan bir gıda türüdür (Urala ve Lahteenmaki, 2003). Uluslararası Yaşam Bilimleri Enstitüsü (ILSI) tarafından fonksiyonel gıdalar; "sağlık durumunu iyileştirmek veya bazı hastalıkların riskini azaltmak için çeşitli bileşenler içeren gıdalar" olarak tanımlanmaktadır (Boluda ve Capilla, 2017). Bu kavram, 1980'lerde Japonya'da ortaya çıkmış ve 1990'ların sonlarına doğru batı dünyasında kabul görmeye başlamıştır (Di Pasquale ve ark., 2011). 1991 yılında, Japonya'da Sağlık, Çalışma ve Refah Bakanlığı (MHLW) tarafından "Belirli Sağlık Amaçları İçin Gıdalar" (FOSHU) adı verilen fonksiyonel gıda düzenlemesi yayımlanmıştır. Bu düzenleme kapsamında, klinik denemelerle sağlık açısından faydalı olduğu kanıtlanan birçok yeni ürün geliştirilmiş ve piyasaya sunulmuştur (Iwatani ve Yamamoto, 2019). Süt ürünleri, fonksiyonel gıda ürün türleri arasında önemli bir yere sahiptir. En önemli fonksiyonel ürünler arasında; düşük yağlı/yagsız süt ürünleri, probiyotik süt ürünleri, vitamin/mineral veya omega-3 yağ asitleri ve düşük laktoz/laktozsuz süt ürünleri sayılabilir. Özellikle, probiyotik ürünler birçok araştırmacı tarafından en önemli fonksiyonel ürünler olarak değerlendirilmektedir (Bazhan ve ark., 2018).

1. Probiyotik Kavramı ve Probiyotik İçeren Gıdalar

Probiyotikler, bağırsak mikroflorasını dengeleyerek sağlık üzerinde olumlu etkiler yapan canlı mikroorganizmalardır. Genellikle *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türleri gibi bakterilerden ve bazı maya türlerinden oluşur. Probiyotiklerin uluslararası kabul gören bir diğer tanımı ise; "yeterli miktarda verildiğinde konuk sahibi üzerinde sağlık yararı sağlayan canlı mikroorganizmalardır" (Sanders, 2008). Probiyotiklerin en yaygın formu yoğurt, kefir gibi fermente süt ürünlerinde bulunur, ancak günümüzde probiyotik takviyeleri ve zenginleştirilmiş gıdalar da yaygındır (Sanders ve ark., 2013).

2. Probiyotiklerin Sağlık Üzerine Etkileri

Probiyotiklerin insan sağlığı üzerine etkilerini inceleyen pek çok araştırma bulunmaktadır. Bu çalışmaların bazıları, sindirim sistemindeki bakteri dengesinin genel sağlıkla ilişkili olduğunu göstermektedir. Probiyotikler, bağırsak bakterilerinin dengesine katkıda bulunur; ayrıca,

kanıtlanmış geniş bir sağlık yararları yelpazesine bağlantılıdır (Brown, 2016). Bunlar arasında; (a) sindirim sistemindeki yararlı bakterilerin dengesini sağlamaya yardımcı olmak (Brown ve Valiere, 2004), (b) antibiyotikle ilişkili ishalin önlenmesi ve tedavisi (Johnston ve ark., 2011; Hempel ve ark., 2012; Goldenberg ve ark., 2015), (c) bazı ruh sağlığı durumlarının iyileştirilmesi (Wang ve ark., 2016), (d) kalp sağlığına katkı (Kumar ve ark., 2012), (e) bazı alerji ve egzama belirtilerinin azaltılması (Isolauri ve ark., 2000; Rautava ve ark., 2012), (f) bazı sindirim bozukluklarının belirtilerinin azaltılması (Moayyedi ve ark., 2010; Lara ve ark., 2015), (g) bağışıklık sisteminin güçlendirilmesi (Ouweland ve ark., 2002; Reid ve ark., 2003) ve (h) kilo vermeye yardımcı olmak (Kadooka ve ark., 2013; Sanchez ve ark., 2014) yer almaktadır.

Probiyotiklerin insan sağlığı üzerine olası etkilerini aşağıdaki temel başlıklar ile sıralamak mümkündür;

Sindirim Sağlığı: Probiyotikler, bağırsaklardaki iyi bakterilerin dengesini sağlar. Bu denge sindirim sistemini düzenler ve ishal, kabızlık gibi sindirim sorunlarının önlenmesine yardımcı olabilir (Ford ve ark., 2014).

Bağışıklık Sistemi: Probiyotiklerin bağışıklık sistemini güçlendirdiği ve vücudun zararlı patojenlere karşı savunmasını artırdığı düşünülmektedir (Huang ve ark., 2014). Bağışıklık sistemi üzerindeki bu etkisi, özellikle çocuklarda ve yaşlılarda grip gibi enfeksiyonlara karşı direnci artırabilir (Sanders ve ark., 2013).

İrritabl Bağırsak Sendromu (IBS): IBS gibi kronik bağırsak rahatsızlıklarının semptomlarını hafifletmede probiyotiklerin etkili olduğu kanıtlanmıştır. Özellikle *Bifidobacterium infantis* türü bu rahatsızlıkta kullanılır (Ford ve ark., 2014).

Mental Sağlık: Bağırsak ile beyin arasındaki ilişkiye (mikrobiyota-bağırsak-beyin eksenini) yönelik araştırmalar, probiyotiklerin depresyon ve anksiyete semptomlarını hafifletebileceğini göstermektedir (Dinan ve Cryan, 2017).

Atopik Hastalıklar: Probiyotiklerin bebeklerde egzama gibi cilt sorunlarını azaltabileceği öne sürülmektedir. Özellikle hamilelik döneminde

probiyotik alımı, doğan bebeklerin bu hastalıklara yatkınlığını azaltabilmektedir (Kalliomäki ve ark., 2001).

3. Probiyotik Kaynakları

Fermente Gıdalar: Yoğurt, kefir, lahana turşusu, miso, kimchi ve kombucha gibi gıdalar doğal probiyotik kaynaklarıdır.

Takviyeler: Probiyotikler, kapsül, tablet veya toz formunda takviye olarak da satılmaktadır. Takviye formunda kullanılan probiyotiklerin genellikle spesifik sağlık sorunlarına yönelik olduğu ve türünün dikkatle seçilmesi gerekmektedir. Probiyotikler genel olarak güvenli kabul edilse de bağışıklık sistemi zayıflamış kişilerde enfeksiyon riski taşırken, aşırı kullanımı gaz ve şişkinliğe yol açabilir (Suez ve ark., 2019).

4. Dünya’da ve Türkiye’de Probiyotik Ürünler Pazarı

Probiyotik ürünler pazarı, dünya genelinde hızla büyüyen bir sektördür. Tüketicilerin sağlıklı yaşam tarzlarına yönelmesi ve fonksiyonel gıda ürünlerine olan talebin artması bu büyümeyi tetikleyen en önemli faktörlerdendir. Probiyotikler, bağırsak sağlığı başta olmak üzere genel sağlığı destekleyen ve özellikle sindirim sistemi ile ilgili sorunları hafifletme potansiyeli taşıyan faydalı mikroorganizmalar olarak bilinir. Bu nedenle gıda, içecek ve takviye edici gıdalar gibi çeşitli kategorilerde yer alırlar.

Özellikle son yirmi yılda, tüketicilerin sağlık ve refahla daha fazla ilgilendikleri ve tüketim davranışlarında bu yönde bir değişiklik gözlenmekte olup, bu durum "daha sağlıklı" gıdaları tüketmeye olan ilginin arttığına işaret etmektedir. Küresel probiyotik pazar değerinin 2021 yılında, 48 milyar USD’den fazla olduğu bilinmektedir. Bu pazarın %14’ü probiyotik supplementler’e aittir (Paraskevagos, 2020). 2016-2021 yılları arasında, probiyotik takviyelerinin pazar değerinin en fazla büyüdüğü ülkeler sırasıyla; Çin (%14,9), Hindistan (%14,7) ve Brezilya (%13,5) gibi gelişmekte olan ülkelerde görülmüştür (Anonymous, 2023). Probiyotik ürünler sağlıklı yaşam trendi ile öne çıkan ürünlerden birisi olmakla birlikte, tüketimi ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir. Bazı ülkelerde probiyotikler, gıda ve diyet takviyesi kapsamında değerlendirilirken, bazılarında ilaç olarak kabul edilmektedir. Buna paralel olarak tüketicilerin probiyotik ürün tercihleri ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir. Amerika Birleşik Devletlerinde tüketiciler daha çok

supplement olarak tercih edilirken, Pasifik Asya ve Avrupa Birliği ülkelerinde tüketiciler ağırlıklı olarak, probiyotik yoğurt ve fermente süt ürünleri olarak tercih etmektedirler (Çelik, 2023).

2022 yılı itibariyle, Avrupa Birliği probiyotik pazar değeri, 9.5 milyar Euro olup, bunun %53'ü probiyotik yoğurt (5.04 milyar Euro), %30'u fermente (ekşi) süt ürünleri (2.86 milyar Euro), ve %17'si probiyotik supplementlerden (1.6 milyar Euro) oluşmaktadır. Avrupa Birliği probiyotik yoğurt pazarı açısından dünyada ikinci sırada yer alırken, fermente süt ürünleri açısından global toplam pazar değerinin %47'sini, probiyotik supplement pazar değerinin ise %25'ini oluşturmaktadır (IPA, 2024).

Ticari probiyotik pazarı esas olarak üç segmente ayrılmaktadır: probiyotik yoğurt (FF), fermente (ekşi) süt ürünleri ve probiyotik takviyeler. Probiyotik yoğurtlar, sade, aromalı ve probiyotik suşlar eklenmiş içilebilir çeşitleriyle birlikte, probiyotiklerle zenginleştirilmiş tüm süt bazlı yoğurt türlerini kapsamaktadır. Probiyotik yoğurt için önde gelen pazarlar; Asya-Pasifik bölgesi, Avrupa Birliği ve Kuzey Amerika'dır. Ekşi süt ürünleri, pastörize sütle laktik asit bakteraları ile fermente edilerek üretilen süt ürünlerinin alt sınıfını oluşturur. Geleneksel yoğurt, ayran, kefir ve yayık altı suyu gibi popüler ekşi süt ürünleri bulunmaktadır. Bu ürünler için ana pazarlar Avrupa Birliği, Orta Doğu ve Afrika ile Asya-Pasifik bölgesidir. Probiyotiklerin bir diğer kategorisi ise "Saccharomyces boulardii" gibi suşları içeren farmasötik formdaki takviyelerdir. ABD, probiyotik takviyelerin en büyük pazarıdır, onu Asya-Pasifik bölgesi ve Avrupa Birliği takip etmektedir (Çelik, 2023).

Dünya genelinde probiyotik ürünlerin pazar büyüklüğü, özellikle Asya-Pasifik bölgesinde hızla artmaktadır. Bu bölgedeki büyüme, Çin, Hindistan ve Japonya gibi ülkelerde artan sağlık bilinci ile ilişkilidir. 2021 yılında, küresel probiyotik pazarı yaklaşık 50 milyar dolar seviyesinde olup 2028 yılına kadar bu rakamın 100 milyar dolara ulaşacağı tahmin edilmektedir (Grand View Research, 2022).

Kuzey Amerika ve Avrupa'da da probiyotik ürünlerin yaygın olarak tüketildiği ve pazardaki büyümenin sürdüğü görülmektedir. Özellikle Amerika Birleşik Devletleri ve Almanya, probiyotik ürünlerin en çok tüketildiği ülkeler arasındadır (Allied Market Research, 2023).

5. AB ve Türkiye Özelinde Probiyotik Ürünler Pazarı

Tüketici tercihlerine göre, Avrupa probiyotik pazarı, Doğu ve Batı Avrupa olmak üzere iki segmente ayrılabilir (IPA, 2020; Mordor Intelligence, 2022). Probiyotik yoğurt ve takviyeler esas olarak Batı Avrupa'da talep görmektedir. Geleneksel olarak fermente sütle üretilen ekşi süt ürünleri; örneğin; geleneksel yoğurt, ayran, kefir, yağsız süt, vb. Doğu Avrupa tüketicileri tarafından daha çok talep edilmektedir. 2019'da Batı Avrupa'daki probiyotik yoğurt pazar büyüklüğü (4.28 milyar USD), Doğu Avrupa'nın (1.16 milyar USD) 3.7 katı büyüklüğündeyken, Batı Avrupa'daki probiyotik takviye pazar büyüklüğü (1.16 milyar USD), Doğu Avrupa'nın (490 milyon USD) 2.4 katı büyüklüğündedir. Ayrıca, Doğu Avrupa'daki ekşi süt ürünleri pazar büyüklüğü (2.12 milyar USD), Batı Avrupa'nın (1.01 milyar USD) 2.1 katı büyüklüğündedir.

Türkiye, 2024 yılı itibarıyla yaklaşık 85 milyonluk bir nüfus ile Avrupa'nın en büyük nüfuslarından birine sahiptir. Gelişmiş ülkelerle karşılaştırıldığında, Türkiye'nin fonksiyonel gıda pazar büyüklüğü oldukça sınırlıdır. Bu durumun başlıca nedeni, Doğu Avrupa halklarının probiyotik gıda tercihleri ile benzerlik göstermektedir. Türk halkı, doğal ev yapımı gıdalara ya da ekşi süt ürünleri gibi daha geleneksel yöntemlerle üretilen ürünleri tercih etmektedir. Öte yandan, satış hacmindeki artış, pazarın kentsel nüfustaki artışa paralel olarak hızla büyüdüğünü göstermektedir. Fonksiyonel gıda endüstrisinin Türkiye'de hala gelişmemiş bir sektör olması nedeniyle; resmi kayıtlarda fonksiyonel gıdalar veya probiyotik gıdalar için ayrı kategoriler bulunmamakta olup, dolayısıyla istatistiksel veriler henüz mevcut değildir. Bununla birlikte, Türkiye'deki en gelişmiş fonksiyonel gıda kategorisinin ayran, kefir, peynir, yoğurt ve laktozsuz süt gibi süt bazlı probiyotik ürünler olduğu bilinmektedir ve bu ürünler fonksiyonel gıdaların %33.5'ini oluşturmaktadır. Türkiye'deki fonksiyonel gıda pazar büyüklüğünün yaklaşık 462 milyon USD civarında olduğu bilinmektedir (Gök ve Ulu, 2018; Güven, 2018; Sezgin, 2020).

Probiyotik ürünler pazarı özelinde incelenecek olursa, Türkiye'deki pazar, dünyadaki trende paralel olarak büyümektedir. Türk tüketiciler arasında sağlıklı yaşam bilincinin artması ve özellikle yoğurt gibi geleneksel fermente ürünlerin popülerliği, probiyotik ürünlerin pazardaki yerini sağlamlaştırmıştır. Türkiye, probiyotik yoğurt ve içecekler gibi ürünlerin yaygın olduğu bir ülkedir

ve son yıllarda probiyotik takviyelere ve fonksiyonel gıdalara olan talep artmaktadır (Euromonitor International, 2023).

Türkiye'deki probiyotik ürün pazarı, yerel markalar ve uluslararası markalar arasındaki rekabetin yoğunlaştığı bir alandır. Özellikle süt ürünleri firmaları, probiyotik içeren yoğurt ve içecekler ile bu pazarda yer almaktadır. Ayrıca, takviye gıdalar ve probiyotik bazlı kapsüller gibi ürünler de yaygınlaşmaktadır. Türkiye'deki probiyotik ürünler pazarının yıllık %10 civarında büyüdüğü öngörülmektedir (Statista, 2023).

AB pazarı açısından ise, probiyotik yoğurt, ekşi süt ürünleri ve probiyotik takviyelerin toplam pazar büyüklüğü 2019'da yaklaşık 10.22 milyar USD olarak rapor edilmiştir (IPA, 2020). AB'deki probiyotik pazarının son yıllardaki yavaşlamaya rağmen, Avrupa hala dünyada en büyük pazarlardan biri (23.29%) olarak kalmaktadır. Avrupa probiyotik pazarının 2020-2025 dönemi için %5.35 CAGR (yıllık bileşik büyüme oranı) ile büyümesi beklenmektedir (Mordor Intelligence, 2022). Probiyotik yoğurt, Avrupa tüketicileri arasında diğer probiyotik ürünlere kıyasla birinci tercihtir. 2019 yılında probiyotik yoğurdun pazar büyüklüğü 5.43 milyar USD olup, bu rakam küresel probiyotik yoğurt pazar büyüklüğünün %17.5'ini oluşturmaktadır (31.11 milyar USD). İspanya, AB'deki en büyük probiyotik yoğurt pazarına 716.5 milyon USD ile sahiptir ve onu Almanya (482.2 milyon USD), İtalya (482.0 milyon USD) ve Fransa'dır (459.1 milyon USD).

Fermente süt ürünleri, 3.13 milyar USD ile probiyotik yoğurtun ardından Avrupa tüketicileri tarafından en çok talep edilen ürünlerdir ve bu, toplam küresel pazar büyüklüğünün (6.62 milyar USD) %47'sini oluşturmaktadır. AB'deki üçüncü ve son ticari probiyotik ürün grubu probiyotik takviyelerdir. 2019 yılında bu pazarın büyüklüğü 1.65 milyar USD olup, İtalya, Almanya ve Fransa birlikte bu değerini %45.5'ini sağlamaktadır. Probiyotik takviye pazarı, AB'deki diğer probiyotik ürünler arasında en küçük pazar olmasına rağmen, bir AB ülkesi olan İtalya, ABD'den sonra dünyanın en büyük ikinci takviye (supplement) pazarına sahip ülke konumundadır.

SONUÇ

Fonksiyonel gıdalar, sağlık üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle günümüzde giderek artan bir ilgi görmektedir. Probiyotikler, bu kategorinin en önde gelen bileşenlerinden biri olup, özellikle bağırsak sağlığını destekleme

potansiyeliyle dikkat çekmektedir. Probiyotiklerin sindirim sistemi üzerindeki faydalarının yanı sıra bağışıklık sistemini güçlendirme, mental sağlık üzerindeki etkiler ve kronik hastalıkların semptomlarını hafifletme gibi çok sayıda sağlık yararına sahip olduğu kanıtlanmıştır.

Dünya genelinde probiyotik ürünler pazarı hızla büyümektedir ve tüketici talepleri ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir. Avrupa Birliği ülkelerinde probiyotik yoğurtlar ve fermente süt ürünleri, pazarın büyük bir kısmını oluştururken, ABD'de probiyotik takviyelerin daha fazla tercih edildiği görülmektedir. Türkiye'de ise geleneksel fermente süt ürünleri hâkim olup, fonksiyonel gıda sektörü henüz gelişim aşamasındadır. Ancak artan sağlık bilinci ve kentleşme ile birlikte bu alanda büyüme potansiyeli oldukça yüksektir.

Özellikle Asya-Pasifik bölgesindeki hızlı büyüme, Çin ve Hindistan gibi gelişmekte olan ülkelerde sağlık bilincinin artışıyla ilişkilidir. Küresel probiyotik pazarının 2028 yılına kadar 100 milyar dolara ulaşacağı öngörülmektedir. Bu büyüme, tüketicilerin sağlıklı yaşam arayışlarının ve fonksiyonel gıdalara olan güveninin arttığını göstermektedir.

Sonuç olarak, probiyotikler, hem sağlık açısından hem de ekonomik açıdan önemli bir konumda bulunmaktadır. Türkiye'nin geleneksel fermente süt ürünlerindeki güçlü mirası, ülke için bu alanda büyük fırsatlar sunmaktadır. Ancak, pazarın sürdürülebilir büyümesi için daha fazla bilimsel araştırma, düzenleyici çerçevelerin güçlendirilmesi ve tüketici farkındalığının artırılması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Allied Market Research. (2023). Probiotics Market. (Erişim: <https://www.alliedmarketresearch.com>).
- Anonymous. (2023). Probiotic Markets. Markets and Markets (Erişim: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/probiotics-market-69.html>, Erişim tarihi: 31.07.2023).
- Bazhan, M., Kalantari, N., Keshavarz-Mohammadi, N., Hosseini, H., Eini-Zinab, H., Alavi-Majd, H. (2018). Applying Social Marketing Mix to Identify Consumers' Preferences Towards Functional Dairy Products in Iran. *Nutrition and Food Science*, 48(1): 45-60.
- Boluda, K. and Capilla, V. (2017). Consumer Attitudes in the Election of Functional Foods, *Spanish Journal of Marketing – ESIC*, 21(1), s. 65-79.
- Brown, A.C. and Valiere, A. (2004). Probiotics and Medical Nutrition Therapy. *Nutr Clin Care*. 7(2): 56–68.
- Brown, M.J., (2016). 8 Health Benefits of Probiotics. (Erişim: https://www.healthline.com/nutrition/8-health-benefits-of-probiotics#TOC_TITLE_HDR_1).
- Çelik, A.D. (2023). Consumers' Perceptions About Probiotic Food Products and Their Effects on Purchase Intention: A Case Study of Eastern Mediterranean Region of Turkey. *New Medit*, N. 4/2023: 139-154.
- Dinan, T. G. and Cryan, J. F. (2017). Gut-brain axis in 2016: Brain-gut-microbiota axis—mood, Metabolism, and Behaviour. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 14(2), 69-70.
- Di Pasquale, J., Adinolfi, F. and Capitanio F., 2011. Analysis of Consumer Attitudes and Consumers Willingness to Pay for Functional Foods. *International Journal on Food System Dynamics*, 2(2): 181-193.
- Euromonitor International. (2023). Turkey Probiotics Market Analysis. (Erişim: <https://www.euromonitor.com>).
- Ford, A.C., Quigley, E.M.M., Lacy, B.E., Lembo, A.J., Saito, Y.A., Schiller, L.R., Soffer, E.E., Spiegel, B.M.R. and Moayyedi, P. (2014). Efficacy of probiotics in irritable bowel syndrome: a systematic review and meta-analysis. *American Journal of Gastroenterology*, 109(10), 1547–1561.

- Goldenberg, J.Z., Lytvyn, L., Steurich, J., Parkin, P., Mahant, S. and Johnston, B.C. (2015). Probiotics for the Prevention of Pediatric Antibiotic-Associated Diarrhea. *Cochrane Database Syst Rev*, 22 (12): CD004827.
- Gök, İ. and Ulu E.K. (2018). Functional Foods in Turkey: Marketing, Consumer Awareness and Regulatory Aspects. *Nutrition & Food Science*, 49(4): 668-686.
- Güven, E. (2018). Sektör Analizi: Fonksiyonel Gıdalar. (Erişim: <https://engingvn.wordpress.com/2018/04/26/sector-analizi-fonksiyonel-gidalar/>).
- Grand View Research. (2022). Probiotics Market Size, Share & Trends Analysis Report. (Erişim: <https://www.grandviewresearch.com>).
- Hempel, S., Newberry, S.J., Maher, A.R., Wang, Z., Miles, J.N.V., Shanman, R., Johnsen, B. and Shekelle, P.G. (2012). Probiotics for the Prevention and Treatment of Antibiotic-Associated Diarrhea: a Systematic Review and Meta-Analysis. *JAMA*, 307 (18): 1959-1969.
- Huang, Y., et al. (2014). The role of probiotics in the immune system. *Journal of Immunology Research*, 2014, 1-10.
- IPA. (2020). European Probiotic Market Insights – 2019. European-International Probiotics Association. (Erişim: <https://www.ipaeurope.org/wp-content/uploads/2020/07/2019-Probiotic-Market-Insight.pdf>).
- IPA. (2024). International Probiotics Association, European Probiotic Market Insights Update – 2022. (Erişim: <https://www.ipaeurope.org/wp-content/uploads/2023/10/202305-EU-MARKET-INSIGHTS-UPDATE-2022.pdf>).
- Isolauri, E., Arvola, T., Sütas, Y., Moilanen, E. and Salminen, S. (2000). Probiotics in the Management of Atopic Eczema. *Clin Exp Allergy*, 30 (11): 1604-1610.
- Iwatani S. and Yamamoto N. (2019). Functional Food Products in Japan: A Review. *Food Science and Human Wellness*, 8(2): 96-101.
- Johnston, B.C., Goldenberg, J.Z., Vandvik, P.O., Sun, X. and Guyatt, G.H. (2011). Probiotics for the Prevention of Pediatric Antibiotic-Associated Diarrhea. *Cochrane Database Syst Rev*, 9(11): CD004827.
- Kadooka, Y., Sato, M., Ogawa, A., Miyoshi, M., Uenishi, H., Ogawa, H., Ikuyama, K., Kagoshima, M. and Tsuchida, T. (2013). Effect of *Lactobacillus Gasseri* SBT2055 in Fermented Milk on Abdominal

- Adiposity in Adults in a Randomised Controlled Trial. *Br J Nutr*, 110 (9): 1696-1703.
- Kalliomäki, M., Salminen, S., Arvilommi, H., Kero, P., Koskinen, P. and Isolauri, E. (2001). Probiotics in primary prevention of atopic disease: a randomised placebo-controlled trial. *The Lancet*, 357(9262), 1076-1079.
- Kumar, M., Nagpal, R., Kumar, R., Hemalatha, R., Verma, V., Kumar, A., Chakraborty, C., Singh, B., Marotta, F., Jain, S. and Yadav, H. (2012). Cholesterol-Lowering Probiotics as Potential Biotherapeutics for Metabolic Diseases. *Exp Diabetes Res*, 2012: 902-917.
- Lara, M.J.S., Llorente, C.G., Diaz, J.P. and Gil, A. (2015). The Role of Probiotic Lactic Acid Bacteria and Bifidobacteria in the Prevention and Treatment of Inflammatory Bowel Disease and Other Related Diseases: a Systematic Review of Randomized Human Clinical Trials. *Biomed Res Int*, 2015: 505878.
- Moayyedi, P., Ford, A.C., Talley, N.J., Cremonini, F., Foxx-Orenstein, A.E., Brandt, L.J. and Quigley, E.M.M. (2010). The Efficacy of Probiotics in the Treatment of Irritable Bowel Syndrome: a Systematic Review. *Gut*, 59(3): 325-332.
- Mordor Intelligence. (2022). Europe Probiotics Market-Growth, Trends, Covid-19 Impact, and Forecasts (2022-2027). (Access: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/europe-probiotics-market-industry>).
- Ouwehand, A.C., Salminen, S. and Isolauri, E. (2002). Probiotics: an Overview of Beneficial Effects. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 82 (1-4): 279-289.
- Paraskevagos, G. (2020). Global overview for probiotics: Trends, markets, and harmonization. *Regulatory Focus*. Published online 20 September 2020.
- Rautava, S., Kainonen, E., Salminen, S. and Isolauri, L. (2012). Maternal Probiotic Supplementation During Pregnancy and Breast-Feeding Reduces the Risk of Eczema in the Infant. *J Allergy Clin Immunol*, 130 (6):1355-1360.
- Reid, G., Jass, J., Sebulsy, M.T. and McCormick, J.K. (2003). Potential Uses of Probiotics in Clinical Practice. *Clin Microbiol Rev*, 16 (4):658-672.
- Sanders M.E. (2008). Probiotics: definition, sources, selection, and uses. *Clinical infectious diseases: an official publication of the Infectious Diseases Society of America*, 46(2): 58–151.

- Sanders, M.E., Gibson, G., Gill, H. and Guarner, F. (2013). Probiotics: Their Potential to Impact Human Health. *Advances in Nutrition*, 4(4): 534–541.
- Sezgin, D. (2020). Developments and Regulations About Functional Foods in Turkey: A Literature Review. *Akademik Gıda*, 18(1): 79-86.
- Sanchez, M., Darimont, C., Drapeau, V., Emady-Azar, S., Lepage, M., Rezzonico, E., Ngom-Bru, C., Berger, B., Philippe, L., Ammon-Zuffrey, C., Leone, P., Chevrier, G., St-Amand, E., Murette, A., Doré, J. and Tremblay, A. (2014). Effect of *Lactobacillus Rhamnosus* CGMCC1.3724 Supplementation on Weight Loss and Maintenance in Obese Men and Women. *Br J Nutr*, 111 (8): 1507-1519.
- Statista. (2023). Probiotic Products Market in Turkey. (Erişim: <https://www.statista.com>).
- Suez, J., Zmora, N., Segal, E. and Elinav, E. (2019). The pros, cons, and many unknowns of probiotics. *Nature Medicine*, 25(5), 716-729.
- Urala, N. and Lahteenmaki, L. (2003). Reasons Behind Consumers' Functional Food Choices. *Nutrition and Food Science*, 33(4): 148-158.
- Wang, H., Lee, I.S., Braun, C. and Enck, P. (2016). Effect of Probiotics on Central Nervous System Functions in Animals and Humans: A Systematic Review. *J Neurogastroenterol Motil*, 22 (4): 589-605.

BÖLÜM 5

TAHILLAR VE YAPILARINDA BULUNAN GLUTENLERİN ÖZELLİKLERİ İLE KANATLILARDA KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

Dr. Mazhar Burak CAN¹
Prof. Dr. Halit İMİK²

¹ Bayburt İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Hayvan Sağlığı Yetiştiriciliği ve Su Ürünleri Şube Müdürlüğü, Bayburt, Türkiye. drmazharburakcan@gmail.com, Orcid ID: 0000-0001-5248-1369

² Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları ABD, Erzurum, Türkiye. himik@atauni.edu.tr, Orcid ID: 0000-0001-6933-2124

1. GİRİŞ

Yemlerin protein, karbonhidrat, vitaminler ve mineraller gibi farklı bileşenleri hayvanların büyüme, fertilitate ve çeşitli performans parametrelerinde değişkenliklere neden olmaktadır (Bo ve ark., 2022). Buğday, mısır, arpa, yulaf ve çavdar gibi tahıllar farklı hayvan türlerinin beslenmesinde kullanılan temel bileşenlerdir. Tahıllar yüksek enerji içeriğine sahip olmasının yanı sıra ortalama %9-13 arasında değişen ham proteine sahiptir. Bu proteinler yemin kalitesini ve sindirilebilirliğini önemli ölçüde etkilemektedir. Ancak tahılların protein bileşimi farklılık gösterir; karabuğday gibi bazı tahıllar lizin ve arginin bakımından zengindir, bu da diğer tahıllarda tipik olarak sınırlıdır (Chrungoo & Chetry, 2021). Hayvan beslemede kullanılan bazı tahılların aminoasit bileşimleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Tahıl tanelerinin amino asit içeriği (g amino asit/16g azot) (Rosentrater & Evers, 2017)

Esansiyel Aminoasitler	Buğday	Çavdar	Arpa	Yulaf	Mısır
İzolösin	3.8	3.6	3.8	4.2	4.0
Lösin	6.7	6.0	6.9	7.2	12.5
Lizin	2.3	2.9	3.5	3.7	3.0
Metiyonin	1.7	1.2	1.6	1.8	1.8
Fenilalanin	4.8	4.5	5.1	4.9	5.1
Treonin	2.8	3.3	3.5	3.3	3.6
Triptofan	1.5	1.2	1.4	1.6	0.8
Valin	4.4	4.9	5.4	5.6	5.2
Esansiyel Olmayan Aminoasitler					
Sistein+sistin	2.6	2.3	2.5	3.3	2.5
Tirozin	2.7	1.9	2.5	3.0	4.4
Alanin	3.3	3.7	4.1	4.6	7.7
Arginin	4.0	4.2	4.4	6.6	4.7
Aspartik asit	4.7	6.5	6.1	7.8	6.4
Glutamik asit	33.1	27.5	24.5	21.0	18.8
Glisin	3.7	3.6	4.2	4.8	3.9
Histidin	2.2	2.1	2.1	2.2	2.8
Prolin	11.1	10.4	10.9	4.7	8.8
Serin	5.0	4.3	4.2	4.8	4.9
Protein	16.3	17.8	14.5	17.9	10.6

Gluten buğday, arpa, mısır ve çavdar gibi tahıllarda bulunan ve temel olarak glutenin ve gliadin proteinlerinden oluşan bir protein fraksiyonudur (Biesiekierski, 2017). Gluten alımı, genetik olarak yatkın bireylerde otoimmün

bir bozukluk olan çölyak hastalığını tetikleyerek, ince bağırsak mukozasında inflamatuvar hasarın oluşmasında merkezi bir rol oynamaktadır (Kwon & Farrell, 2006). Bireylerde gluten tarafından tetiklenen bağışıklık tepkisi sonrasında bağırsak mukozasında hasara ve iltihaplanmaya sebep olduğundan ishal, karın ağrısı ve emilim bozukluğu gibi farklı semptomlar gelişebilmektedir (See & Murray, 2006).

Karmaşık bir protein yapısına sahip olan glutenin etkisi birçok faktöre bağlı olarak değişmektedir. Shevkani ve ark. (2019) farklı tahıl kaynaklarından elde edilen proteinler arasında bileşim ve yapı bakımından farklılıklar olduğunu ve bunun da çeşitli işlevsel özelliklere yol açtığını bildirmiştir. Gümüş ve ark. (2020) ratlarda rasyonda kullanılan buğday gluteni ve mısır gluteninin bazı serum parametreleri üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada mısır gluteninin karaciğer enzim aktiviteleri (AST, ALT ve GGT) ve böbrek parametreleri yönünden buğday glutenine kıyasla daha olumlu etkilere sahip olduğunu bildirilmiştir. Farklı protein kaynaklarının Morkaraman cinsi kuzularda rasyona eklenmesinin akciğer, kalp ve böbrek dokularında antioksidan metabolizma üzerine etkisinin araştırıldığı farklı bir çalışmada ise mısır ve buğday gluteni tüketen hayvanlarda SOD, CAT ve GPx aktivitelerinde önemli oranda artış olduğu ifade edilmiştir (Can ve İmik, 2024). Erkek kuzularda yapılan bir başka çalışmada da rasyona soya küspesi, mısır gluteni ve buğday gluteni dâhil edilmesinin testis dokusunun metabolizması üzerine etkilerinin protein kaynaklarına bağlı olarak CHOP ve IRE1 seviyeleri en yüksek mısır gluteni grubunda, Bcl-2 seviyeleri en düşük buğday grubunda, MDA, IL-1B ve P2 × 7R seviyeleri ise en yüksek buğday grubunda ve TNF-α seviyeleri de soya küspesi grubunda görüldüğü bildirilmiştir. Ayrıca rasyonun spermatolojik parametreler üzerinde de önemli bir etkisi olduğu ifade edilmiştir (Imik ve ark., 2024). Can ve İmik (2023) yapmış oldukları çalışmada buğday ve mısır glutenin Morkaraman kuzuların kesim ve karkas özelliklerinin farklı olduklarını bildirmişlerdir.

Glutenlerin hayvanların beslenmesinde kullanılabilmesi için yeni çalışmaların yapılması ve metabolizmasının aydınlatılması gerekir. Beslenme stratejilerinin oluşturulmasında glutenin metabolik etkilerinin bilinmesi oldukça önemlidir. Bu çalışmanın amacı ise tahılların yapısında bulunan glutenlerin kimyasal yapılarını ve aminoasit profillerini tanımlayarak,

kanatlılarda kullanımı ile ilgili bilgilerin derlenmesi ile beslenme stratejilerinin hazırlanmasında katkılar sunmaktır.

2. Buğdayın Profili

İnsanlarda gıda tüketiminin temelini oluşturan buğday aynı zamanda çeşitli hayvan türlerinin beslenmesinde de birçok faydalı özelliğe sahip stratejik bir üründür. Dünyada buğday üretimi yaklaşık 220 milyon hektarlık ekilebilir arazide yetiştirilmekte ve yılda yaklaşık 808 milyon ton üretilmektedir (FAOSTAT, 2022). Buğdayda küresel gıda talebinin 2050 yılına kadar %35-56 oranında artacağı öngörülmektedir (van Dijk ve ark., 2021). Bu nedenle önemli bir temel gıda olarak kalmaya devam edecektir.

Buğday proteinlerinin karmaşıklığı ve birbiriyle etkileşim halinde olması karakterizasyonlarını zorlaştırmaktadır. Bu proteinlerin moleküler ağırlığı ise tipik olarak binler ile milyonlar arasında değişmektedir. Buğdayın yüksek yoğunluklu genetik haritaları, bu genlerin bireysel kromozomlar üzerinde bulunmasına yardımcı olmuştur. Ancak bunların ekili hatlara dahil edilmesi henüz başarılı olmamıştır (Boeuf ve ark., 2002).

Buğdayın gluten içeriği un kalitesinin belirlenmesinde kullanılan önemli bir göstergedir (Tao ve ark., 2022). Hamurun uzayabilirliği ve elastikiyeti buğday ununun ekme, makarna, bisküvi ve erişte gibi birçok gıdanın işlenmesini sağlamasının yanı sıra ekmeğin yapısı ve somun hacmi gibi nihai ürün özelliklerini de etkilemektedir (Rallabhandi ve ark., 2015). Elastikiyet ve uzayabilirlik gliadinler ve gluteninler olarak sınıflandırılan gluten proteinleri tarafından sağlanmaktadır. Gliadinler monomerik proteinler iken gluteninler polimerik proteinlerdir. Yüksek molekül ağırlıklı alt birimler ve düşük molekül ağırlıklı alt birimler olarak ikiye ayrılırlar. Özellikle yüksek moleküler ağırlıklı glutenin alt birimlerin (HMW-GS'ler), gluten kalitesinin belirlenmesinde hayati bir rol oynaması buğdayın genel tahıl kalitesini etkilemektedir (Tao ve ark., 2022). Daha yüksek gluten içeriğine sahip buğday taneleri üstün pişirme nitelikleri nedeniyle ekme yapımında sıklıkla tercih edilmektedir (Journal, 2016).

Buğday tanelerindeki protein içeriği tipik olarak %8-20 arasında değişmekte olup, yaklaşık %70-80'i gluten proteinleri şeklindedir. Gluten proteinleri buğdayın benzersiz kimyasal özelliklere sahip olmasını sağlamaktadır (Arya & Gunashree, 2021). Buğdayın yapısındaki proteinlerin

genetik faktörlerin dışında azotlu gübreleme, çevresel faktörler, sulama ve toprağın yapısına bağlı olarak değişebildiği bilinmektedir (Hellemans ve ark., 2018; Buczek ve ark., 2016). Ayrıca buğdayın gluten kalitesi ve miktarının ekim zamanı, ısı stresi ve mikro besin seviyeleri gibi çeşitli faktörlerden de etkilenebileceği belirtilmektedir (Aashu ve ark., 2022).

Doğada bulunan en karmaşık protein yapılarından birisi de buğday proteinleri olup albüminler, globulinler, gliadinler ve gluteninler adı verilen Osborne fraksiyonları olarak 4 farklı gruba ayrılmaktadır (Wieser ve ark., 2022). Albüminler ve globulinler tuz veya su çözeltilerinde, gliadinler ise sulu alkollerde çözünmektedir. Gluteninler ise diğer fraksiyonlardan farklı olarak hiçbir çözeltide çözünmezler. Ancak disülfid bağlarının indirgenmesiyle çözünebilmektedir. Osborne fraksiyonları içerisinde lipoproteinler ve membran proteinleri yer almazlar. Gliadinler ve gluteninler tahılın depo proteinleri olarak bilinir ve sadece nişastalı endosperm bölgesinde bulunmaktadır. Bu bileşenler genellikle gluten proteinleri olarak adlandırılıp tahıl proteinin çoğunluğunu (%70-80) oluşturmaktadır. Sentezleri bitkinin çiçeklenmesinden yaklaşık 10 ila 20 gün sonra gerçekleşir ve endosperm hücreleri içinde ayrı protein gövdelerinde birikirler. Tahılın olgunlaşması sırasında bu protein gövdeleri birleşerek nişasta granüllerini saran sürekli bir gluten ağı oluşturur (Tosi, 2012; Horváth, 2014). Araştırmalar yüksek moleküler ağırlıklı glutenin alt birimlerinin (HMW-GS) dağılımının esas olarak merkezi endospermde yoğunlaştığını göstermektedir (Tao ve ark., 2022). Buğday gluten proteininin aminoasit bileşimi Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Buğday gluteninin proteininin amino asit bileşimi (mg/g protein) (Day, 2011).

Aminoasit Proteini	Gluten^a
Histidin	21
İzolösin	38
Lösin	67
Lizin	16
Metiyonin + sistein	39
Metiyonin	14
Sistein	25
Fenilalanin + tirozin	83
Treonin	25
Triptofan	11

Valin	39
Esansiyel amino asitler	339
Glutamin/glutamik asit	375
Asparajin/aspartik asit	31
Alanin	23
Glisin	28
Serin	47
Prolin	120
Arjinin	36
Toplam	1000

^a 2005 ve 2007 yılları arasında Avustralya'da üretilen üç ticari vital buğday gluteninin ortalama tespitinden hesaplanmıştır

Buğday gluteninin yapısında %94 kuru madde, %85 ham protein, %0.7 ham selüloz ve %1 ham kül yer almaktadır (Sauvant ve ark., 2017; Can, 2023). Gluten proteinlerinin amino asit kompozisyonunun içerisinde yüksek oranda glutamin (%32-53) ve prolin (%11-29) bulunmaktadır (Wieser ve ark., 2023). Diğer yandan lösin, izolösin ve fenilalanin gibi hidrofobik aminoasitlerin oranı toplamda %28'dir (Wieser ve ark., 2023). Bu hidrofobik amino asitler çimlenme sırasında proteinlerin tahıldan dışarı sızmasını önler. Gluten proteinlerinde lizin (%0.3-1.1), metiyonin (%0-1.8) ve triptofan (%0-1) gibi esansiyel amino asit seviyeleri ise oldukça düşüktür (Wieser ve ark., 2023). Bu özellikler gluten proteinlerini depolama proteinleri olarak rolleri için uygun hale getirir ve çimlenmekte olan tahıllar için azot ve amino asit kaynağı sağlar. Buğdaydaki protein fraksiyonlarının amino asit kompozisyonları Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. Buğdaydaki Protein Fraksiyonlarının Amino Asit Kompozisyonları (%) (Pylar, 1988; Hosenev; 1994).

Aminoasit	Gluten	Gliadin	Glutenin	Albumin	Globulin
Glutamin	35.8	38.0	36.2	19.5	11.6
Prolin	12.6	13.9	12.5	10.0	2.2
Lösin ^a	6.5	6.7	5.9	6.7	7.4
Fenilalanin ^a	4.8	6.3	4.3	3.8	3.5
Serin	4.7	3.7	4.6	4.6	6.7
Valin ^a	3.8	3.4	3.3	5.7	4.6
Tirozin	3.8	2.9	4.1	3.9	3.2
İzolösin ^a	3.8	3.8	2.9	3.6	3.9
Aspartik asit	2.8	2.2	2.3	5.9	7.1

Glisin	2.6	1.3	4.2	3.2	9.0
Arginin	2.3	2.5	2.8	5.9	8.2
Treonin ^a	2.3	1.9	2.6	2.4	2.0
Alanin	2.1	1.6	2.0	3.4	3.3
Histidin	2.1	1.8	1.7	3.4	5.2
Sistin	2.0	2.2	1.3	3.7	1.9
Metionin ^a	1.8	1.5	1.1	1.8	1.1
Lisin ^a	1.1	0.7	1.2	3.9	3.0
Triptofan ^a	1.8	0.8	1.7	2.8	1.2
Amonyak ^b	5.6	5.7	5.0	3.8	1.2
Toplam	101.5	100.9	99.7	98.0	86.3

^a Temel amino asitler.

^b Amino asit analizinde arta kalan diğer azotlu maddeler.

2.1. Buğday Gluteninin Kanatlıların Performansı Üzerine Etkileri

Kanatlılar genetik olarak hızlı büyüme özelliklerine sahiptir. Hızlı büyüyen ırklar geliştikçe rasyonlarında bu büyümeyi karşılayacak şekilde hazırlanması gerekir. Özellikle protein oranı ve profili öne çıkmaktadır. Diğer taraftan hayvanların bu proteinleri ne ölçüde değerlendirdiği ve performansa yansıttığı önem arz etmektedir.

Yemde kullanılan tahıl türlerinin etlik piliçlerde bağırsak duvarı morfolojisini ve bağırsıklık hücresi infiltrasyonunu etkileyebileceği ifade edilmiştir (Teirlynck ve ark., 2009). Fang ve ark. (2017) ise buğday gluteninin diyetel enzimoliz ürünlerinin etlik piliçlerde büyüme performansı, organ ağırlıkları, serum ve bağırsak antioksidan parametreleri ile immünoglobulinler üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada rasyona %2 buğday gluteni ile %1, 2, 3 ve 4 oranında enzimoliz buğday glutenini ilave etmişlerdir. Çalışmada enzimoliz buğday gluteninin %4'e kadar rasyona ilave edilmesi ortalama günlük canlı ağırlık artışını, %2 oranında eklenmesi ise 42. günde serum süperoksit dismutaz ve kan üre azot düzeylerinde önemli oranda artırdığı ifade edilmiştir. Buğday gluteni ise rasyona %2 oranında eklediğinde serum süperoksit dismutaz seviyesini 21. günde önemli oranda artırdığı görülmüştür. Elde edilen sonuçlar enzimoliz buğday gluteninin yem içerisinde %2 oranında kullanılmasının etlik piliçlerde performans parametrelerini, biyokimyasal profilleri, bağırsıklık tepkileri ve antioksidan parametreleri olumlu yönde etkilediğini bildirmişlerdir.

Kang ve ark. (2019) iki farklı yaş grubundaki (1-7 ve 21-28 gün) etlik piliç rasyonlarında %25 ve %50 oranında kullanılan buğday gluteninin ince bağırsak inflamatuvar yanıtına olan etkisini araştırdıkları çalışmada buğday gluteni ile beslemeye bağlı olarak 28. günde villus uzunluklarının önemli oranda azaldığı ifade edilmiştir. Bağışıklık tepkisini ifade eden parametrelerden IL-12 ve IL-8 düzeyleri ise konsantrasyona bağlı olarak 7. günde önemli oranda değişiklik göstermiştir. Aynı zamanda 28. günde duodondaki TNF- α , IL-12, IL-8 ve IL-6 mRNA ekspresyon seviyelerinin de arttığı bildirilmiştir.

Wu ve ark. (2022) yaptıkları çalışmada hidrolize buğday gluteninin *Escherichia coli* enfeksiyonuna maruz bırakılan etlik piliçlerde bağırsak sağlığı üzerindeki koruyucu etkisini araştırmışlardır. Çalışmada 18. günde intraperitoneal olarak E. coli O78 süspansiyonu enjekte edilen hayvanların rasyonlarında %0,5 ve %1 oranlarında hidrolize buğday gluteni kullanılmıştır. Bulgular hidrolize buğday gluteninin E. coli ile enfekte olan hayvanlarda inflamatuvar sitokinlerin (TNF-a, IFN-g, IL-1b, IL-6 ve IL-8) ve TLR4'ün inflamatuvar yanıtı baskıladığı, mRNA seviye düzeylerinin yükselmesi ile bağırsak bariyeri işlev bozukluklarını etkili bir şekilde iyileştirdiğini ortaya koyulmuştur. Bu çalışma rasyona yapılacak müdahalelerinin özellikle de hidrolize buğday gluteni takviyesinin, bağırsak sağlığını geliştirme ve kanatlı hayvanlarda patojenik zorlukların olumsuz etkilerini azaltma potansiyelinin olduğunu göstermektedir.

Kanatlı rasyonlarına buğday gluteni katılarak yapılan çalışmalar oldukça azdır. Bu çalışmalarda genelde etlik piliçlerle yapılmıştır. Buğday gluteninin kanatlı rasyonlarında kullanılıp/kullanılmayacağı veya rasyondaki oranları hakkında bilgi verebilmek için yumurta tavukları, bıldırcın, kaz ve hindi gibi hayvanlarla iliği çalışmalar yapılmalıdır.

3. Mısırın Profili

Mısır tanesinin %10 protein, %72 nişasta, %4 yağ ve 365 Kcal/100 g enerji içeriğine sahip olması hayvanlar için değerli bir enerji kaynağı haline getirmektedir (Ranum ve ark., 2014). Mısır gluteni, yaş öğütme sırasında rüşeym ve nişastanın ayrılmasından sonra elde edilen protein fraksiyonudur. Elde edilen bu ürün farklı endüstriyel alanlarda ve hayvan yemi olarak sıklıkla kullanılmaktadır (Johnson ve ark., 2013). Mısır gluteninin kolay bulunabilmesi, ucuz olması ve en önemlisi protein bakımından zengin olması hayvan

beslemede yaygın kullanım alanı bulmasını sağlamaktadır (Lain ve ark., 2008). Diğer yandan metabolik ve fizyolojik etkileri de ayrıntılı olarak araştırılmıştır. Yapılan çalışmalar mısır gluteninden elde edilen peptitlerin anti-inflamatuvar, antioksidan, antihipertansif, antihiperglisemik ve antimikrobiyal gibi farklı etkilere sahip olduğunu bildirmektedir (Zhu ve ark., 2019).

Mısır gluteni elde edilmiş metodu ve işleme tekniğine göre mısır gluten yemi ve mısır gluten unu olmak üzere 2 farklı forma ayrılmaktadır. Mısır gluten yemi nişasta ve embriyonun ayrılmasından sonra elde edilir ve ortalama %24 ham protein içermektedir (Mutinda, 2023). Nişasta, embriyo ve kepeğin ayrışmasından sonra elde edilen mısır gluten ununda ise %60 protein bulunmaktadır (Jayadeep ve Jayadeep, 2021). Mısırdaki ortalama %5-6 arasında gluten yer almaktadır (Chaudhary ve ark., 2014; Deepak ve ark., 2022). Besin değerinin yüksek olması, düşük maliyeti ve kolay bulunabilmesi balıklar da dahil olmak üzere kanatlılarda ve ruminantlarda sıklıkla kullanılan bir yem bileşeni olmasını sağlamıştır. Mısır gluteni yüksek oranda enerji içeriği, sindirilebilirlik, karoten ve ksantofil sahiptir (Malik ve ark. 2018; Loy ve Lundy 2019). Enerji, protein ve ksantofil içeriğinin yüksek olması kanatlılarda kullanım oranını artırmaktadır (Peter ve ark., 2000). Suyu alınmış veya yaş mısır gluteni %35-40 arasında kuru madde içeriğine sahip olduğundan pazarlanmadan önce kurutulularak %90 kuru madde içeriği elde edilmektedir (Park ve ark. 1997). Bununla birlikte zayıf amino asit profili, özellikle soya küspesi ve balık ununa kıyasla düşük lizin ve triptofan seviyeleri nedeniyle rasyon içerisinde kullanıldığında bazı sınırlamalar getirmektedir (Rausch ve Belyea, 2006). Mısır gluteni proteini esas olarak zein (%68), glutelin (%27) ve az miktarda globulinden (%1,2) meydana gelmektedir (Cha ve ark., 2000). Arginin, lizin ve triptofan içeriğinin düşük olmasına rağmen metiyonin açısından zengindir (Sasse ve Baker 1973; Peter ve ark. 2000). Mısır gluteni iyi bir E ve B kompleks vitamin kaynağıdır, ancak düşük fosfor seviyelerine sahiptir (Peter ve ark., 2000). Mısır ve bazı yan ürünlerin kimyasal bileşimini Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4. Mısır ve bazı yan ürünlerin kuru madde bazında kimyasal bileşimi (NRC, 2001; Heuzé et al., 2015; Mahesh et al., 2018)

Parametreler	Mısır	Mısır Gluteni	Kuru Mısır Gluten Yemi	Yaş Mısır Gluten Yemi
KM, %	87.2	90.0	88.3	47.7
Ham protein, %	9.7	67	21.7	18.7
Ham selüloz, %	2.6	1.2	8.3	8.1
NDF, %	13.2	4.1	39.6	43.7
ADF, %	4.4	1.6	10.6	12.3
Ham kül, %	1.5	2.1	6.9	6.1
Kalsiyum, %	0.02	0.02	0.1-0.2	0.1
Fosfor, %	0.35	0.7	0.8-1.0	0.45-1.0
Magnezyum, %	0.13	0.15	0.42-0.50	0.15-0.50
Potasyum, %	0.37	0.45	1.3-1.5	0.9-1.6
Kükürt, %	0.14	0.83	0.16-0.30	0.34-0.40
GE, MJ/kg	18.7	23.1	18.8	19
ME, MJ/kg (Ruminant)	13.5	16.6	12.2	12.6
Lizin	3.0	1.7	2.9	8.9
Metiyonin	2.9	2.4	1.7	3.7
Triptofan	0.9	0.5	0.6	1.6

Mısırdan elde edilen bir prolamin olan mısır zeini, öne çıkan protein fraksiyonu olarak %62-71 protein içermekte ve kalıntı kısmı olarak zein ağırlığının yaklaşık %28'i oranında glutelin barındırmaktadır (Ren ve ark., 2018; Hu ve ark., 2022). Zein'in suda düşük çözünürlük özelliği mısır gluteninin çeşitli gıda ürünlerinde kullanılmasını zorlaştırmaktadır (Yang ve ark., 2007). Zein proteini ısıtıldığında (35–40 °C) ise gluten benzeri karakter sergileyerek hamur plastisitesini artırmaktadır (Šmídová & Rysová, 2022). Ayrıca mısır gluteni, protein yapısında yer alan birkaç hidrofobik amino asit kalıntısı da içermektedir (Shen ve ark., 2020).

Ucuz ve kolay temin edilebilmesi ve kimyasal profili nedeniyle mısır gluteni gıda sanayisinde ve hayvan beslemede yoğun olarak kullanılmaktadır. Ancak burada hayvanlarda protein açığının karşılanması noktasında eksik olan aminoasitlerin de yeme ilave edilmesi gerektiği unutulmamalıdır. Ayrıca mısır gluteninin metabolik etkisinin ve hayvanlar tarafından değerlendirme yeteneklerinin belirlenmesi için yeni çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

3.1. Mısır Gluteninin Kanatlıların Performansı Üzerine Etkileri

Son zamanlarda etlik piliç üretiminde rasyona ilave edilen mısır gluteni hayvan besleme alanında dikkat çekmeye başlamıştır. Mısır gluteni yüksek protein içeriği sayesinde kümes hayvanlarında büyüme ve gelişmeyi desteklemesinin yanı sıra farklı temel besin kaynaklarını da sağlamaktadır (Abhijeet ve ark., 2021). Kümes hayvanlarından maksimum performans elde etmek için rasyonlarında bulunan besinlerin dengeli olması gerekir. Ayrıca kanatlı sektöründe yem girdilerinin yüksek olması özellikle ucuz yem ham madde kaynaklarını aramaya yöneltmiştir. Bu maliyetin en önemli kısmını ise protein kaynakları oluşturmaktadır. Protein kaynaklarının içerisinde en uygun fiyata sahip mısır glutenidir.

Mısır gluteninin kümes hayvanları üzerindeki etkisini incelerken, mısır içerikli rasyonların kanatlılarda büyüme performansı arasındaki ilişkiyi araştıran çeşitli çalışmaların analiz edilmesi oldukça önemlidir.

Abhijeet ve ark. (2021) mısır gluteninin büyüme performansına olan etkisini değerlendirmek için etlik piliç rasyonlarına %5 ve %10 oranında ilave etmişlerdir. Çalışmada elde edilen sonuçlar %10 oranında mısır gluteni tüketen hayvanlarda daha yüksek canlı ağırlık artışı, daha düşük yem tüketimi ve en iyi FCR değeri ile sonuçlandığı ifade edilmiştir. Bu durum etlik piliçlerde mısır gluteninin faydalarını en üst düzeye çıkarmak için rasyonun dikkatli bir şekilde formüle edilmesi gerektiğinin önemini vurgulamaktadır. Bir başka benzer çalışmada ise Seyedi ve ark. (2014), broyler civcivlerde yeme 4 farklı oranda (%3, 6, 9 ve 12) mısır gluteni ekleyerek kimyasal bileşimi ve protein kalitesinin yanı sıra performans parametrelerine üzerine olan etkisini araştırmışlardır. Çalışmada mısır gluteninin ortalama metabolik enerji ve ham protein değerleri sırasıyla 4.145 kcal/kg ve %60.44, protein verimlilik ve net protein oranları ise sırasıyla 1.26 ve 2.30 olarak tespit edilmiştir. Rasyon içerisine %3 ve %6 oranında ilave edilen mısır gluteninin performans parametreleri ve karkas özellikleri üzerinde önemli bir etkisi olmadığı ifade edilmiştir. Ancak mısır gluteninin rasyonda %12 oranında kullanılması büyüme performansını olumlu yönde etkilemiş olup en iyi canlı ağırlık artışı ve FCR değeri edilmesini sağlayarak karın bölgesindeki yağ miktarını sayısal olarak azalttığı

görülmüştür. Elde edilen sonuçlar mısır gluteninin etlik piliçlerin performansını artırabilmek için rasyonda kullanılabileceğini göstermektedir.

Giannenas ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada ise etlik piliçlerde rasyonda soya küspesi (%30.7) yerine mısır gluteni (%20.1) ilave edildiğinde performans parametreleri, bağırsak sağlığı, et kalitesi ve maliyeti üzerinde etkileri hakkında araştırma yapmışlardır. Çalışmanın sonunda mısır gluteni ile beslenen hayvanlarda daha düşük canlı ağırlık artışı ve yem tüketimi hesaplanmıştır. Aynı zamanda bağırsağın ileum ve sekum kısmında da daha düşük oranda *Clostridium perfringens* ve sekum bölümünde *Fusobacterium necrophorum* tespit edilmiştir. Diğer yandan göğüs ve but eti kalitesi ile canlı ağırlık artışı esas alınarak değerlendirilen maliyet hesabında önemli bir farklılık görülmemiştir.

Owings ve ark. (1988) yaptıkları çalışmada hindilerde dişi yavrular için rasyona 0-16 haftalık yaşta %10 ve %20 oranında, 9-16 haftalık yaşta ise %20 oranında mısır gluten yemi eklenmesinin büyüme performansı ve karkas parametreleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Elde edilen bulgular mısır gluteninin rasyona %10 oranında ilave edilmesi halinde performans ve karkas parametrelerini olumsuz etkilemediği ancak %20 oranında ilave edildiğinde ıslak dışkıya bağlı olarak kirli altlık problemlerine neden olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca yüksek protein ve düşük yağ oranına sahip karkaslar elde etmek için hindilerin 14 haftalık yaştan itibaren kesime sevk edilmesi gerektiği bildirilmiştir.

Ghazaghi ve ark. (2023) japon bıldırcınlarında mısır, buğday, soya fasülyesi küspesi ve mısır gluteninin ileal aminoasit sindirilebilirlikleri üzerine yaptıkları çalışmada 14-28 (Deneme 1) ve 28-32 (Deneme 2) günlük yaştaki hayvanlarda aminoasit sindirilebilirlik değerlerinin yem içeriğine ve spesifik aminoaside bağlı olarak farklı değerler elde edildiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada bıldırcın civcivlerinde rasyona ilave edilen buğday, mısır ve mısır gluteninin farklı broiler çalışmaları (Garcia ve ark., 2007; Kim ve ark., 2012) ile kıyaslandığında daha yüksek bir aminoasit sindirimine ve sindirme kapasitesi değerlerine sahip olduğu ifade edilmiştir.

Horozlarda yapılan bir çalışmada ise soya fasülyesi küspesi miktarı azaltılarak rasyona %10 oranında mısır gluteni ikame edilmesinin sperm kalitesi üzerine etkilerini araştırmak amacıyla 68-72 haftalık yaştaki 40 adet hayvan kullanılmıştır. Semen değişkenliklerinde incelenen hacim, sperm

konsantrasyonu, hareketlilik, membran bütünlüğü, akrozom bütünlüğü ve DNA bütünlüğü için elde edilen bulgular horoz rasyonlarına %10'a kadar mısır gluteni ilavesinin alternatif bir hammadde kaynağı olduğu belirtilmiştir (ÁVILA ve ark., 2020).

Etlik piliç rasyonlarında kullanılan mısır gluteninin büyüme performansı ve besin madde yararlanımı açısından önemli etkilere sahip olduğu görülmektedir. Farklı oranlarda kullanım imkânı olan mısır gluteninin protein ve enerji oranının yem içerisindeki etkisinin anlaşılması kanatlı sektörde genel sağlığı, sindirilebilirliği ve verim yönünden desteklemek açısından özel formülasyonlar geliştirilebilir.

4. Arpanın Profili

Arpa (*Hordeum vulgare L.*) farklı hayvan türlerinin beslenmesi de dâhil olmak üzere çeşitli alanlarda ve uygulamalarda sıklıkla yer alan çok yönlü bir tahıldır. Yaklaşık %87 kuru madde, %11 protein, %4-6 ham lif, %5-7 ADF ve %18-24 NDF oranına sahip olan arpa taneleri kompleks karbonhidratlar, düşük oranda yağ içeriği ve aminoasit gereksinimlerini karşılayan dengelenmiş bir protein profiline sahiptir. Diğer yandan başta E vitamini olmak üzere temel vitamin ve mineralleri de içermektedir (Arendt & Zannini, 2013).

Prolin ve glisin gibi hidrofobik amino asitleri içeren bir protein fraksiyonu olan glutelin seviyesi arpada oldukça yüksektir (Cian, 2023; Jaeger ve ark., 2021). Fenolik asitler, flavonoller, tanenler, proantosiyanidinler ve amino fenolik bileşikler dahil olmak üzere yüksek oranda antioksidatif bileşikler ve çözünür bir diyet lifi olan β -glukan açısından da zengindir (Cai vd., 2015; Negeyie, 2024). Aynı zamanda sinamik asit türevleri, benzoik asit, kinonlar, proantosiyanidinler ve çeşitli flavonoidler gibi fenolik bileşikleri arpanın antioksidan özelliklerine katkıda bulunmaktadır (Shen vd., 2017).

Arpa ekiminin yapıldığı bölge ve iklim şartlarına bağlı olarak amino asit sindirilebilirliği ve enerji içeriği değişkenlik gösterebilir (Wang ve ark., 2017). Örneğin, arpanın yeni kabuksuz çeşitleri için valin, izolösin, fenilalanin, histidin, lizin, glutamik asit ve prolin gibi yüksek düzeyde esansiyel amino asitler içerdiği bildirilmiştir (Šterna et al., 2015).

Arpanın besi sığırı yemi için istenilen belirli özellikleri arasında yüksek nişasta içeriği, düşük ADF ve iyi ruminal sindirilebilirlik bulunmaktadır (Bowman ve ark., 2001). Ruminant beslenmesinde arpa mikrobiyal besin

asimilasyonunu artırabilen, böylece hayvan sağlığı ve performansının iyileştirilmesine katkıda bulunmak, daha eşzamanlı bir enerji ve azot salınımı gibi avantajlar sağlar (Nikkhah, 2012). Araştırmalar geviş getiren hayvanlar için yemlik arpa üretmek üzere hidroponik teknolojinin kullanıldığı kurak bölgelerde, arpanın hayvan beslenmesindeki önemini vurgulamaktadır (Bouajila ve ark., 2023).

Arpa gluteni depo proteinleri olarak bilinen monomerik gliadinler ve polimerik gluteninlerden oluşmaktadır (Balakireva & Zamyatin, 2016). Hordeinler olarak da bilinen bu gluten çeşidi aynı zamanda çölyak hastalığı olan bireylerde bağışıklık aracılı enflamasyonu tetikleyebilen yapısal bir protein kompleksidir (Gaiani ve ark., 2020). Hamur yapımı sırasında arpa unu kullanıldığında gluten içeriği azalır, gluten matrisinin gücünü etkileyerek sonuçta nihai ürünün kalitesini etkilemektedir (Lin ve ark., 2012; Liu ve ark., 2020; Koksel, 2024). Arpa aynı zamanda yüksek lif içeriğiyle, özellikle de besin değerine katkıda bulunan ancak fırınlamada glutenle aynı işlevselliği sağlamayan β -glukanlarla bilinmektedir (Ivanišová et al., 2015).

Hayvan beslemede arpanın %40'ı besi sığırlarında, %34'ü süt ineklerinde, %20'si domuzlarda %5'i diğer ruminantlarda ve %1'den azı ise kümes hayvanlarında kullanılmaktadır (Black ve ark., 2005). Düşük metabolize edilebilir enerjisi ve çözünebilir nişasta olmayan polisakkaritler gibi anti-besleyici faktörlerin varlığı nedeniyle kanatlı rasyonlarında yeterince kullanılmayan bir tahıl olsa da, kullanımını artırmak için fırsatlar vardır (Perera ve ark., 2022). Çalışmalar arpanın ıslatılması ve çimlendirilmesinin etlik piliç performansını rasyona β -glukanaz ilavesiyle benzer ölçüde artırabildiğini göstermiştir; bu da arpanın kümes hayvanları için besin değerini optimize etmek için potansiyel stratejilere işaret etmektedir (Kianfar ve ark., 2012). Buna ek olarak arpanın kanatlı rasyonlarına ilave edilmesi yemden yararlanma oranlarının düşmesi, kuluçka randımanı, büyüme ve gelişiminin artmasıyla ilişkilendirilerek kanatlı performansı üzerindeki olumlu etkileri de vurgulanmıştır (Gadiev ve ark., 2021). Kanatlılarda arpa bazlı rasyonlarda eksojen enzimlerin kullanılmasının sindirim oranını artırdığı, sindirim viskozitesini azalttığı ve büyüme performansını artırdığı ifade edilmiştir (Costa ve ark., 2014). Bir başka çalışmada ise fibrolitik eksojen enzimlerle katı halde fermente edilmiş arpanın, etlik piliçlerde yem kullanımını ve antioksidan kapasiteyi artırabildiğini göstermesi kanatlı beslenmesinde arpanın faydalarını

en üst düzeye çıkarmak için yenilikçi besleme stratejilerinin potansiyelini ortaya koymuştur (İbrahim, 2023). Arpa, β -glukan benzeri antinutrisyonel faktörlerin varlığı gibi zorluklar sunarken, araştırmalar enzim takviyesi gibi hedefe yönelik yaklaşımların bu zorlukları azaltabileceğini ve kanatlı rasyonlarında arpanın kullanımını iyileştirebileceğini göstermiştir (McNab ve Smithard, 1992).

Arpa genel olarak tek tırnaklı hayvanların ve ruminantların beslenmesinde yaygın olarak kullanılan bir tahıl türüdür. Kanatlı beslenmesinde ise yapısında bulunan nişasta tabiatında olmayan polisakkaritlerin (NOP) antinutrisyonel özelliklerinden dolayı kullanımı sınırlı kalmaktadır. Ancak arpadan gluten elde edilmesi veya bunun hayvan beslemede kullanımı ile ilgili çalışmalar bulunmamaktadır. Arpadan elde edilecek gluten ile ilgili gelecekte yapılacak çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

5. Yulafın Profili

Yulaf (*Avena sativa L.*) hayvan beslemede tane ve kaba yem şeklinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Yüksek oranda protein (%12.4-24.4), yağ (%2-12), vitamin ve mineral içermesi yulafı alternatif yem üretimi için değerli bir hammadde olmasını sağlamıştır (Tosh & Chu, 2015; İDİKUT, 2023). İyi bir lineloik asit kaynağıdır ve yüksek miktarda doymamış yağ asidi içermektedir (Zhou ve ark., 1999; Webster, 2016). Diğer tahıllara kıyasla karbonhidrat oranı ise düşüktür (Welch, 2011). Özellikle kabuğundaki lignoselüloz içeriği de dahil olmak üzere kimyasal bileşimi, onu diğer tarımsal yan ürünlerden ayırmaktadır (Schmitz ve ark., 2020). Kabuğu çıkarılmış yulafın, diğer tahıl tanelerine kıyasla ham protein ve çoğu amino asidin daha yüksek sindirilebilirliğe sahip olduğu ve bu nedenle esansiyel amino asitler için uygun bir kaynak olduğu bildirilmiştir (Abelilla ve ark., 2017). Bu besin profili yulafı sadece insanlar için değil, kümes hayvanları, sığırlar ve koyunlar da dâhil olmak üzere çeşitli hayvanlar için uygun bir besin kaynağı haline getirmektedir (Hirpo, 2024). Aynı zamanda yulaf samanının besin sindirilebilirliğini artırdığı ve koyunlarda rumen ortamının stabil durumunu desteklediği de ifade edilmiştir (An ve ark., 2020).

Yulafta yer alan başlıca proteinler, amino asit profiline katkıda bulunan globülinlerdir (Biel ve ark., 2014; Vilmane ve ark., 2015). Diğer tahıllara kıyasla lizin içeriğinin daha yüksek, glutamin ve prolin içeriğinin ise daha

düşük olduğu belirtilmiştir (Broeck ve ark., 2015). Yulaf E vitamini, folatlar, çinko, demir, selenyum, bakır, manganez, karotenoidler, betain, kolin, sülfür içeren amino asitler, fitik asit, ligninler, lignanlar ve alkil resorsinoller gibi mikro besinler içermektedir (Flander ve ark., 2007; Rasane ve ark., 2013). Yulaf ayrıca antioksidan özelliklerine katkıda bulunan fenolik asitler, flavonoidler, tanenler, proantosiyanidinler ve amino fenolik bileşikler de dahil olmak üzere birçok fenolik bileşik bulundurmaktadır (Rasane ve ark., 2013).

Yulafın kümes hayvanlarının beslenmesinde kullanımının performans parametreleri üzerinde hem olumlu hem de olumsuz etkileri olmaktadır. Yulaf, kanatlılarda besin kullanımını etkileyebilen β -glukan gibi çözünür lifler de içeren yüksek lif içeriğiyle bilinmektedir. Araştırmalar kabuksuz yulaf çeşitlerindeki yüksek β -glukan konsantrasyonunun, kanatlıların tahılı metabolize etme yeteneğini bozabileceğini ve potansiyel olumsuz etkilere yol açabileceğini göstermiştir (Winkler ve ark., 2017). Ek olarak, yulafın yem içerisindeki seviyesinin, çeşitlerinin ve enzim takviyesinin etlik piliçlerde vücut ağırlığı artışı ve yem dönüşümünü etkilediği gösterilmiştir, bu da kanatlı rasyonlarında yulafın ilave edilme seviyelerinin ve işleme yöntemlerinin önemini göstermektedir (Szymczyk ve ark., 2005). Adewole ve ark., (2021) etlik piliçlerde yaptıkları çalışmada rasyona eklenen organik asitler-esansiyel yağ karışımları ve (%3) yulaf kabuğu karışımının (300g/1.000kg) kanatlıların büyüme performansı, kan parametreleri ve bağırsak sağlığı üzerindeki faydalı etkileri de olduğu bildirilmiştir.

Yulafın alkolde çözünen proteinleri (aveninler) glutamin ve prolin bakımından zengin olan prolamin proteinlerine aittir. Aveninlerden oluşan yulaf proteinleri buğday, arpa ve çavdara kıyasla daha düşük gluten içeriğine sahip benzersiz bir protein kaynağını temsil etmektedir (Mickowska ve ark., 2016). Diğer tahıllarda bulunan glutenlere kıyasla daha düşük immünoreaktiviteye ve avenin konsantrasyonuna sahip olduğu düşünülmektedir. Bu da yulafı çölyak hastalığı gibi gluten hassasiyeti olan bireylerde güvenli kabul edilerek değerli bir alternatif haline getirmiştir (Gilissen et al., 2016; Vieille ve ark., 2016). Ancak yulaf ürünlerindeki gluten içeriğini değerlendiren çalışmalar, bazı örneklerin 20 mg/kg'dan fazla gluten içerdiğini ve bilhassa yulaf bazı gıdalardaki gluten seviyelerinin ölçülmesinin önemi vurgulanmaktadır (Rysová ve ark., 2019). Bununla birlikte yulafın işlenmesi sırasında buğday, arpa ve çavdar gibi diğer tahıllardan gelen glutenle

çapraz kontaminasyona uğrayabileceği ve bu nedenle glutene hassas bireylerde risk oluşturabileceği de unutulmamalıdır (Lerner, 2016; Lacorn ve ark., 2019).

Yulaf zengin olması kadar sağlıklı besin maddeleri içerdiği için en başta insan gıdası olarak tüketilmektedir. Ayrıca en başta atların ve ruminantların isteyerek tükettikleri bir yem maddesidir. Yulaf gluteni ise pratik olarak sahada fazla bilinmeyen bir besin maddesidir. Bu konuda bilgiler sunabilmek yeni çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

6. Çavdarın Profili

Çavdar (*Secale cereale L.*) kış şartlarına dayanıklı tek veya iki yıllık bir bitki olup, hayvan beslemede sıklıkla kullanılan bir tahıl türü değildir. İklimin elverişsiz olduğu bölgelerde kış mahsülü olarak yetiştirilen çavdarın diğer tahıllara kıyasla yüksek konsantrasyonda antinutrisyonel faktörler içermesine neden olmaktadır (Zuo ve ark., 2021). Çavdar kuru madde bazında yaklaşık %10 ham protein, %2 ham lif ve %62 nişasta içeriğine sahiptir.

Çavdar tanesinde albümin (%34), prolamin (%19) globulin (%11) ve glutenin (%9) proteinleri bulunur (Dziki, 2022). Lizin, metiyonin, treonin, fenilalanin, triptofan, valin, izölösün, lösün ve histidin gibi esansiyel amino asitler dahili olarak sentezlenemedikleri ve dış kaynaklardan elde edilmeleri gerektiği için kümes hayvanları için hayati öneme sahiptir (Wiedner ve ark., 2019). Çavdar tanesinde lösün, valin ve fenilalanin aminoasitleri yüksek konsantrasyonda yer almaktadır (Moskalets ve ark., 2022).

Çavdardaki yüksek lif içeriği, özellikle arabinoksilan, fruktan ve β -glukan kanatlı beslenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu lif bileşenlerinin kümes hayvanlarında tokluğu, sindirim sağlığını ve besin emilimini etkilediği bilinmektedir (Isaksson ve ark., 2009; Isaksson, 2014). Yüksek miktarda β -glukan ve arabinoksilan içermesi bağırsak içeriğindeki viskoziteyi artırdığı, sindirim enzimlerinin etkisini azalttığı için özellikle kanatlı ve domuz yemlerinde besin biyoyararlanımını ve performans parametrelerini düşürmektedir (Rakowska, 1994). Ayrıca yapışkan dışkı oluşumuna neden oldukları için altlıktaki nem oranının artması ile ayak ve bacak problemlerine yol açar. Ancak hibrit çavdarın etlik piliçlerde %20'ye, kazlarda ise %50'ye kadar kullanılmasının karlılığı artırdığı vurgulanmış ve diğer tahıllara göre ekonomik avantajları ortaya konmuştur (Janiszewski ve ark., 2021). Téllez ve ark., (2014) yaptıkları çalışmada etlik piliçlerde yeme ilave edilen mısıra

kıyasla çavdar kullanılmasının bağırsak viskozitesinde, bakteriyel translokasyonda ve serum parametrelerinde artış gösterdiği tespit edilmiştir. Bir başka çalışmada ise etlik piliçlerde bağırsak fizyolojisini etkileyebilecek farklı biyobelirteçlerin belirlenmesi amacıyla yeme ilave edilen çavdarın mısıra kıyasla daha düşük vücut ağırlığı artışı ve büyüme performansı sergilediği ifade edilmiştir (Baxter ve ark., 2019).

Çavdar gluteninin protein bileşimi buğday ve arpadan farklıdır. Sekalinler olarak bilinen çavdar gluteni, buğdaydan farklı olarak daha yüksek oranda depo dışı proteinler (albüminler-globulinler) ve daha düşük oranda polimerize depo proteinleri (glutelinler) içeren çavdarın bir bileşenidir (Gellrich ve ark., 2003; Patel, 2023). Bu farklı bileşim çavdar gluteninin hamur oluşumundaki ve fırınlanmış ürünlerdeki işlevselliğini de etkilemektedir.

Çavdarın hayvan beslemede kullanımını sınırlayan en önemli etken sahip olduğu antinutrisyonel özelliği sahip ergotamin adı verilen maddedir. Çavdar bitkisi diğer tahıllara rağmen daha verimsiz arazilerde yetiştirilme özelliği nedeniyle öne çıkmaktadır. Susuz topraklarda yetiştirildiği için daha ekonomik bir bitki olarak niteleyebiliriz. Çavdar bitkisinin gluteni ile ilgili hayvan beslemede çalışma bulunmamaktadır. Bu neden bu konuda yeni çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

7. SONUÇ

Dünyada geniş coğrafyalarda yetiştirilen tahıllar insanlar kadar hayvanların beslenmesinde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu tüketim direk olarak kullanılabilirdiği gibi, sanayide işlendikten sonra oluşan ürünler şeklinde de olmaktadır. Son yıllarda hızlı gelişen kanatlı ırkları üretilmiştir. Bu üretilen ırkların ise sağlıklı bir şekilde gelişimlerini sağlamak için ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde dengeli beslenmeleri gerekir. Proteinler ise bu beslenmenin önemli parametrelerinden biridir. Bu çalışma tahılların yapısında bulunan protein profilini ayrıntılı bir şekilde ortaya koymak ve kanatlı beslenme stratejilerinin oluşturulmasında yardımcı kaynak olarak katkı sağlayabilir.

KAYNAKÇA

- Aashu, Solanki, Y., Phougat, D., & Barpanda, T. (2022). Influence of sowing time on the quality and micronutrient contents of bread wheat (*triticum aestivum* l). *International Journal of Plant & Soil Science*, 35-44. <https://doi.org/10.9734/ijpss/2022/v34i130822>
- Abelilla, J., Liu, Y., & Stein, H. (2017). Digestible indispensable amino acid score (diaas) and protein digestibility corrected amino acid score (pdcaas) in oat protein concentrate measured in 20- to 30-kilogram pigs. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(1), 410-414. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8457>
- Abhijeet, K., Prasanna, S. B., Mahesh, P. S., Ranjith, R. Y., Karan, P., Bhandekar, S. K., ... & Masood, K. D. (2021). Effect of feeding corn gluten meal in feed ration on growth performance of commercial broiler chicken. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, 40(3), 337-340.
- Adewole, D., Oladokun, S., & Santín, E. (2021). Effect of organic acids–essential oils blend and oat fiber combination on broiler chicken growth performance, blood parameters, and intestinal health. *Animal Nutrition*, 7(4), 1039-1051. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2021.02.001>
- An, X., Zhang, L., Luo, J., Zhao, S., & Jiao, T. (2020). Effects of oat hay content in diets on nutrient metabolism and the rumen microflora in sheep. *Animals*, 10(12), 2341. <https://doi.org/10.3390/ani10122341>
- Arendt, E. K., & Zannini, E. (2013). Barley. *Cereal grains for the food and beverage industries*, 155-200.
- Arya, R., & Gunashree, B. (2021). Screening of gluten hydrolyzing strains for food applications. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(5). <https://doi.org/10.1111/jfpp.15464>
- ÁVILA, SÉRGIO LEANDRO COSTA DE; OLIVEIRA, CAROLINA OREQUES DE; RODRIGUES, TIAGO ARAUJO; TAVARES, AMAURI TELLES; and SOARES, SARA LORANDI (2020) "Replacement of corn and soybean meal with corn gluten meal on rooste's diet," *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*: Vol. 44: No. 4. <https://doi.org/10.3906/vet-1907-63>

- Balakireva, A., & Zamyatnin, A. (2016). Properties of gluten intolerance: gluten structure, evolution, pathogenicity and detoxification capabilities. *Nutrients*, 8(10), 644. <https://doi.org/10.3390/nu8100644>
- Baxter, M., Latorre, J., Dridi, S., Merino-Guzmán, R., Hernández-Velasco, X., Hargis, B., ... & Téllez-Isaías, G. (2019). Identification of serum biomarkers for intestinal integrity in a broiler chicken malabsorption model. *Frontiers in Veterinary Science*, 6. <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00144>
- Biel, W., Jacyno, E., & Kawecka, M. (2014). Chemical composition of hulled, dehulled and naked oat grains. *South African Journal of Animal Science*, 44(2), 189. <https://doi.org/10.4314/sajas.v44i2.12>
- Biesiekierski, J. R. (2017). What is gluten?. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 32(S1), 78-81. <https://doi.org/10.1111/jgh.13703>
- Black, J. L., Tredrea, A. M., Nielsen, S., Flinn, P. C., Kaiser, A. G., & Van Barneveld, R. J. (2005). Feed uses for barley. In 12th Australian Barley Technical Symposium (pp. 1-4). Australian Barley Association.
- Bo, P., Bai, Y., Dong, Y., Shi, H., Htet, M., Samoon, H., ... & Hai, J. (2022). Influence of different harvesting stages and cereals–legume mixture on forage biomass yield, nutritional compositions, and quality under loess plateau region. *Plants*, 11(20), 2801. <https://doi.org/10.3390/plants11202801>
- Boeuf, C., Prodanovic, S., Gay, G., & Bernard, M. (2003). Structural organization of the group-1 chromosomes of two bread wheat sister lines. *Theoretical and Applied Genetics*, 106(5), 938-946.
- Bouajila, A., Hamdi, Z., Ammar, H., Ameer, A., Ziadi, S., Khechini, J., ... & Ghorbel, A. (2023). Hydroponics technology of fodder barley production used to improve feeding livestock in arid regions of tunisia. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 18(1), 21-28. <https://doi.org/10.3923/ajava.2023.21.28>
- Bowman, J., Blake, T., Surber, L., Habernicht, D., & Bockelman, H. (2001). Feed-quality variation in the barley core collection of the usda national small grains collection. *Crop Science*, 41(3), 863-870. <https://doi.org/10.2135/cropsci2001.413863x>

- Broeck, H., Londoño, D., Timmer, R., Smulders, M., Gilissen, L., & Meer, I. (2015). Profiling of nutritional and health-related compounds in oat varieties. *Foods*, 5(1), 2. <https://doi.org/10.3390/foods5010002>
- Buczek, J., Jarecki, W., & Bobrecka-Jamro, D. (2016). The response of population and hybrid wheat to selected agro-environmental factors. *Plant Soil and Environment*, 62(2), 67-73. <https://doi.org/10.17221/615/2015-pse>
- Cai, S., Zhao, H., Huang, Y., Chen, Z., Zhang, G., & Dai, F. (2015). Genetic diversity of individual phenolic acids in barley and their correlation with barley malt quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(31), 7051-7057. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b02960>
- Can, M. B. & İmik, H. (2023). Morkaraman Cinsi Toklularda Gluten İle Beslemenin Kesim ve Karkas Özellikleri. 5. INTERNATIONAL FOOD, AGRICULTURE AND VETERINARY SCIENCES CONGRESS, 5(2), 297.
- Can, M. B. (2023). Mısır ve Buğday Gluteninin Ruminant Beslemede Kullanımı. *Hayvansal Üretim*, 64(2), 93-102.
- Can, M. B., & İmik, A. (2024). Efecto de las fuentes de proteicas en el metabolismo antioxidante de los órganos viscerales de corderos Morkaraman. *Revista Científica De La Facultad De Ciencias Veterinarias De La Universidad Del Zulia*, 34(2), 7. <https://doi.org/10.52973/rcfev-e34434>
- Cha, J. Y., Flores, R. A., & Park, H. (2000). Reduction of carotenoids in corn gluten meal with soy flour. *Transcription of the ASAE* 43: 1169-1174.
- Chaudhary, D. P., Kumar, S., & Langyan, S. (Eds.). (2014). *Maize: nutrition dynamics and novel uses* (Vol. 3). New Delhi: Springer India. Chemists, Inc. St. Paul, Minnesota, U.S.A.
- Chrungoo, N., & Chetry, U. (2021). Buckwheat: a critical approach towards assessment of its potential as a super crop. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding (The)*, 81(01), 1-23. <https://doi.org/10.31742/ijgpb.81.1.1>
- Cian, R. (2023). Barley and malt as base ingredients for the production of new bio-functional foods. *Recent Progress in Nutrition*, 03(03), 1-17. <https://doi.org/10.21926/rpn.2303018>

- Costa, M., Fernandes, V., Ribeiro, T., Serrano, L., Cardoso, V., Santos, H., ... & Fontes, C. (2014). Construction of gh16 β -glucanase mini-cellulosomes to improve the nutritive value of barley-based diets for broilers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(30), 7496-7506. <https://doi.org/10.1021/jf502157y>
- Day, L. (2011). Wheat gluten: production, properties and application. In *Handbook of food proteins* (pp. 267-288). Woodhead Publishing.
- Deepak, T. S., & Jayadeep, P. A. (2022). Prospects of maize (corn) wet milling by-products as a source of functional food ingredients and nutraceuticals. *Food Technology and Biotechnology*, 60(1), 109-120.
- Dziki, D. (2022). Rye flour and rye bran: new perspectives for use. *Processes*, 10(2), 293. <https://doi.org/10.3390/pr10020293>
- Fang, J., Martínez, Y., Deng, C., Zhu, D., Peng, H., Jiang, H., & Li, A. (2017). Effects of dietary enzymolysis products of wheat gluten on the growth performance, serum biochemical, immune, and antioxidant status of broilers. *Food and agricultural immunology*, 28(6), 1155-1167.
- FAOSTAT, F. (2022). Food and agriculture organization of the United Nations. Statistical database.
- Flander, L., Salmenkallio-Marttila, M., Suortti, T., & Autio, K. (2007). Optimization of ingredients and baking process for improved wholemeal oat bread quality. *LWT-Food Science and Technology*, 40(5), 860-870.
- Gadiev, R., Khaziev, D., Subhankulov, N., Abdrakhmanova, V., & Седых, Т. (2021). Productive and reproductive characteristics of hens in the parent flock when including sprouted barley in the diet. *Bio Web of Conferences*, 36, 06005. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213606005>
- Gaiani, F., Graziano, S., Boukid, F., Prandi, B., Bottarelli, L., Barilli, A., ... & Sforza, S. (2020). The diverse potential of gluten from different durum wheat varieties in triggering celiac disease: a multilevel in vitro, ex vivo and in vivo approach. *Nutrients*, 12(11), 3566. <https://doi.org/10.3390/nu12113566>
- Garcia, A. R., Batal, A. B., & Dale, N. M. (2007). A comparison of methods to determine amino acid digestibility of feed ingredients for chickens. *Poultry Science*, 86(1), 94-101.
- Gellrich, C., Schieberle, P., & Wieser, H. (2003). Biochemical characterization and quantification of the storage protein (secalin) types in rye flour.

- Cereal Chemistry, 80(1), 102-109.
<https://doi.org/10.1094/cchem.2003.80.1.102>
- Ghazaghi, M., Hassanabadi, A., & Mehri, M. (2023). Apparent and standardized ileal amino acid digestibilities of corn, wheat, soybean meal, and corn gluten meal in quail chicks. *Poultry Science*, 102(2), 102314.
- Giannenas, I., Bonos, E., Anestis, V., Filioussis, G., Papanastasiou, D. K., Bartzanas, T., ... & Skoufos, I. (2017). Effects of protease addition and replacement of soybean meal by corn gluten meal on the growth of broilers and on the environmental performances of a broiler production system in Greece. *PloS one*, 12(1), e0169511
- Gilissen, L., Meer, I., & Smulders, M. (2016). Why oats are safe and healthy for celiac disease patients. *Medical Sciences*, 4(4), 21.
<https://doi.org/10.3390/medsci4040021>
- Gümüş, R., Ercan, N., & İmik, H. (2020). The effect of high amounts of wheat gluten meal and corn gluten meal added to the diets on some serum parameters in rats. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(3), 698-701.
- Hellemans, T., Landschoot, S., Dewitte, K., Van Bockstaele, F., Vermeir, P., Eeckhout, M., & Haesaert, G. (2018). Impact of crop husbandry practices and environmental conditions on wheat composition and quality: a review. *Journal of agricultural and food chemistry*, 66(11), 2491-2509.
- Heuzé V, Tran G, Sauvant D, Renaudeau D, Lessire M nd Lebas F. 2015. Corn gluten meal. A programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO: Feedipedia: [cited 2018 feb 13] <http://www.feedipedia.org/node/715.s>
- Hirpo, A. (2024). Participatory demonstration and evaluation of oat forage technologies in potential districts of west hararghe zone, ethiopia. *AAS*.
<https://doi.org/10.11648/j.aas.20240901.11>
- Horváth, C. (2014). Storage proteins in wheat (*triticum aestivum* l.) and the ecological impacts affecting their quality and quantity, with a focus on nitrogen supply. *Columella: Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 1(2), 57-76. <https://doi.org/10.18380/szie.colum.2014.1.2.57>
- Hoseney, R. C., 1994, *Principles of Cereal Science and Technology*, American Association of Cereal

- Hu, R., Xu, J., Qi, G., Wang, W., Sun, X. S., & Li, Y. (2022). Antioxidative hydrolysates from corn gluten meal may effectively reduce lipid oxidation and inhibit HepG2 cancer cell growth. *Journal of Agriculture and Food Research*, 7, 100252. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2021.100252>
- Ibrahim, D. (2023). Impacts of solid-state fermented barley with fibrolytic exogenous enzymes on feed utilization, and antioxidant status of broiler chickens. *Veterinary Sciences*, 10(10), 594. <https://doi.org/10.3390/vetsci10100594>
- Imik, A., Eren, M., Can, M. B., Ozkanlar, S., Omur, A. D., Aydın, M. A., ... & Akarsu, S. A. (2024). Dietary composition influences sperm quality and testis damage via endoplasmic reticulum stress in lambs. *Veterinary Medicine and Science*, 10(4), e1504.
- Isaksson, H. (2014). Satiating effects of rye foods., 189-203. <https://doi.org/10.1016/b978-1-891127-81-6.50011-0>
- Isaksson, H., Fredriksson, H., Andersson, R., Olsson, J., & Åman, P. (2009). Effect of rye bread breakfasts on subjective hunger and satiety: a randomized controlled trial. *Nutrition Journal*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/1475-2891-8-39>
- Ivanišová, E., Tokár, M., & Bojňanská, T. (2015). The effect of fibre from various origins on the properties of dough and bakery products. *Journal of Microbiology Biotechnology and Food Sciences*, 5(1), 73-80. <https://doi.org/10.15414/jmbfs.2015.5.1.73-80>
- İDİKUT, L. (2023). Some micro nutrients in husk and grain of oat genotypes. *Türk Doğa Ve Fen Dergisi*, 12(3), 1-8. <https://doi.org/10.46810/tdfd.1177873>
- Jaeger, A., Zannini, E., Sahin, A. W., & Arendt, E. K. (2021). Barley protein properties, extraction and applications, with a focus on brewers' spent grain protein. *Foods*, 10(6), 1389.
- Janiszewski, P., Lisiak, D., Borzuta, K., Grześkowiak, E., Schwarz, T., Siekierko, U., ... & Świątkiewicz, S. (2021). The effect of feeding chicken and geese broilers with different cereals on the fatty acids profile in meat. *Foods*, 10(11), 2879. <https://doi.org/10.3390/foods10112879>
- Jayadeep, A., & Jayadeep, P. A. (2021). Prospects of maize (corn) wet milling by-products as a source of functional food ingredients and nutraceuticals.

- Food Technology and Biotechnology, 60(1), 109-120. <https://doi.org/10.17113/ftb.60.01.22.7340>
- Johnson, W. A., Boudreau, M. A., & Davis, J. W. (2013). Combinations of corn gluten meal, clove oil, and sweep cultivation are ineffective for weed control in organic peanut production. *Weed Technology*, 27(2), 417-421. <https://doi.org/10.1614/wt-d-12-00140>
- Journal, B. (2016). Comparative study of grains, flours and baking quality of wheat cultivar (uruq) with other wheat cultivars (*triticumaestivum* l.) in iraq. *Baghdad Science Journal*, 13(3), 475-481. <https://doi.org/10.21123/bsj.13.3.475-481>
- Kang, D. R., Belal, S. A., Tian, W., Park, B. Y., Choe, H. S., & Shim, K. S. (2019). Effect of dietary gluten content on small intestinal inflammatory response of broilers. *European Poultry Science/Archiv für Geflügelkunde*, 83(285).
- Kianfar, R., Alahyari-Shahrasb, M., Moravej, H., & Kim, W. (2012). Comparative apparent metabolizable energy values of soaking, fermentation with *Lactobacillus* and enzyme treatment of barley in cockerels and quails. *Journal of Food Processing and Preservation*, 37(6), 1060-1067. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2012.00806.x>
- Kim, E. J., Utterback, P. L. and Parsons, C. M. (2012). Comparison of amino acid digestibility coefficients for corn, corn gluten meal, and corn distillers dried grains with soluble among 3 different bioassays. *Poult Sci*, 91: 3141–3147.
- Koksel, H. (2024). A functional bread produced by supplementing wheat flour with high β -glucan hull-less barley flour. *Cereal Chemistry*, 101(3), 630-640. <https://doi.org/10.1002/cche.10768>
- Kwon, J. H., & Farrell, R. J. (2006). Recent advances in the understanding of celiac disease. *Pediatric Drugs*, 8(6), 375-388. <https://doi.org/10.2165/00148581-200608060-00005>
- Lacorn, M., Weiss, T., Wehling, P., Arlinghaus, M., Scherf, K., Baumert, J., ... & Weber, N. (2019). Quantification of wheat, rye, and barley gluten in oat and oat products by elisa ridascreen® total gluten: collaborative study, first action 2018.15. *Journal of Aoac International*, 102(5), 1535-1543. <https://doi.org/10.1093/jaoac/102.5.1535>

- Lain, J., Strohhahn, D. R., DeWitt, D., Euken, R. M., Schwab, D. L., & Loy, D. D. (2008). A producer survey of feeding corn co-products in Iowa. https://doi.org/10.31274/ans_air-180814-424
- Lerner, A. (2016). The enigma of oats in nutritional therapy for celiac disease. *International Journal of Celiac Disease*, 2(3), 110-114. <https://doi.org/10.12691/ijcd-2-3-1>
- Lin, S., Chen, H., Lu, S., & Wang, P. (2012). Effects of blending of wheat flour with barley flour on dough and steamed bread properties. *Journal of Texture Studies*, 43(6), 438-444. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.2012.00352.x>
- Liu, J., Qiao, L., Zhai, H., Zhang, Y., Zeng, X., Tang, Y., ... & Pan, Z. (2020). Effects of the addition of waxy and normal hull-less barley flours on the farinograph and pasting properties of composite flours and on the nutritional value, textural qualities, and in vitro digestibility of resultant breads. *Journal of Food Science*, 85(10), 3141-3149. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15401>
- Loy, D. D., & Lundy, E. L. (2019). Corn Gluten Meal Nutritional Properties and Feeding Value of Corn and Its Coproducts. In *Corn (Third Edition)*, Chem. Technol, 633-659.
- Mahesh, M. S., & Thakur, S. S. (2018). Rice gluten meal, an agro-industrial by-product, supports performance attributes in lactating Murrah buffaloes (*Bubalus bubalis*). *Journal of Cleaner Production*. 177: 655-664.
- Malik, T. A., Thakur, S. S., Mahesh, M. S., Mohini, M., Varun, T. K., Mir, S. H., (2018). Pertinence of Maize Wet Milling By-products in Ruminant Feeding-A Review. *Int. J. Livest. Res.* 8(9), 1-11.
- McNab, J., & Smithard, R. (1992). Barley β -glucan: an antinutritional factor in poultry feeding. *Nutrition Research Reviews*, 5(1), 45-60. <https://doi.org/10.1079/nrr19920006>
- Mickowska, B., Litwinek, D., & Gambuś, H. (2016). Oat raw materials and bakery products – amino acid composition and celiac immunoreactivity. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 15(1), 89-97. <https://doi.org/10.17306/j.afs.2016.1.9>
- Moskalets, T., Moskalets, V., Barat, Y., Podopriatov, H., & Pelekhatyi, V. (2022). Bioecological features, biochemical and physicochemical parameters of grain of new genotypes.

- Mutinda, V. (2023). Cereal by-products as alternative energy sources in poultry diets: a review. *International Journal of Veterinary Sciences and Animal Husbandry*, 8(6), 01-06.
- Negeyie, S. (2024). Evaluation of barley varieties and processing methods on nutritional composition and antioxidant capacity in barley-based foods.. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4561821/v1>
- Nikkhah, A. (2012). Barley grain for ruminants: a global treasure or tragedy. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 3(1). <https://doi.org/10.1186/2049-1891-3-22>
- NRC. 2001. National Research Council. Nutrient requirement of Dairy Cattle. 7th rev. ed., National Academy Press, Washington, DC, USA
- Park, H., Flores, R. A., & Johnson, L. A. (1997). Preparation of fish feed ingredients: reduction of carotenoids in corn gluten meal. *J Agric Food Chem* 45: 2088-2092.
- Patel, N. (2023). Clinical data do not reliably predict duodenal histology at follow-up in celiac disease. *The American Journal of Surgical Pathology*, 48(2), 212-220. <https://doi.org/10.1097/pas.0000000000002150>
- Perera, W., Abdollahi, M., Zaefarian, F., Wester, T., & Ravindran, V. (2022). Barley, an undervalued cereal for poultry diets: limitations and opportunities. *Animals*, 12(19), 2525. <https://doi.org/10.3390/ani12192525>
- Peter, C. M., Han, Y., Boling-Frankenbach, S. D., Parsons, C. M., & Baker, D. H. (2000). Limiting order of amino acids and the effects of phytase on protein quality in corn gluten meal fed to young chicks. *J Anim Sci* 78: 2150-2156.
- Pyler, E. J. (1988). *Baking Science and Technology*, Sosland Publishing Company, U.S.A
- Rakowska, M., (1994). Antinutritive compounds in rye grain. *Hodowla Roslin, Aklimatyzacja i Nasiennictwo*, 38 (5): 21-42.
- Rallabhandi, P., Sharma, G., Pereira, M., & Williams, K. (2015). Immunological characterization of the gluten fractions and their hydrolysates from wheat, rye and barley. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(6), 1825-1832. <https://doi.org/10.1021/jf505716p>
- Ranum, P., Peña-Rosas, J., & García-Casal, M. (2014). Global maize production, utilization, and consumption. *Annals of the New York*

- Academy of Sciences, 1312(1), 105-112.
<https://doi.org/10.1111/nyas.12396>
- Rasane, P., Jha, A., Sabikhi, L., Kumar, A., & Unnikrishnan, V. (2013). Nutritional advantages of oats and opportunities for its processing as value added foods - a review. *Journal of Food Science and Technology*, 52(2), 662-675. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1072-1>
- Rausch, K. D., & Belyea, R. L. (2006). The future of coproducts from corn processing. *Appl Biochem Biotechnol*, 128:47–86.
- Ren, X., Liang, Q., Zhang, X., Hou, T., Li, S., & Ma, H. (2018). Stability and antioxidant activities of corn protein hydrolysates under simulated gastrointestinal digestion. *Cereal Chemistry*, 95(6), 760–769. <https://doi.org/10.1002/cche.10092>
- Rosentrater, K. A., & Evers, A. D. (2017). *Kent's technology of cereals: An introduction for students of food science and agriculture*. Woodhead Publishing.
- Rysová, J., Maskova, E., & Smidova, Z. (2019). The gluten content in oat products available on the czech market. *Czech Journal of Food Sciences*, 37(5), 345-350. <https://doi.org/10.17221/114/2018-cjfs>
- Sasse, C. E., & Baker, D. H. (1973). Availability of sulfur amino acids in corn and corn gluten meal for growing chicks. *J Anim Sci* 37: 1351–1355.
- Sauvant, D., Delaby, L., & Nozière. P. (2017). *INRA Feeding System for Ruminants*. Wageningen Academic Publishers.
- Schmitz, E., Karlsson, E., & Adlercreutz, P. (2020). Warming weather changes the chemical composition of oat hulls. *Plant Biology*, 22(6), 1086-1091. <https://doi.org/10.1111/plb.13171>
- See, J. A., & Murray, J. A. (2006). Gluten-free diet: the medical and nutrition management of celiac disease. *Nutrition in Clinical Practice*, 21(1), 1-15. <https://doi.org/10.1177/011542650602100101>
- Seyedi, A. H., & Hosseinkhani, A. (2014). Evaluation corn gluten meal nutritive value for broiler chicks. *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 2(9), 2609-2615
- Shen, Y., Hu, C., Zhang, H., & Jiang, H. (2017). Characteristics of three typical chinese highland barley varieties: phenolic compounds and antioxidant activities. *Journal of Food Biochemistry*, 42(2), e12488. <https://doi.org/10.1111/jfbc.12488>

- Shen, Y., Hu, R., & Li, Y. (2020). Antioxidant and emulsifying activities of corn gluten meal hydrolysates in oil-in-water emulsions. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 97(2), 175–185. <https://doi.org/10.1002/aocs.12286>
- Shevkani, K., Singh, N., Chen, Y., Kaur, A., & Long, Y. (2019). Pulse proteins: secondary structure, functionality and applications. *Journal of Food Science and Technology*. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03723-8>
- Šmídová, Z., & Rysová, J. (2022). Gluten-free bread and bakery products technology. *Foods*, 11(3), 480. <https://doi.org/10.3390/foods11030480>
- Šterna, V., Zute, S., & Jākobsone, I. (2015). Grain composition and functional ingredients of barley varieties created in latvia. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences Section B Natural Exact and Applied Sciences*, 69(4), 158-162. <https://doi.org/10.1515/prolas-2015-0023>
- Szymczyk, B., Hanczakowski, P., & Szczurek, W. (2005). Performance and intestinal viscosity in broilers fed diets containing dehulled or naked oats and enzymes. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 14(Suppl. 1), 491-494. <https://doi.org/10.22358/jafs/70714/2005>
- Tao, Y., Zhou, Q., Wang, Q., Xiao, W., Cai, J., Huang, M., ... & Jiang, D. (2022). Effects of nitrogen fertilizer on quality characteristics of wheat with the absence of different individual high-molecular-weight glutenin subunits (hmw-gss). *International Journal of Molecular Sciences*, 23(4), 2178. <https://doi.org/10.3390/ijms23042178>
- Teirlynck, E., Bjerrum, L., Eeckhaut, V., Huygebaert, G., Pasmans, F., Haesebrouck, F., ... & Immerseel, F. (2009). The cereal type in feed influences gut wall morphology and intestinal immune cell infiltration in broiler chickens. *British Journal of Nutrition*, 102(10), 1453-1461. <https://doi.org/10.1017/s0007114509990407>
- Téllez, G., Latorre, J., Kuttappan, V., Kogut, M., Wolfenden, A., Hernández-Velasco, X., ... & Faulkner, O. (2014). Utilization of rye as energy source affects bacterial translocation, intestinal viscosity, microbiota composition, and bone mineralization in broiler chickens. *Frontiers in Genetics*, 5. <https://doi.org/10.3389/fgene.2014.00339>
- Tosh, S., & Chu, Y. (2015). Systematic review of the effect of processing of whole-grain oat cereals on glycaemic response. *British Journal of*

- Nutrition, 114(8), 1256-1262.
<https://doi.org/10.1017/s0007114515002895>
- Tosi, P. (2012). Trafficking and deposition of prolamins in wheat. *Journal of Cereal Science*, 56(1), 81-90.
- Owings, W. J., Sell, J. L., Ferket, P., & Hasiak, R. J. (1988). Growth performance and carcass composition of turkey hens fed corn gluten feed. *Poultry Science*, 67(4), 585-589.
- Van Dijk, M., Morley, T., Rau, M. L., & Saghai, Y. (2021). A meta-analysis of projected global food demand and population at risk of hunger for the period 2010–2050. *Nature Food*, 2(7), 494-501.
- Vieille, S., Pulido, O., Abbott, M., Koerner, T., & Godefroy, S. (2016). Celiac disease and gluten-free oats: a canadian position based on a literature review. *Canadian Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 2016, 1-10. <https://doi.org/10.1155/2016/1870305>
- Vilmane, L., Zute, S., Straumite, E., & Galoburda, R. (2015). Protein, amino acid and gluten content in oat (*avena sativa* L.) grown in latvia. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences Section B Natural Exact and Applied Sciences*, 69(4), 170-177. <https://doi.org/10.1515/prolas-2015-0025>
- Wang, H., Shi, M., Xu, X., Kang, X., Liu, L., & Piao, X. (2017). Comparative energy content and amino acid digestibility of barley obtained from diverse sources fed to growing pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 30(7), 999-1005. <https://doi.org/10.5713/ajas.16.0775>
- Webster, F. (2016). *Oats: chemistry and technology*. Academic Press.
- Welch, R. W. (2011). Nutrient Composition and Nutritional Quality of Oats and Comparisons with Other Cereals. In *Oats Chemistry and Technology*, 2nd edition (pp. 95-107). AACC International. ISBN 978-1-891127-64-9.
- Wiedner, K., Schimpf, C., Polifka, S., & Glaser, B. (2019). Effect of biochar fertilizers on amino acid variability of *secale cereale* and *lupinus angustifolius*. *Biochar*, 1(2), 187-201. <https://doi.org/10.1007/s42773-019-00012-7>
- Wieser, H., Koehler, P., & Scherf, K. A. (2022). Chemistry of wheat gluten proteins: qualitative composition. *Cereal Chemistry*, 100(1), 23-35. <https://doi.org/10.1002/cche.10572>

- Wieser, H., Koehler, P., & Scherf, K. A. (2023). Chemistry of wheat gluten proteins: Qualitative composition. *Cereal Chemistry*, 100(1), 23-35.
- Winkler, L., Murphy, K., & Hermes, J. (2017). Three hullless oat varieties show economic potential as organic layer feed grain. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 33(5), 418-431. <https://doi.org/10.1017/s1742170517000217>
- Wu, Y., Wang, W., Kim, I. H., & Yang, Y. (2022). Dietary hydrolyzed wheat gluten supplementation ameliorated intestinal barrier dysfunctions of broilers challenged with *Escherichia coli* O78. *Poultry Science*, 101(2), 101615.
- Yang, Y., Guanjun, T. A. O., Ping, L. I. U., & Liu, J. I. A. (2007). Peptide with angiotensin I-converting enzyme inhibitory activity from hydrolyzed corn gluten meal. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(19), 7891–7895. <https://doi.org/10.1021/jf0705670>
- Zhou, M., Robards, K., Glennie-Holmes, M., & Helliwell, S. (1999). Oat lipids. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 76, 159-169.
- Zhu, B., He, H., & Hou, T. (2019). A comprehensive review of corn protein-derived bioactive peptides: Production, characterization, bioactivities, and transport pathways. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, 18, 329–345.
- Zuo, Y., Zuo, S., Ren, X., Liu, Z., Dong, L., & Li, J. (2021). Changes of stem characteristics, senescence indexes and yield and quality of wintering rye under different populations. *Sustainability*, 13(12), 6876. <https://doi.org/10.3390/su13126876>

BÖLÜM 6

TARIMSAL VERİMLİLİKTE DİJİTAL DÖNÜŞÜM: HASSAS TARIM TEKNOLOJİLERİ VE UYGULAMALARI

Doç. Dr. Aytekin EKİNCİALP^{1*}

¹ *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Başkale Meslek Yüksekokulu, Organik Tarım Programı, Van, Türkiye. aytekinekincialp@yyu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0003-1500-3215

GİRİŞ

Hassas tarım, kontrol, elektronik, bilgisayar ve veri tabanı gibi teknolojileri birleştirerek ileri düzey bir tarım yöntemi sunmaktadır. Bu sistem, küresel konum belirleme (GPS), coğrafi bilgi sistemi (GIS), değişken oranlı uygulama ve uzaktan algılama teknolojilerinden yararlanarak tarlanın geneline sabit uygulamalar yapmak yerine, küçük alanlara özel toprak ve bitki özelliklerini dikkate alarak değişken düzeyli uygulamalar yapmayı amaçlamaktadır. Bu yaklaşım, her bölgenin ihtiyacına göre gübreleme, ilaçlama, sulama, toprak işleme ve ekim gibi işlemleri ayarlamayı sağlar. Sonuç olarak, hem daha verimli bir üretim elde edilir hem de çevresel etkiler en aza indirilir. Sonuçta ekonomik açıdan daha avantajlı ve çevreye duyarlı bir tarımsal üretim yöntemi sunmaktadır (Özgüven ve Türker, 2010).

Bahçe bitkileri alanında meyve, sebze, asma ve süs bitkilerinin ıslahı, yetiştirilmesi ve korunmasına yönelik çalışmalar yürütülmektedir. 2022 yılı TÜİK verilerine göre, Türkiye'de bahçe bitkileri üretimi toplamda yaklaşık 57.9 milyon ton olarak kaydedilmiştir. Bu üretimin önemli bir kısmını sebzeler oluşturmakta olup, yaklaşık 31.6 milyon ton sebze üretilmiştir. Bu durum, sebze üretiminin bahçe bitkileri içinde en geniş alanı kapladığını göstermektedir. Yaklaşık 26.8 milyon ton meyve üretimiyle de meyve yetiştiriciliği, üretim hacminin ikinci büyük bölümünü teşkil etmektedir. Ayrıca, süs bitkileri üretimi 2 milyar adet civarında gerçekleşmiş olup, bu da süs bitkileri sektörünün önemli bir üretim kapasitesine sahip olduğunu ortaya koymaktadır (Özgüven, 2023).

Bu rakamlar, Türkiye'deki bahçe bitkilerinin tarımsal üretim içinde büyük bir öneme sahip olduğunu ve hem meyve-sebze hem de süs bitkileri üretiminde ciddi bir potansiyele işaret etmektedir.

Gelecek on yıllarda tarımın gelişimi, gıda güvenliğini sağlama, ürün kalitesini artırma ve sürdürülebilir tarım yöntemlerinin benimsenmesi gibi iddialı hedefleri takip etmelidir. (Erisman, 2021). Bu bağlamda, akıllı tarım, bu hedeflere ulaşmada son derece etkili bir araç olarak öne çıkmaktadır tarım sektörünün gelişiminde yeni stratejik çözümler sunmakta ve tarımsal üretimin ölçeğini, verimliliğini ve etkinliğini artırma potansiyeline sahiptir (Sott ve ark., 2020). Hassas tarım, çeşitli veri kaynaklarından elde edilen bilgileri kullanarak ürün verimlerini artırmayı ve ürün yönetimi stratejilerinin maliyet etkin bir şekilde uygulanmasını sağlamayı amaçlamaktadır. Bu yaklaşım, gübre ve bitki

koruma ürünleri ile sulama gibi bir dizi kaynak kullanım alanını kapsamaktadır (Afzal ve Bell, 2023; Assimakopoulos ve ark., 2024).

Bahçe bitkileri yetiştiriciliğinde hassas tarım teknolojileri, farklı özellikler gösteren alanlarda uygulanan değişken düzeylerde toprak işleme, gübreleme ve ilaçlama işlemlerinin yanı sıra sulama ve drenaj sistemlerinin kurulmasına olanak tanımaktadır. Bu sistemler, hasat olgunluğunun belirlenmesi ve otonom hasat makineleri ile meyve hasadının gerçekleştirilmesi gibi işlemleri de kapsamaktadır. Bu sayede, üretim süreçleri daha etkin ve verimli bir hale gelmekte, kaynak kullanımını optimize edilmektedir. Hassas tarım uygulamaları, toprak ve bitki sağlığını daha iyi değerlendirmek için sensör ve veri analitiği kullanarak, çiftçilere daha bilinçli kararlar alma imkânı sunmaktadır. Bu yaklaşım, hem ürün kalitesini artırmakta hem de çevresel etkileri minimize etmektedir (Arslanoğlu ve ark., 2016; Loudjani, 2014; Zude-Sasse, 2016).

1. AKILLI TARIM TEKNOLOJİLERİ

1.1. GIS (Coğrafi Bilgi Sistemleri)

GIS, tarımsal verimlilik ve agronomik faktörlerle ilgili mekânsal verileri yönetmek ve analiz etmek için kullanılan bir bilgisayar uygulamasıdır. Bu sistem, mevcut dijital haritalar, haritalardan ve fotoğraflardan dijitalleştirilmiş veriler, topoğrafik anketler, toprak veya mahsul örnekleme ve GPS ile elde edilen konum bilgisine sahip sensör verileri gibi çeşitli kaynaklardan elde edilen verileri kullanır. GIS, analiz edilen verileri haritalar üzerinde görselleştirerek verim, verimlilik, zararlılar, yabancı otlar ve diğer faktörler arasındaki etkileşimleri daha iyi anlamamıza olanak tanır ve bu mekânsal ilişkilere dayalı karar alma süreçlerini destekler. Hassas Tarım (Precision Agriculture) için bir GIS, arazi mülkiyeti, mahsul örtüsü, toprak tipi, topoğrafya, N, P, K ve diğer besin seviyeleri, toprak nemi, pH gibi temel haritaları içerir. Ayrıca, rotasyonlar, toprak işleme, besin ve pestisit uygulamaları ile verimlere dair veriler de bu sistemde saklanır. GIS, verimlilik, yabancı ot ve zararlı yoğunluk haritaları oluşturmak ve çeşitli alanlarda çiftlik kimyasallarının önerilen uygulama oranlarını gösteren reçete haritaları hazırlamak için kullanılır (Srinivasan, 2006).

1.2. GPS

GPS, çiftlik uygulamalarında tarımsal doğruluk sağlamak amacıyla her bir tarla alanını belirlemeye olanak tanıyan, 24 uydu ve yer istasyonlarından oluşan küresel bir radyo navigasyon sistemidir. Bu sistem, tarla sınırları ve topoğrafya haritaları oluşturmak için de kullanılabilir. Her tarla için her sezon ekilen mahsulü gösteren bir dizi harita, bir bölgedeki mahsul rotasyonlarını yıllar içinde takip etmeyi kolaylaştırır.

1.3. Uzaktan Algılama Sensörleri-İnsansız Hava Araçları

Güneş ışınımı, elektromanyetik dalgalar şeklinde yayılarak nesnelere etkileşime girdiğinde, cisimlerin yapısal, kimyasal ve renk özelliklerine bağlı olarak farklı oranlarda yansır, emilir veya iletilir. Bu etkileşimler sayesinde her nesnenin kendine özgü bir spektral imzası oluşur ve bu imzalar, uzaktan algılama yöntemleriyle nesnelere tanımlanmasında kullanılır. Uzaktan algılama sensörleri, nesnelere yayılan elektromanyetik dalgaları ölçerek, bu ölçümler üzerinden nesnelere çeşitli özelliklerini ortaya koyar. Özellikle yaprakların renkleri, dokuları ve şekilleri, bu nesnelere ne kadar enerjiyi yansıtacağı, emeceği veya ileteceği konusunda belirleyici faktörlerdir. Son zamanlarda, insansız hava araçlarına (İHA) entegre edilebilen hafif ve küçük boyutlu sensörler, uzaktan algılama teknolojileri arasında dikkat çeken bir popülerite kazanmıştır ve maliyet açısından da oldukça uygun bir seçenek sunmaktadır (Adão ve ark., 2017; Özgüven, 2023).

1.4. Nesnelere İnterneti (IoT)

Nesnelere İnterneti (IoT), benzersiz bir şekilde tanımlanabilen sensörler, bilgi işlem cihazları, algoritmalar ve fiziksel nesnelere entegre eden, birbirleriyle bağlantılı ve internete bağlı bir dağıtılmış bilgi ve iletişim teknolojisidir. Bu sistem, her bir cihazın kendine özgü bir kimliğe sahip olmasının yanı sıra uzaktan algılama ve izleme yetenekleri de sunar (Pylianidis, 2021). IoT referans mimarisinde altı katman bulunmaktadır: ağ katmanı (iletişim), algılama katmanı (donanım cihazları), ara yazılım katmanı (cihaz yönetimi ve birlikte çalışabilirlik), hizmet katmanı (bulut bilişim), uygulama katmanı (veri entegrasyonu ve analiz) ve son kullanıcı katmanı (kullanıcı arayüzü). Tarım alanındaki IoT cihazları, fiziksel katmanda, sıcaklık, nem, pH

değeri, su seviyesi, yaprak rengi ve taze yaprak ağırlığı gibi çevresel ve mahsul özelliklerine dair veriler toplar. (Singh, 2022).

2. HASSAS TARIMIN UYGULAMA AŞAMALARI

Hassas tarım teknolojileri, tarımsal üretimi optimize etmek, verimliliği artırmak ve çevresel etkileri azaltmak amacıyla çeşitli aşamalardan oluşan bir süreçtir. Uygulama aşamaları genel olarak şu şekilde sıralanabilir:



2.1. Veri Toplama ve İşleme

2.1.1. Toprak analizi

GNSS alıcıları kullanılarak arazinin belirli konumlarından düzenli aralıklarla (5-10 dekar) alınan toprak örnekleri, kimyasal analizle incelenir ve bu sayede toprak yapısı, organik madde, pH, makro ve mikro element haritaları oluşturulur. Bu haritalar, tarlanın hangi bölgesine ne kadar gübre uygulanması gerektiğini gösterir. Bu yöntemle, yalnızca ihtiyaç duyulan alanlara gerekli miktarda gübre uygulanarak aşırı gübrelemenin önüne geçilir (Keskin ve ark., 2018). Toprağın organik madde miktarındaki farklılıkları ve elektriksel iletkenliği (EC) aynı anda tespit eden ve bu verileri konumsal olarak kaydeden makineler artık kullanılmaktadır. Ayrıca, tarla veya bahçedeki toprak pH düzeyini ölçen ve bu verileri haritalayan sistemler de mevcuttur. Bu teknolojiler, toprağın özelliklerini hassas bir şekilde analiz ederek, tarımsal

uygulamaların daha verimli ve hedefe yönelik yapılmasına katkı sağlamaktadır (Woods, 2013; Arslanoğlu ve ark., 2016).

2.1.2. Bitki sağlığı

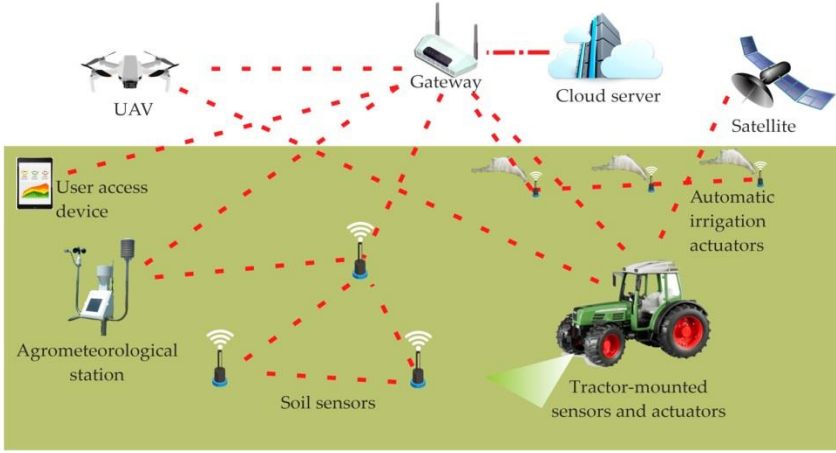
Hassas tarımda bitkilerin sağlık durumlarını izlemek için yaprak analizleri, taç yüzeyi, hacmi ve meyve kalitesi gibi faktörler bu süreçte değerlendirilir. Ağaçların taç yüzeyi, İHA ve uzaktan algılama teknolojileriyle elde edilen görüntülerle belirlenebilirken, Lidar ve ultrasonik sistemler yardımıyla ağaçların hacmi ölçülebilir. Uydu görüntüleri kullanılarak hesaplanan NDVI (Normalized Difference Vegetation Index] ile bitki gelişimi ve sağlığı izlenir. Ayrıca, klorofil düzeyini ölçen cihazlar sayesinde bitkilerin durumu takip edilerek bu veriler, özellikle değişken oranlı makinelerde kullanılır (Arslanoğlu ve ark., 2016).

2.1.3. Su durumu

Kablosuz sensör ağları, tarım alanlarında su tüketimini izleyen su kontrol sistemleri oluşturmak için geliştirilmiştir. Bu sistemler, çeşitli tarımsal ortamlarda başarıyla uygulanmış ve test edilmiştir. Uygulama sonuçları, bitki büyümesi için en uygun çevre koşullarına dair önemli bilgiler sağlamıştır. Örneğin, limon yetiştiriciliği için ideal nem oranı %70-80 aralığındadır, sebzeler ve limonlar için ise en uygun sıcaklık aralığı 29-32°C'dir. Kablosuz sensör ağları ve su kontrol sistemleri sayesinde çiftçiler, sulama uygulamalarını etkin bir şekilde izleyip yönetebilir, su kaynaklarını koruyarak farklı bitkiler için ideal büyüme koşulları yaratabilirler. Bu su yönetim sistemleri, sürdürülebilir tarım uygulamalarına ve kaynakların verimli kullanımına önemli katkı sağlamaktadır (Muangprathub ve ark., 2019; Assimakopoulos ve ark., 2024).

2.1.4. Hava durumu verileri

Bazı uzaktan izleme sistemleri, hava tahminlerine dayalı olarak daha bilinçli karar vermeyi kolaylaştırmak için harici kaynaklardan gelen hava durumu verilerini birleştirebilir.



Şekil. Hassas tarımda birden fazla ürün parametresinin uzaktan izlenmesi (Assimakopoulos ve ark., 2024).

Arazinin coğrafi durumu hakkında bilgi toplamak için Coğrafi Bilgi Sistemleri (GIS) kullanılmaktadır. GIS, sağladığı sayısal verilerle, bu bilgilerin analiz edilmesini, farklı platformlarda değerlendirilmesini ve saklanmasını mümkün kılar. Verilerin girişi, depolanması ve analizi için özel yazılımlar geliştirilmiştir. Bir GIS veri tabanı, konum bilgisi, tarla sınırları, verim durumu, bitki besin maddeleri düzeyleri ve toprak pH'sı gibi tarla ve bitkilerle ilgili çeşitli özellikleri içerebilir. Hassas tarımda en kritik veri toplama süreçlerinden biri verim haritası oluşturmaktır. Verim görüntüleme sistemlerinden elde edilen konum bilgileri ve verim değerleri, uygun GIS yazılımları aracılığıyla verim haritalarına dönüştürülür. Bu haritalar üzerinde GIS kullanılarak farklı harita işleme ve analiz işlemleri yapılabilir (Vatandaş ve ark., 2005).

2.2. Planlama, karar verme ve uygulama

Hassas tarımda, elde edilen verilerin titizlikle analiz edilmesiyle planlama yapılır. Toprak özellikleri, iklim koşulları, su kaynakları ve bitki gereksinimleri gibi faktörler dikkate alınarak hangi ürünlerin ekileceği, ne zaman ekim yapılacağı ve yetiştirme yöntemlerinin nasıl uygulanacağı belirlenir. Bu planlama, tarladan alınan verim ve bitki gelişim bilgileriyle desteklenir, böylece her alanın potansiyeli en verimli şekilde kullanılır. Veriye dayalı bu strateji, kaynakların optimal kullanımıyla birlikte hem çevresel

sürdürülebilirliği artırır hem de üretim maliyetlerini düşürür. Bu planlama süreci sayesinde, tarımsal üretim kaynakları verimli bir şekilde kullanılarak, gereksiz su ve gübre tüketimi minimize edilir. Uzun vadede, sürdürülebilir tarım uygulamalarını destekleyerek tarımsal faaliyetlerin gelecekte de verimli bir şekilde devam etmesine katkı sağlar. Verilere dayalı bu dinamik yaklaşım, tarımsal faaliyetleri daha öngörülebilir ve yönetilebilir hale getirir.

PA uygulamalarında araziden elde edilen verilerin değerlendirilmesi ve uygulama kararlarının alınması işlemleri, analiz ve karar verme aşamasında gerçekleştirilir. Bu aşamada, detaylı konumsal analizler yapmaya olanak sağlayan ve birçok farklı alanda kullanılan coğrafi bilgi sistemleri (CBS) devreye girer. ArcView, IDRISI ve Surfer gibi genel amaçlı CBS yazılımları, PA uygulamaları için geniş kapsamlı fonksiyonlar sunar (Güler ve Kara, 2005). Hassas tarımın maksimum verim sağlayabilmesi için bu teknolojilerin kullanılması şarttır.

Görüntü işleme tekniklerinin tarım sektöründe kullanılmasıyla birlikte, hastalık ve zararlı tespiti, yabancı ot kontrolü, bitki stres analizi, verim öngörüsü, ürün gelişimi izleme, sulama tekniklerinin modellenmesi, toprak özelliklerinin analiz edilmesi, hayvan büyümesinin takibi, topallık tespiti hayvanların ağırlı bölgelerinin saptanması ve vücut sıcaklıklarının ölçülmesi gibi çeşitli alanlarda önemli çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte edinilen deneyimler, makine öğrenimi, derin öğrenme, yapay zeka, simülasyon ve modelleme araçları ile entegre edilerek gerçek zamanlı ve otomatik olarak çalışan uzman sistemlerin yanı sıra otonom traktörler, tarım makineleri ve tarımsal robotik uygulamaların geliştirilmesine olanak tanımıştır (Altaş ve ark., 2019; Özgüven ve ark., 2020).

Tarımsal girdilerin (tohum, su, pestisit) verimli bir şekilde uygulanabilmesi için, bu girdileri kullanan ekipmanlara uygun elektronik kontrol sistemleri entegre edilebilir. Girdiler, iki farklı yöntemle, ya bir harita tabanlı sistem ya da makinedeki sensörlerden alınan verilere dayalı olarak değişken oranlarda uygulanabilir (Keskin ve Say, 2007; Keskin ve ark., 2018). Değişken düzeyli tarım uygulamalarında, toprak işleme, gübreleme, ilaçlama ve sulama işlemleri, belirli veriler doğrultusunda optimize edilir. Toprak sıkışması penetrometrelerle ölçülürken, nem ve toprak yapısı gibi faktörler dikkate alınarak işleme derinliği ve hızı ayarlanır (Vatandaş ve ark., 2005). Gübreleme ve ilaçlama makineleri, CBS tabanlı haritalar veya sensörlerden alınan verilere göre çalışarak her bölgeye farklı oranlarda uygulama yapar. Bu

makinelere, bitkilerin klorofil seviyesine, sap direncine ya da ağaç hacmine göre değişken miktarlarda gübre veya ilaç sağlar. Aynı şekilde, değişken düzeyli sulama sistemleri de CBS haritaları veya bitki ve toprak özelliklerini algılayan sensörler yardımıyla, farklı alanlara uyarlanmış sulama yapar (Arslanoğlu ve ark., 2016).

SONUÇ

Hassas tarım teknolojileri, tarımsal üretim süreçlerini optimize etmek, kaynakların verimli kullanımıyla çevresel sürdürülebilirliği sağlamak ve verimliliği artırmak için geniş bir yelpazede gelişmiş araç ve yöntemler sunmaktadır. GIS, GPS, uzaktan algılama sensörleri ve IoT gibi teknolojiler, tarla sınırları, toprak özellikleri, bitki sağlığı ve su durumu gibi tarımsal parametreleri takip etmeyi kolaylaştırarak doğru kararlar alınmasına destek olur. Özellikle veri toplama ve analiz aşamalarında elde edilen detaylı bilgiler, ürünlerin ihtiyaçlarına uygun uygulamaların yapılmasına olanak tanır. Bu sayede, gübreleme, sulama, ilaçlama ve diğer tarımsal girdilerin sadece gerekli alanlarda ve miktarlarda kullanılması sağlanır. Uzun vadede, bu teknolojilerin entegrasyonu sayesinde tarımsal maliyetler düşerken, tarımın çevresel etkileri minimize edilir. Hassas tarımın sunduğu veri odaklı yaklaşım, tarımsal faaliyetleri daha öngörülebilir ve sürdürülebilir hale getirerek, gelecekte de verimli bir tarımsal üretim yapılmasına katkı sağlar.

KAYNAKLAR

- Adão, T., Hruška, J., Pádua, L., Bessa, J., Peres, E., Morais, R., & Sousa, J. J. (2017). Hyperspectral imaging: A review on UAV-based sensors, data processing and applications for agriculture and forestry. *Remote sensing*, 9(11): 1110.
- Afzal, A., & Bell, M. (2023). Precision agriculture: Making agriculture sustainable. In *Precision Agriculture* (pp. 187-210). Academic Press.
- Altaş, Z., Özgüven, M. M., & Yanar, Y. (2019). Bitki Hastalık Ve Zararlı Düzeylerinin Belirlenmesinde Görüntü İşleme Tekniklerinin Kullanımı: Şeker Pancarı Yaprak Leke Hastalığı Örneği. *International Erciyes Agriculture, Animal & Food Sciences Conference 24-27 April - Erciyes University - Kayseri/Türkiye*
- Arslanoğlu, M. C., Yalçın M., Şen A. (2016). Bahçe Bitkileri Yetiştiriciliğinde Hassas Tarım Uygulamaları. *Meyve Bilimi*, 1, 7-11.
- Assimakopoulos, F., Vassilakis, C., Margaritis, D., Kotis, K., & Spiliotopoulos, D. (2024). The Implementation of “Smart” Technologies in the Agricultural Sector: A Review. *Information*, 15(8): 466.
- Erisman, J. W. (2021). Setting ambitious goals for agriculture to meet environmental targets. *One Earth*, 4(1): 15-18.
- Güler, M., & Kara, T. (2005). Hassas Uygulamalı Tarım Teknolojisine Genel Bir bakış. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 20(3): 110-117.
- Keskin M, & Say, S. M. (2007). Tarımda Kimyasal Girdilerin Çevreci Yaklaşımla Değişken Düzeyli Uygulanması (Poster), VII. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, Malatya, Türkiye, 10-13 Eylül 2007.
- Keskin, M., Şekerli, Y. E., Say, S. M., & Arslan, A. (2018). Hassas Tarım Teknolojileri İle Sağlanabilecek Faydalar. *Tarım Türk Dergisi*, 30: 14-17.
- Loudjani, P. (2014). Precision Agriculture: An Opportunity for EU-Farmers–Potential Support with the CAP 2014-2020.
- Muangprathub, J., Boonnam, N., Kajornkasirat, S., Lekbangpong, N., Wanichsombat, A., & Nillaor, P. (2019). IoT and agriculture data analysis for smart farm. *Computers and electronics in agriculture*, 156: 467-474.
- Özgüven, M. M. (2023). Bahçe Bitkileri Yetiştiriciliğinde Kullanılan Dijital Tarım Teknolojileri. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 19(3): 174-193.
- Özgüven, M. M., & Türker, U. (2010). Application of precision farming in Turkey, comparative analysis of wheat, cotton and corn production. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 6(2): 127-135.
- Özgüven, M. M., Türker, U., Akdemir, B., Çolak A., Acar, A. İ., Öztürk, R., Eminoglu, M. B. (2020). Tarımda Dijital Çağ. *Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1*, 55.

- Pylianidis, C., Osinga, S., & Athanasiadis, I. N. (2021). Introducing digital twins to agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 184: 105942.
- Singh, G., Kalra, N., Yadav, N., Sharma, A., & Saini, M. (2022). Smart agriculture: a review. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 14(6): 423-454.
- Sott, M. K., Furstenau, L. B., Kipper, L. M., Giraldo, F. D., Lopez-Robles, J. R., Cobo, M. J., & Imran, M. A. (2020). Precision techniques and agriculture 4.0 technologies to promote sustainability in the coffee sector: state of the art, challenges and future trends. *IEEE Access*, 8, 149854-149867.
- Srinivasan, A. (Ed.). (2006). *Handbook of precision agriculture: principles and applications*. CRC press.
- Vatandaş, M., Güner, M., & Türker, U. (2005). *Hassas Tarım Teknolojileri*.
- Woods, S. (2013). Soil EC mapping technologies (EM38 and Veris) for identifying soil management zones.
- Zude-Sasse, M., Fountas, S., Gemtos, T. A., & Abu-Khalaf, N. (2016). Applications of precision agriculture in horticultural crops. *Eur. J. Hortic. Sci.* 81(2): 78–90

BÖLÜM 7

TOPRAK PLASTİK KİRLİLİĞİ ÜZERİNE YAPILMIŞ ÇALIŞMALARIN VOSVIEWER İLE BİBLİYOMETRİK ANALİZİ VE GÖRSELLEŞTİRİLMESİ

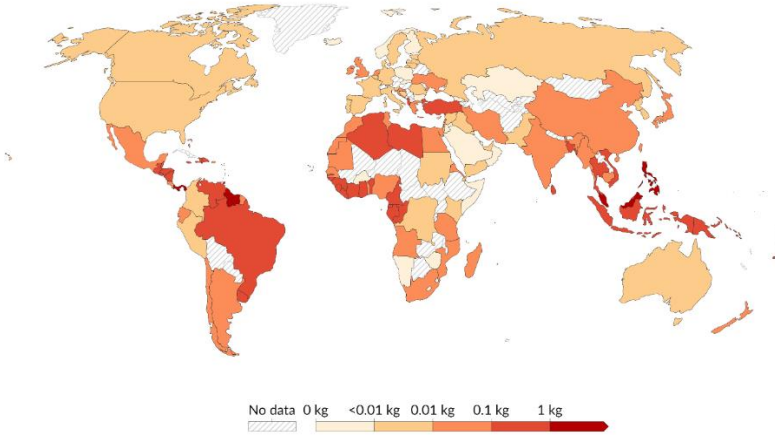
Dr. Öğr. Mehmet Ali EMİNOĞLU¹

¹ Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Aydın, Türkiye. eminoglumali@gmail.com, Orcid ID: 0000-0002-8752-5736

GİRİŞ

Toprak, tüm canlı yaşamın temeli olan en değerli doğal kaynaklarımızdan biridir. Gıda üretimi, su filtrasyonu ve biyolojik çeşitlilik gibi birçok hayati ekosistem hizmetini sağlar. Ancak, insan faaliyetleri sonucu topraklar çeşitli kirleticilere maruz kalmakta ve bu durum toprak sağlığını ciddi şekilde tehdit etmektedir. Bu kirleticiler arasında en büyük endişe uyandıranlardan biri de plastiklerdir. Özellikle son yıllarda, mikroplastiklerin toprakta birikmesi ve ekosistemler üzerindeki etkileri üzerine yapılan çalışmalar hızla artmıştır.

Plastik üretimi, 1950 yılında sadece 2 milyon ton iken, son 70 yılda hızla artmış ve günümüzde 450 milyon tonun üzerinde bir üretim yapılmaktadır (Ritchie vd., 2023). Üretilen plastik ürünlerinin %32'si kadar büyük bir çoğunluğunun karasal ve sucul ortamlara karıştığı tahmin edilmektedir (Jambeck vd., 2015). Mikroplastikler, 100 nm- 5 mm aralığındaki plastik parçacıkları olarak tanımlanır ve denizlerde yaygın olarak bulunmaktadır (Şekil 1). Ancak, son yıllarda yapılan çalışmalar, mikroplastiklerin toprakta da yaygın olarak bulunduğunu göstermektedir. Ayrıca, karasal ekosistemlerde bulunan plastik kirliliği, sucul ekosistemlere kıyasla 4-23 kat daha fazla olabilir (Horton, Walton, vd., 2017).



Şekil 1. Yıllık kişi başı denize ulaşan plastik atık miktarı, 2019 (Meijer vd., 2021)

Plastikler, dayanıklı yapıları sayesinde toprakta uzun süre kalabilirler. Tarım alanlarına atılan plastik atıklar, sulama suyu ile tarlalara yayılırken,

rüzgâr ve erozyon da plastik parçacıklarının taşınmasına neden olabilir. Ayrıca, atık su arıtma tesislerinden çıkan çamurların tarım alanlarında gübre olarak kullanılması da topraklara plastik girişini artırmaktadır (Li ve ark., 2022b). Topraktaki plastiklerin miktarı ve dağılımı, bölgenin sanayileşme düzeyi, tarım uygulamaları, atık yönetimi uygulamaları ve iklim koşulları gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir.

Topraktaki plastiklerin varlığı, toprak sağlığı üzerinde birçok olumsuz etkiye yol açabilir. Plastik parçacıklar, toprak gözeneklerini tıkayarak suyun ve havanın toprağa geçişini engelleyebilir (Guo ve ark., 2022). Bu durum, bitki köklerinin büyümesini sınırlayarak toprağın su tutma kapasitesini azaltır (Wan ark., 2019; Iqbal ark., 2020). Ayrıca, toprak sıcaklığını etkileyerek bitki fizyolojisini olumsuz yönde etkileyebilir.

Mikroplastikler, toprakta yaşayan mikroorganizmalar, solucanlar ve diğer omurgasızlar tarafından yutulabilir. Bu durum, bu canlıların beslenme, üreme ve sindirim sistemlerini olumsuz etkileyerek toprak ekosistemini bozabilir (Rillig ark., 2017). Topraktaki mikrobiyal çeşitlilik azalırken, patojen mikroorganizmaların çoğalması riski artabilir. Bu da bitki hastalıklarının artmasına ve dolayısıyla tarım verimliliğinin düşmesine neden olabilir. Plastikler, yüzeylerinde toksik kimyasalları adsorbe edebilir (Engler, 2012; Velzeboer ark., 2014). Bu kimyasallar, toprakta biyolojik olarak birikerek besin zinciri boyunca taşınabilir ve insan sağlığına zarar verebilir (Hauser ve Calafat, 2005). Özellikle tarım ürünlerindeki mikroplastikler ve bağlı kimyasallar, gıda güvenliği açısından önemli bir risk oluşturmaktadır.

Gelecekte, topraklarımızdaki plastik miktarının artmaya devam etmesi durumunda, tarım verimliliğinde düşüşler, su kaynaklarının kirlenmesi, biyolojik çeşitliliğin azalması ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkiler gibi ciddi sorunlarla karşı karşıya kalabiliriz. Bu nedenle, toprak kirliliğiyle mücadele etmek için bireysel, toplumsal ve uluslararası düzeyde çaba gösterilmesi gerekmektedir.

Sonuç olarak, topraklarımız, artan plastik kirliliği nedeniyle ciddi bir tehdit altındadır. Mikroplastiklerin toprakta birikmesi, toprak yapısını bozarak, toprak canlılarını etkileyerek ve bitki büyümesini engelleyerek toprak sağlığını olumsuz etkilemektedir. Bu durum, gıda güvenliği, su kaynakları ve ekosistem hizmetleri üzerinde ciddi sonuçlar doğurabilir. Bu nedenle, topraktaki plastik kirliliğini azaltmak için acil önlemler alınması gerekmektedir. Plastik atıkların

azaltılması, geri dönüşümün artırılması ve atık su arıtma sistemlerinin iyileştirilmesi gibi önlemler, toprak sağlığını korumak için hayati öneme sahiptir (Ziajahromi ark., 2017). Ayrıca, topraktaki mikroplastiklerin uzun vadeli etkileri ve bu konuda yapılması gereken çalışmalar hakkında daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu bağlamda ele alınan konu, çevre, ekoloji, biyolojik çeşitlilik, insan ve hayvan sağlığı, sağlıklı toprak ve gıda gibi bütüncül olarak ekolojiyi içermesinden dolayı fen bilimleri açısından oldukça önemlidir. Bu konu, toprak bilimi, bitki bilimi ve çevre bilimi kapsamında gerçekleştirilen çalışmaların literatüre önemli katkılar sunacağı düşünülmektedir. Bu bilgiler ışığında yapılan çalışmada, Woswiever programı aracılığıyla bibliyometrik analiz kullanılmıştır. Bibliyometri kavramı, ilk olarak Pritchard (1969), tarafından matematiksel ve istatistiksel tekniklerin bilimsel iletişim araçları ve kitaplara uygulanması şeklinde tanımlanmıştır (Aslancı, 2022).

Bibliyometri, bir alandaki araştırma eğilimlerini analiz etmede yaygın olarak kullanılan etkili bir yöntemdir. Bibliyometrik analiz ile yayınlar; dergi adı, yazarları, alıntı sayısı, ülkeler menşei, yayın türleri, kurum adları, destek kuruluşları, araştırma alanları ve anahtar kelimeler gibi özelliklere göre gruplandırılabilir. Bibliyometrik analiz, bilim insanlarının makale ve dergi performansındaki eğilimleri, iş birliği dinamiklerini ve araştırma bileşenlerini incelemek gibi çeşitli amaçlarla kullandıkları bir yöntemdir (Donthu ve ark., 2021; Verma ve Gustafsson, 2020). Özellikle bu analiz yöntemi, geniş miktarda yapılandırılmamış veriyi sistematik bir şekilde işleyerek, yerleşik alanların bilimsel birikimini ve evrimsel gelişimini anlamlandırmaya yardımcı olur. Başarılı bir bibliyometrik analiz, alanın daha ileri taşınması için sağlam bir temel sunar. Bu bağlamda, bilim insanlarına şu konularda katkı sağlar; (1) genel bir bakış açısı kazandırmak, (2) bilgi eksikliklerini tespit etmek, (3) yeni araştırma fikirleri geliştirmek ve (4) çalışmalarını alana katkılarını stratejik olarak yönlendirmek (Donthu ve ark., 2021).

Amaç

Çalışmanın amacı, nicel veriler ve nümerik ölçüm göstergelerine dayalı olarak gerçekleştirilen bibliyometrik analizlerle, topraklardaki mikroplastik kirliliğini incelemeyi hedeflemektedir. Çalışmanın temel amacı, bu alandaki

literatürü bütüncül bir bakış açısıyla ele alarak, toprak kirliliği konusundaki bilimsel çalışmalarını araştırmacılar için daha görünür hale getirmektedir.

Veri ve Analiz

Bibliyometrik analizlerde farklı yazılımlar kullanılmakla birlikte, bu çalışmada güçlü işlevsellik özellikleri nedeniyle VOSviewer tercih edilmiştir. Bu yazılım, literatürdeki kavramsal evrimleri, ilişkileri ve yenilikleri keşfetmeye yönelik görselleştirme, haritalama ve çok boyutlu analizler yapma olanağı sunmaktadır. Veri setlerinde detaylı analizi için sağladığı avantajlar nedeniyle bu çalışmada tercih edilmiştir.

Çalışmada kullanılan ana veri kaynağı Web of Science (WOS) veri tabanıdır. Bibliyometrik analizler ve diğer araştırma türleri için bu veri tabanının seçimi, araştırmacının güvenilirliğini artırmaktadır. Web of Science, gelişmiş arama ve analiz özelliklerinin yanı sıra yayın etiği standartlarına uygun, güvenilir ve yüksek kaliteli çalışmaları içermesiyle ön plana çıkmaktadır. Aynı zamanda, farklı disiplinlere ait geniş kapsamlı veri koleksiyonları sunarak araştırmacılara önemli bir kaynak sağlamaktadır.

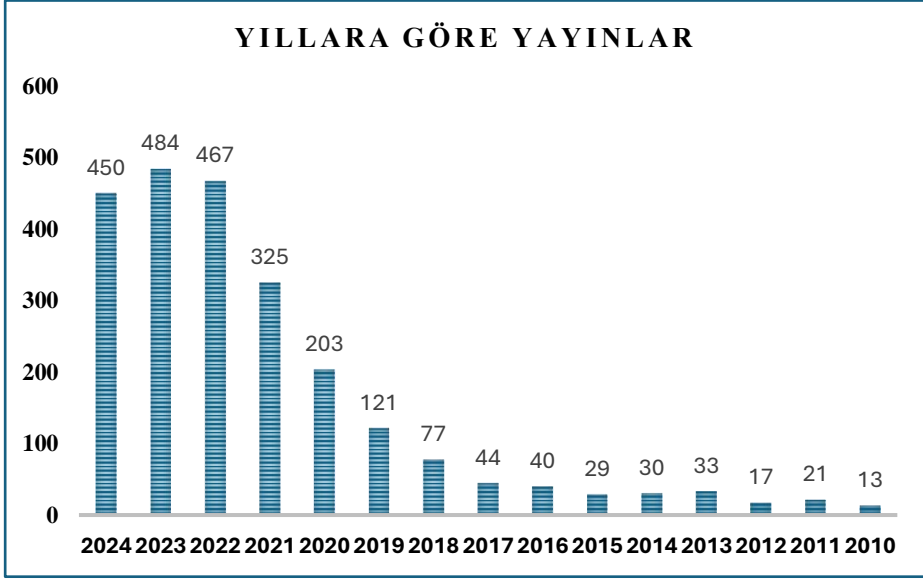
09.11.2024 tarihinde, “**soil plastic pollution VEYA agricultural plastic waste VEYA agricultural plastics VEYA soil microplastics**” anahtar sözcükleriyle WOS’da “**konu**” başlığında 2476 çalışmaya ulaşıldı (Sorgu bağlantısı: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/summary/1e591a7b-941d-4c45-b563-e40512c5f061-0122d70a45/times-cited-descending/1>).

Konuyla ilgili ilk yayın 1982 yılında ve en yeni yayın 2024 yılında yapılmıştır. Farklı alanlardan 1868 dergi makalesi, 502 derleme makale, 107 bildiri, 39 erken görünüm, 15 kitap bölümü, 9 editoryal içerik, 5 toplantı özeti, 2 mektup yazısı, 2 haber ögesi 1 kitap incelemesi, 1 veri kâğıdı olmak üzere 2476 esere ulaşıldı. Disiplinler açısından çalışmaların büyük çoğunluğu: Çevre Bilimleri (1.413), Mühendislik Çevre (397), Su Kaynakları (148), Yeşil Sürdürülebilir Bilim Teknoloji (131), Toprak Bilimi (121), Ziraat Mühendisliği (112), Polimer Bilimi (102), Çok Disiplinli Bilimler (97), Kimya Multidisipliner (85), Mühendislik Kimyasalları (76) alanlarında görülmektedir.

Bu araştırmada elde edilen veriler, **yazar**, **atf**, **anahtar sözcük**, **dergi**, **kurum** ve **ülke** bakımından incelenmiştir. Çalışmada, veri kaynağı olarak WOS veri tabanında indekslenmiş yayınlar esas alınmıştır.

Mikroplastiklerle İlgili Yayınları Yıllara Göre Dağılımı

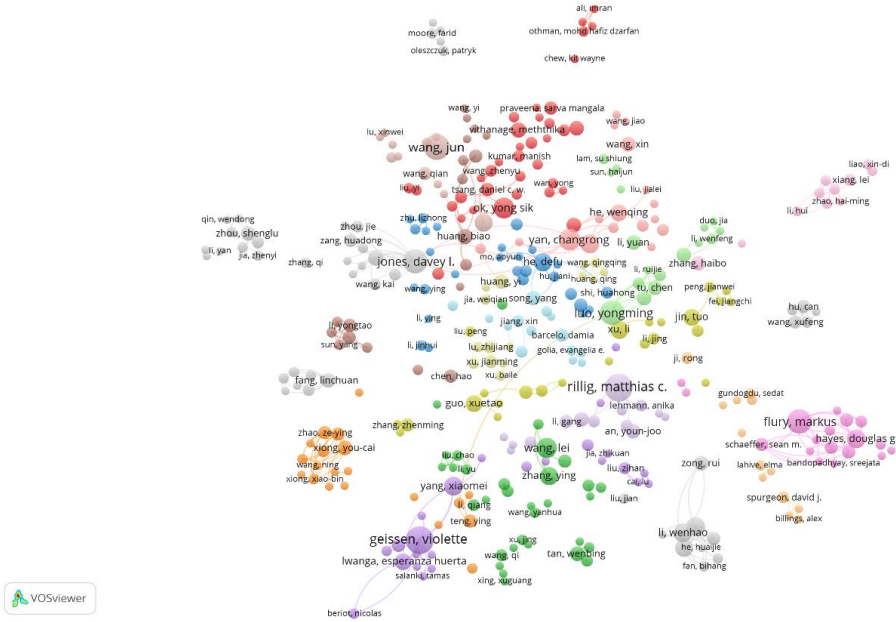
Yapılan analizler, 1982 (1 yayın) ile 2024 (459 yayın) yılları arasında yayımlanmış toplamda 2476 eserin incelendiğini göstermektedir (Grafik 1). Bu süreçte, en fazla yayına Çin Halk Cumhuriyeti'nin 1019 eserle katkıda bulunduğu, ardından Hindistan'ın 272 ve Amerika Birleşik Devletleri'nin 256 eserle sıralandığı belirlenmiştir.



Grafik 1. Yayınların yıllara göre dağılımı

Ortak Yazarlık Analizi (Co-authorship of Authors)

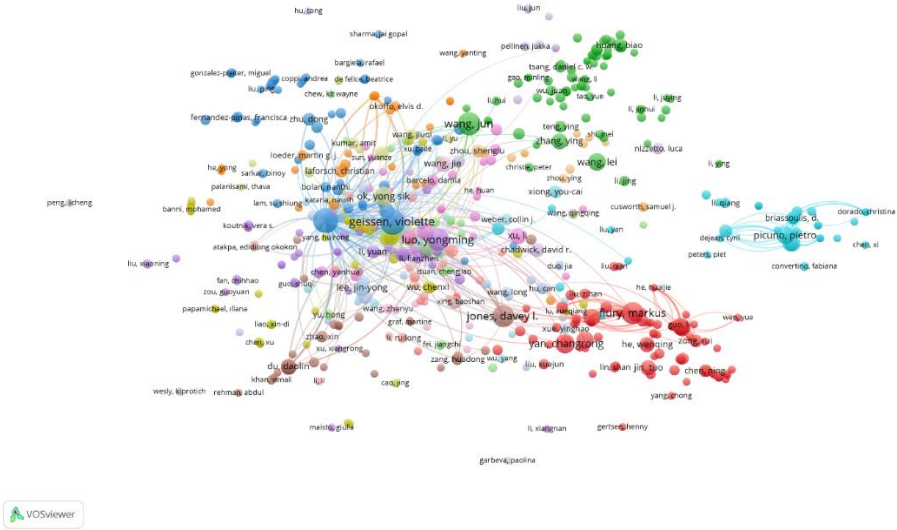
Bu analizde, iş birliği yapan ve en fazla bağlantıya sahip yazarları belirlemek amacıyla, en az 3 yayın ve 10 atıf kriterine dayalı bir ağ haritası oluşturulmuştur. Analiz sonucunda, 36 yazarın tek bir kümede toplandığı ve bu yazarlar arasında toplam 1513 bağlantı olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2). Atıf sayısı açısından en önde gelen yazarlar Violette Geissen (4845 atıf), Matthias C. Rillig (3819 atıf) ve Yongming Luo (2275 atıf) olmasına rağmen, bu yazarların bağlantısı en yüksek yazarlar arasında bulunmadığı görülmüştür. Benzer şekilde, en fazla eser üreten yazarlar olan Yongming Luo, Markus Flury ve Davey L. Jones da bağlantısı en yüksek yazarlar olmadığı sonucuna varılmıştır.



Şekil 2. Yazarların iş birliklerini gösteren küme bağıları

Yazar Atıf Analizi (Citation of authors)

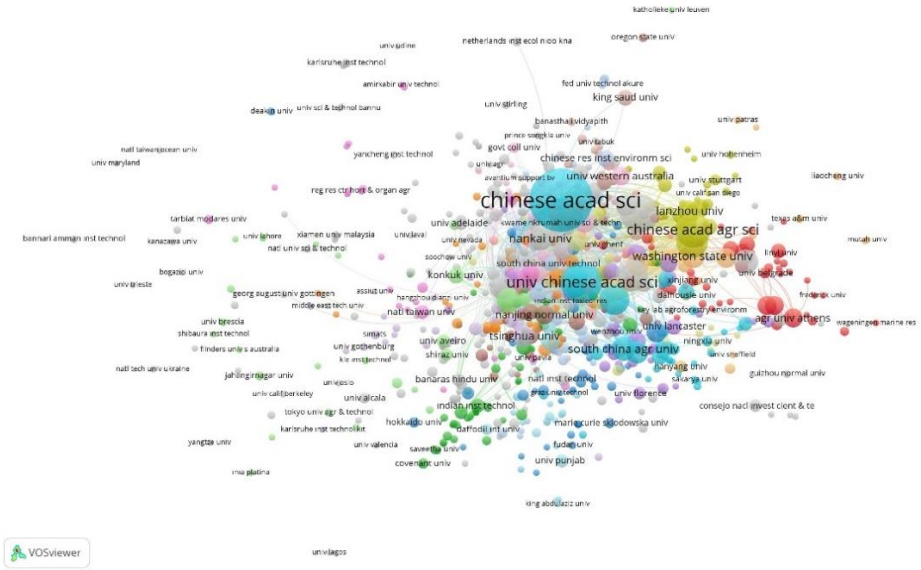
Yazarların atıf ağlarının belirlenmesi amacıyla, en az 3 yayın ve 5 atıf kriterine dayalı bir yazar atıf analizi gerçekleştirilmiş ve ağ haritası oluşturulmuştur. Analiz sonucunda, birbirleriyle bağlantılı olduğu tespit edilen toplam 588 birim üzerinden 28 küme, 18.159 bağlantı ve 32.526 toplam bağlantı gücü hesaplanmıştır. En fazla atıf alan yazarlar arasında, 4845 atıfıla Violette Geissen, 3819 atıfıla Matthias C. Rillig ve 2348 atıfıla Elma Lahive yer almaktadır (Şekil 3). Bağlantı gücü açısından ilk üç yazara bakıldığında, sırasıyla Violette Geissen, Matthias C. Rillig ve Anika Lehmann olduğu görülmüştür.



Şekil 3. Yazar atıf bağlantı

Ülkelerin Atıf Analizi (Citation of Countries)

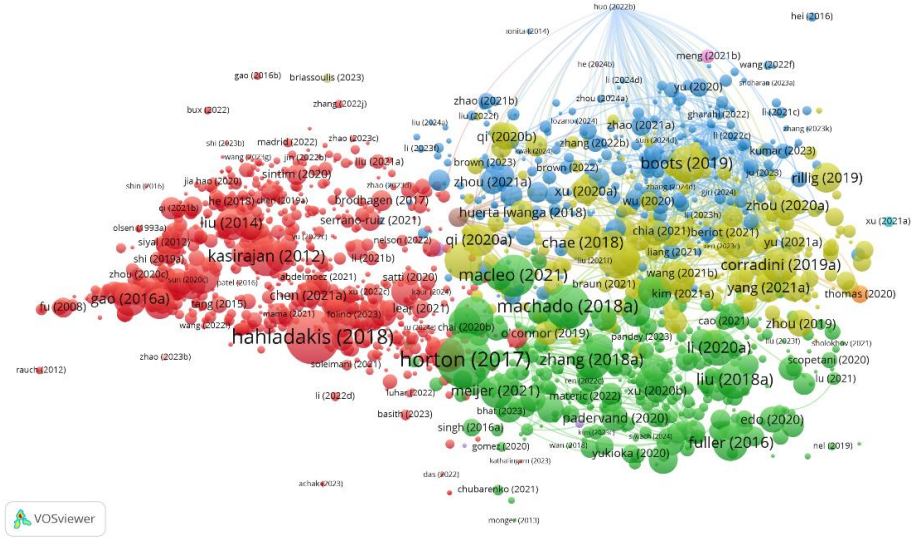
Ülkelerin yayın menşei bazında aldıkları atıfları incelemek amacıyla, bir ülkenin en az 5 eseri yayımlaması ve 5 atfının olması kriteri temel alınarak bir analiz gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, aralarında ilişki olduğu belirlenen 64 gözlem birimi üzerinden yapılan analizde, 14 küme, 1087 bağlantı ve toplam 18.575 bağlantı gücü bulunmuştur. Atıf sayıları açısından en üst sıralarda yer alan ülkeler, Çin Halk Cumhuriyeti, Almanya ve ABD olmuştur (Şekil 4). Toplam bağlantı gücü bakımından bu ülkeler ilk üç sırayı paylaşırken, yayın sayısına göre sıralama Çin Halk Cumhuriyeti, Hindistan ve ABD şeklindedir.



Şekil 5. Kurumların atıf bağları

Anahtar Sözcük Analizi (Co-occurrence of All Keywords)

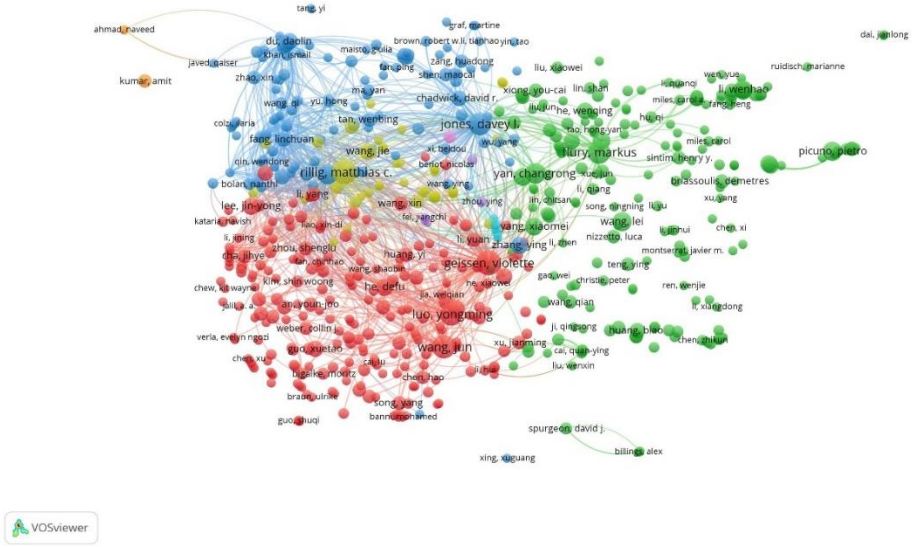
Toprak plastik kirliliği üzerine yapılan yayınlarda en yaygın kullanılan anahtar kelimeler arasında, mikroplastikler (537 tekrar), toprak (189 tekrar), plastik kirliliği (168 tekrar), mikroplastik (152 tekrar) ve biyolojik bozunma (123 tekrar) öne çıkmaktadır. Bağlantı gücü açısından en güçlü anahtar kelimeler ise mikroplastikler, toprak ve plastik kirliliği olarak belirlenmiştir. En az beş kez kullanılan ve aralarında ilişki bulunan 337 gözlem birimiyle yapılan analiz sonucunda, toplamda 13 küme, 3639 bağlantı ve 5753 toplam bağlantı gücü hesaplanmıştır (Şekil 6).



Şekil 7. Yayınların bibliyografik eşleşme bağlantıları

Yazarların Bibliyografik Eşleşme Analizi (Bibliographic Coupling of Authors)

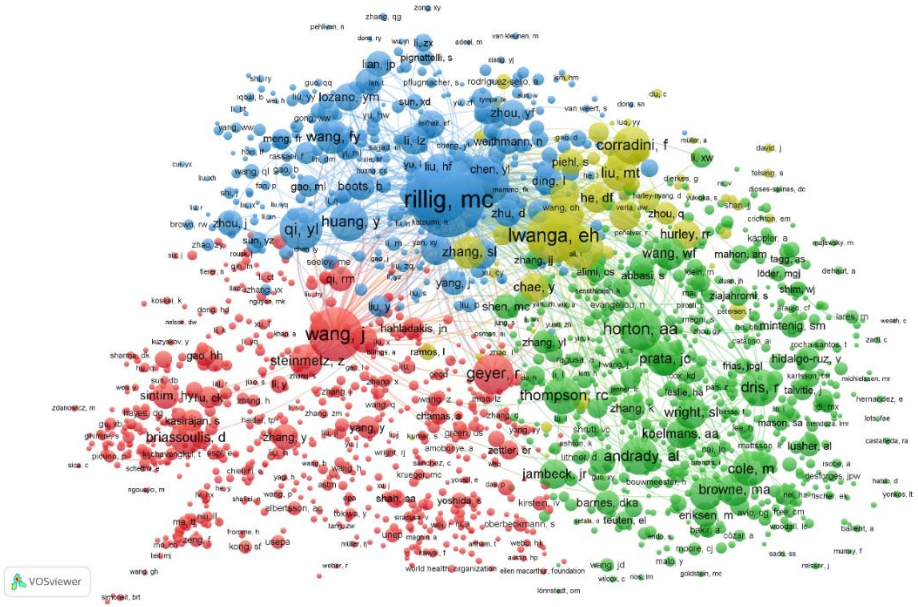
En az üç eser yayımlanmış ve beş atıf almış yazarlar üzerinden yapılan analizde, bağlantılı 600 birim dikkate alınmış ve bu çalışma sonucunda 9 küme, 162.114 bağlantı ile toplamda 7.022.345 bağlantı gücü elde edilmiştir. En yüksek bibliyografik eşleşmeye sahip yazarlar arasında, 1807 atıf ve 142.365 bağlantı gücüyle Davey L. Jones, 4845 atıf ve 128.988 bağlantı gücüyle Violette Geissen, 3819 atıf ve 128.510 bağlantı gücüyle Matthias C. Rillig öne çıkmaktadır (Şekil 8).



Şekil 8. Yazarların bibliyografik eşleşme bağları

Yazarların Ortak Atıf Analizi (Co-citation of Co-authors)

Bir yayımdaki farklı kaynakların birlikte atıf aldığı durum, co-citation (ortak atıf) olarak tanımlanır. En az 15 atıf alan eserler seçilerek yapılan analizde, toplamda 1781 birim incelenmiş ve 4 küme, 766.706 bağlantı ile 3.445.926 toplam bağlantı gücü elde bulunmuştur. Ortak atıf yapılan yazarlar arasında en yüksek değere sahip olanlar: Matthias C. Rillig (1319), Aad Machado (1031) ve Eh Lwanga (788) olarak tespit edilmiştir (Şekil 9).



Şekil 9. Yazarların ortak atıf bağları

SONUÇ

Bu çalışmada, toprak plastik kirliliği üzerine yapılan araştırmaların nicel bir sinopsisinin çıkarılması amaçlanmıştır. Plastik kullanımı ve salınımlarına dair mevcut literatür, birincil ve ikincil mikroplastiklerin, çoğu zaman noktasal ve dağınık kaynaklara yakınlıkları nedeniyle karasal ve tatlı su ekosistemlerinde yaygın olarak bulunduğunu göstermektedir. Bu mikroplastiklerin ortamda varlıklarını sürdürmeleri ve zamanla daha küçük parçacıklara ayrılmaları beklenmektedir. Bu küçük parçacıkların, kimyasallarla etkileşim için artan yüzey alanları, emilim olasılıklarının yüksekliği ve birim kütle başına daha fazla parçacık bulunması gibi faktörler nedeniyle organizmalar için daha büyük sağlık riskleri oluşturma olasılığı yüksektir.

Mikroplastik ve nanoplastik kirliliği, toprak ve karasal bitki örtüsü üzerinde potansiyel zararlı etkileriyle günümüzde giderek büyüyen bir çevre sorunu haline gelmiştir. Çeşitli antropojenik faaliyetler sonucu doğada yayılan bu mikroparçacıklar, toprak ekosistemlerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerinde önemli değişikliklere yol açabilmektedir. Literatürdeki çalışmalar, toprakta bulunan plastik parçacıkların (makro, mezo, mikro ve nanoplastikler) toprak dokusu, gözeneklilik, su tutma kapasitesi ve besin madde

döngüsü gibi temel özelliklerde bozulmalara neden olabileceğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, bu parçacıkların toprak canlıları (solucanlar, eklembacaklılar, mikroorganizmalar) üzerindeki toksik etkileri ve bitkilerde biyolojik birikim potansiyelleri ile büyük bir araştırma ilgisi uyandıran bir konu haline gelmektedir. Bu bağlamda, toprak ekosistemlerinin sağlığı ve sürdürülebilirliği açısından mikroplastik ve nanoplastik kirliliği ile toprak-bitki etkileşimlerine dair daha kapsamlı çalışmalar yapılması büyük bir önem taşımaktadır.

Karasal türler, plastik kirliliği nedeniyle ortaya çıkan fizyolojik ve ekosistem düzeyindeki stres faktörlerine maruz kaldıklarında, temel yaşam süreçlerinde köklü değişiklikler yaşayabilirler. Kısa nesil sürelerine sahip türler, bu antropojenik baskıya karşı evrimsel adaptasyon gösterme eğilimindedir. Mikroplastik ve nanoplastik kirliliğinin, karasal sistemlerin biyoçeşitliliği üzerindeki potansiyel etkileri, ekosistem ekolojisi alanında önemli bir araştırma boşluğu oluşturmuştur. Bu alandaki çalışmalar, karasal ekosistemlerdeki mikroplastik kirleticilerin ekotoksikolojik etkilerini daha iyi anlamamıza yardımcı olabilir ve çevresel yönetim politikalarına bilimsel bir temel oluşturabilir.

Web of Science'da, **“soil plastic pollution VEYA agricultural plastic waste VEYA agricultural plastics VEYA soil microplastics”** anahtar sözcükleriyle **“konu”** başlığı seçilerek yapılan arama sonucunda 2476 bulguya ulaşılmıştır. Yıllara göre en eski 1982, en yeni ise 2024 yılına ait olmak üzere, farklı disiplinlerden 1868 dergi makalesi başta olmak üzere 502 derleme makale, 107 bildiri, 39 erken görünüm, 15 kitap bölümü, 9 editoryal içerik, 5 toplantı özeti, 2 mektup yazısı, 2 haber ögesi 1 kitap incelemesi, 1 veri kâğıdı olmak üzere 2476 esere ulaşıldı. Disiplinler açısından çalışmaların büyük çoğunluğu: Çevre Bilimleri (1.413), Mühendislik Çevre (397), Su Kaynakları (148), Yeşil Sürdürülebilir Bilim Teknoloji (131), Toprak Bilimi (121), Ziraat Mühendisliği (112), Polimer Bilimi (102), Çok Disiplinli Bilimler (97), Kimya Multidisipliner (85), Mühendislik Kimyasalları (76) alanlarında görülmektedir. Yıllar göre dağılımına bakıldığında, en fazla 2023 yılı (484 yayın), 2022 (467 yayın) ve 2024 (450 yayın) yıllarında yoğunlaştığı görülmektedir. En fazla eser veren araştırmacılar Matthias C. Rillig (21), Violette Geissen (21) ve Jun Wang (18) olduğu görülmüştür. Bu çalışmada Violette Geissen en çok atıf alan yazar olduğu bulunmuştur. Ülke bazında yayınların dağılımına bakıldığında ise en

çok yayın Çin Halk Cumhuriyeti (1014), Hindistan (270) ve Amerika (256) menşeli yayıncılarda olduğu; başta İngilizce (2447), Çince (13) İspanyolca (7) eserler yayınlandığı görülmüştür. Toprakların plastiktik kirliliği ile ilgili çalışmaların ülkelere bakıldığında hem nüfus bakımından hem de plastik malzeme kullanımı ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Kurumlar üzerindeki atıf analizine göre, en fazla atıf alan kurumun UK Centre for Ecology & Hydrology Environment Centre Wales olduğu tespit edilmiştir. Anahtar kelime analizinde ise merkezde bulunan **toprak plastikleri** kelimesini **toprak** sözcüğünün izlediği bulunmuştur.

Toprak plastik kirliliği ile ilgili yapılan akademik çalışmalar, toprakta kirliliğin tespitine, çevresel etkilerine, tanımlanmasına ve stratejik yaklaşımların geliştirilmesine önemli katkılar sağlamaktadır. Bu araştırmalar, karasal ve sucul ortamların korunması için stratejilerin geliştirilmesine yardımcı olma potansiyeline sahiptir. Ayrıca, plastik atıkların geri dönüştürülmesi ve bertarafına yönelik çalışmaların yoğunlaşması, çevre üzerindeki tahribatın önlenmesi açısından hayati önem taşımaktadır.

Mikroplastiklerin topraklarımızda ve ekosistemlerimizde oluşturduğu zorluklarla mücadele ederken, bu sorunun ele alınması, karasal ortamlarımızın sağlığını ve bütünlüğünü korumak için büyük önem taşımaktadır. Aynı zamanda, tarımsal verimliliği güvence altına almak ve gelecek nesiller için sürdürülebilir bir gelecek sağlamak da bu çabaların önemli hedeflerindedir.

Araştırma dahilinde Toprak plastik kirliliği, Toprak makro-mikroplastik alanında bu türde bir bibliyometrik incelemeye rastlanmamıştır. 2017 yılı, konunun popülerlik kazanması açısından bir dönüm noktası olarak kabul edilebilir. O tarihten sonra biriken literatür ve küresel deneyimler, konunun öneminin giderek arttığını göstermektedir. Bu tür derleme çalışmalarının belirli aralıklarla yapılması, konuyla ilgilenen kişilerin bilimsel bir bakış açısıyla kapsamlı bir özet üzerinden bilgilendirilmesine katkı sağlayacaktır.

Çalışmanın bazı kısıtlamaları da bulunmaktadır. Çalışma, yalnızca WOS Core Collection'da yer alan yayınlara sınırlıdır; Türkiye'deki TÜBİTAK Ulakbim ve YÖK Tez Arşivi, uluslararası alanda ise Scopus ve PubMed gibi veri tabanları ile çevrimiçi erişime açık olmayan diğer kaynaklar analiz kapsamı dışında bırakılmıştır. Bu durum, çalışmanın en önemli sınırlılıklarını oluşturmaktadır.

KAYNAKÇA

- Aslancı, S. (2022). Araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme: bibliyometrik bir analiz. *Scientific Educational Studies*, 6(1), 1-25.
- Babur, M., ... & Benitez, I. B. (2024). Impact of microplastics on soil (physical and chemical) properties, soil biological properties/soil biota, and response of plants to it: a review. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 1-42.
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of business research*, 133, 285-296.
- Engler, R. E. (2012). The complex interaction between marine debris and toxic chemicals in the ocean. *Environmental science & technology*, 46(22), 12302-12315.
- Guo, Z., Li, P., Yang, X., Wang, Z., Lu, B., Chen, W., ... & Xue, S. (2022). Soil texture is an important factor determining how microplastics affect soil hydraulic characteristics. *Environment International*, 165, 107293.
- Hauser, R., & Calafat, A. M. (2005). Phthalates and human health. *Occupational and environmental medicine*, 62(11), 806-818.
- Horton, A. A., Walton, A., Spurgeon, D. J., Lahive, E., & Svendsen, C. (2017). Microplastics in freshwater and terrestrial environments: Evaluating the current understanding to identify the knowledge gaps and future research priorities. *Science of the total environment*, 586, 127-141.
- Iqbal, S., Xu, J., Allen, S. D., Khan, S., Nadir, S., Arif, M. S., & Yasmeen, T. (2020). Unraveling consequences of soil micro-and nano-plastic pollution on soil-plant system: Implications for nitrogen (N) cycling and soil microbial activity. *Chemosphere*, 260, 127578.
- Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., ... & Law, K. L. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *science*, 347(6223), 768-771.
- Li, Z., Yang, Y., Chen, X., He, Y., Bolan, N., Rinklebe, J., ... & Sonne, C. (2023). A discussion of microplastics in soil and risks for ecosystems and food chains. *Chemosphere*, 313, 137637.

- Meijer, L. J., Van Emmerik, T., Van Der Ent, R., Schmidt, C., & Lebreton, L. (2021). More than 1000 rivers account for 80% of global riverine plastic emissions into the ocean. *Science advances*, 7(18), eaaz5803.
- Pritchard, A. (1969). Statistical bibliography or bibliometrics. *Journal of documentation*, 25, 348.
- Rillig, M. C., Ziersch, L., & Hempel, S. (2017). Microplastic transport in soil by earthworms. *Scientific reports*, 7(1), 1362.
- Ritchie, H., Samborska, V., & Roser, M. (2023). Plastic pollution. *Our world in data*.
- Velzeboer, I., Kwadijk, C. J. A. F., & Koelmans, A. A. (2014). Strong sorption of PCBs to nanoplastics, microplastics, carbon nanotubes, and fullerenes. *Environmental science & technology*, 48(9), 4869-4876.
- Verma, S., & Gustafsson, A. (2020). Investigating the emerging COVID-19 research trends in the field of business and management: A bibliometric analysis approach. *Journal of business research*, 118, 253-261.
- Wang, H. T., Ding, J., Xiong, C., Zhu, D., Li, G., Jia, X. Y., ... & Xue, X. M. (2019). Exposure to microplastics lowers arsenic accumulation and alters gut bacterial communities of earthworm *Metaphire californica*. *Environmental Pollution*, 251, 110-116.
- Ziajahromi, S., Neale, P. A., Rintoul, L., & Leusch, F. D. (2017). Wastewater treatment plants as a pathway for microplastics: development of a new approach to sample wastewater-based microplastics. *Water research*, 112, 93-99.

BÖLÜM 8

BATMAN İLİNDE SU KAYNAKLARININ DURUMU VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK SORUNLARI

Dr. Şeyhmus TÜMÜR¹

¹ Dicle üniversitesi Mühendislik fakültesi. Mail: stumur@dicle.edu.tr ORCID ID: 0000-0001-7589-8941

Giriş

Su, hayatın vazgeçilmez bir unsuru olarak kabul edilmekle birlikte, küresel ısınma, nüfus artışı ve kentleşme gibi antropojenik faktörler nedeniyle giderek kısıtlanmaktadır. Bu durum, tarım, sanayi ve evsel kullanım gibi pek çok sektörde ciddi su baskısı yaratmaktadır. Özellikle tarım sektörü, su kıtlığının en direkt etkilerinden biriyle karşı karşıyadır. Artan nüfusun gıda ihtiyacını karşılamak için yeterli miktarda suyun tarımsal üretime ayrılması gerekmektedir. Ancak sınırlı su kaynakları ve diğer sektörlerin su talebindeki artış, tarımın su kullanımında kısıtlamalara yol açmaktadır. Bu durum, tarımsal verimliliği düşürmekte, gıda üretim maliyetlerini artırmakta ve dünya genelinde gıda güvenliğini tehdit etmektedir.

Su kıtlığı sadece tarımsal üretimi değil, aynı zamanda su ekosistemlerini de olumsuz etkilemektedir. Yeraltı su seviyelerinin düşmesi, sulak alanların kuruması ve su kaynaklarının kirlenmesi gibi sorunlar, biyolojik çeşitliliği tehdit etmekte ve ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilirliğini zora sokmaktadır.

Su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi, günümüzün en önemli küresel sorunlarından biri haline gelmiştir. Bu sorunla mücadele etmek için, su kullanımının etkinleştirilmesi, su tasarrufu bilincinin artırılması, atık suyun geri kazanılması ve yeni su kaynaklarının geliştirilmesi gibi farklı stratejiler benimsenmelidir (Çakmak & Gökalp, 2011).

Su, hayatın kaynağı olarak kabul edilen ve tüm canlıların varlığı için vazgeçilmez olan evrensel bir kaynaktır. Bu nedenle, su kaynakları sadece ekonomik bir değer olarak görülmemeli, aynı zamanda toplumların ortak bir mirası ve gelecek nesillere emanet edilmesi gereken bir doğal zenginlik olarak değerlendirilmelidir (Eren & Turan, 2008).

Su kaynakları, ekosistemlerin işleyişi için de hayati öneme sahiptir. Su döngüsü, iklim düzeninin korunmasında, biyolojik çeşitliliğin korunmasında ve doğal afetlerin etkilerinin azaltılmasında önemli bir rol oynar. Bu nedenle, su kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir kullanımı, ekosistem hizmetlerinin devamlılığı için de gereklidir (Aksungur & Firidin, 2008).

Küresel ölçekte artan nüfus, iklim değişikliği ve sanayileşme gibi faktörler, su kaynakları üzerindeki baskıyı artırmaktadır. Bu durum, su kıtlığı, su kalitesinin bozulması ve su kaynaklarının eşitsiz dağılımı gibi sorunlara yol açmaktadır. Bu nedenle, su kaynaklarının adil ve eşit bir şekilde paylaşılması,

uluslararası iş birliği ve ortak yönetim mekanizmalarının geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır (Doğan, 2023).

Su kaynakları, sadece bugünün değil, aynı zamanda gelecek nesillerin de hakkıdır. Bu nedenle, su kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir kullanımı, gelecek nesillere yaşanabilir bir dünya bırakmak için atılması gereken en önemli adımlardan biridir (Menteşe, 2017).

Sonuç olarak, su kaynakları, tüm insanlığın ortak bir mirasıdır ve gelecek nesillere aktarılması gereken bir değerdir. Su kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir kullanımı, sadece bireylerin değil, aynı zamanda devletlerin, sivil toplum kuruluşlarının ve uluslararası kuruluşların ortak sorumluluğudur.

Su kaynaklarının sektörlere göre dağılımları incelendiğinde, tarımsal su kullanım oranı, kentsel ve sanayi kullanımı lehine değişme eğilimi göstermektedir. Bu durum, %70 olan tarımsal su kullanımı üzerindeki baskıyı artırarak, gıda güvenliğini tehlikeye düşürmektedir (Uyduranoğlu Öktem & Aksoy, 2014).

Ayrıca sektörler arasında su kullanım kayıplarının en aza indirilmesi için daha etkin su kullanımı ve su yönetimi çalışmaları, havza düzeyinde planlanmalı ve kaynak potansiyeli bu yolla geliştirilmeli ve korunmalıdır (Aküzüm, Çakmak, & Gökalp, 2010).

Su kaynaklarının geliştirilmesi ve korunması sadece sorunlu alanlarla sınırlı kalmayarak ve mevcut kaynakların potansiyelinin artırılmayacağı göz önüne alınarak, kaynak potansiyeli riske edilmeden etkin bir su yönetimi ve su kullanımı sağlanmalıdır (Meriç, 2004).

Çalışma Alanı

Coğrafi konum

Batman; Dicle Nehri ile bu nehrin yan kolları olan Batman ve Garzan Çayları arasında kalan Batman Ovası'na kurulmuş olup rakımı 550 m'dir. Bu ovanın etrafı Raman, Garzan ve Aydınlık dağları ile çevrilidir. 41°10' - 41°40' doğu boylamları ile 38°40' - 37°50' kuzey enlemleri arasında yer alan şehir, Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerini Ortadoğuya bağlayan karayolu üzerinde yer almaktadır.

Kuzeyde Muş, batıda Diyarbakır, doğuda Bitlis ve Siirt, güneyde Mardin illeri ile komşudur (Şekil 1.1.). İlin yüzölçümü 4.706 km² olup, Türkiye yüzölçümünün % 0,6'sını kapsamaktadır.



Şekil 1.1. Batman ilinin Türkiye’deki konumu (Harita Genel Müdürlüğü, 2024)

1935 yılına kadar şimdiki Merkez ilçesi İluh Mahallesi yerinde bulunan İluh Köyü’nü güneyden çevreleyen Raman Dağları’nda 1946 yılında Türkiye’deki ilk petrolün bulunması ile beraber İluh köyü büyük bir gelişme göstermiştir. Batman Çayı ile bütünleşen İluh köyü 1950 yılında Batman ismini alarak İluh isminin kullanımı terk edilmiştir. Mezopotamya Havzası’nı teşkil eden Dicle ve Fırat Nehirleri arasında kalan bol alüvyonlu ovalar ve bereketli topraklar geldiği görülmektedir. Kuzey Mezopotamya’yı sulayarak geçen Dicle Nehri ve onun yan kolları olan iki büyük nehir durumundaki Batman ve Garzan çaylarının Batman il sınırları içinde akması ve her üç nehrin Batman’daki toplam 180 Km. uzunlukta olması, tarihi süreç içinde Batman’a büyük avantajlar sağlamıştır.

İklim özelliği

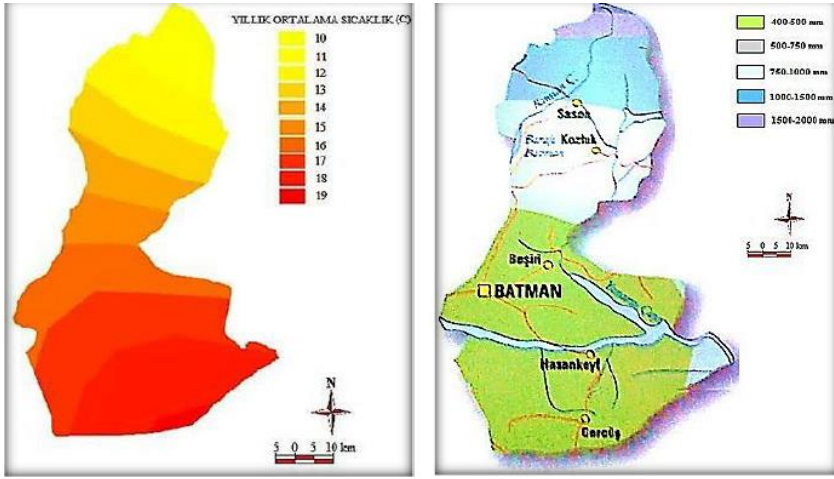
Batman İl’i karasal iklim özelliği göstermektedir. Karasal iklimin genel bir karakteristiği olarak, yaz mevsiminde aşırı sıcak ve kurak ancak buna karşın kış mevsiminde ise soğuk ve kar yağışlı olması, bu ilde de kendini göstermektedir. Yılın en sıcak ayları olan Temmuz-Ağustos aylarında en yüksek sıcaklık değerleri 39.1 oC’ye çıkarken ortalama en düşük sıcaklık -1.5oC’ye kadar düşebilmektedir. İl’de en yüksek ve en düşük sıcaklıklar sırasıyla 48.8 oC ile -24 oC arasında değişim göstermektedir. Yağış rejiminin dağılımı bölgede oldukça düzensizdir. Yılın en sıcak ayları olan Temmuz-Ağustos aylarında, sıcaklığa bağlı olarak yağışın bu aylarda en düşük düzeydedir. İlde ortalama güneşlenme süresi Haziran-Eylül aylarında 12 saatin

üzerinde yaşanmakta olup, bu dönemlerde yağışların azlığı nedeniyle bölgede evapotranspirasyonun yüksek olması sonucu sulama gereksinimi de doğal olarak artmaktadır. İlde hakim rüzgarlar, doğu yönünden esmektedir. Karasal iklimin bir diğer sonucu olan gece ve gündüz sıcaklık farklılıkları da belirgin olarak yaşanmaktadır (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2018).

Tablo 1.1. Batman İline ait meteorolojik veriler (Ölçüm periyodu 1959-2023)

Batman	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Ortalama sıcaklık(°C)	2.5	4.6	9.2	14.4	19.4	26.0	30.2	29.6	24.3	17.4	9.7	4.4	16.0
Ortalama En Yüksek Sıcaklık(°C)	7.8	10.7	15.9	21.7	27.8	35.1	39.5	39.5	34.6	26.7	17.0	9.7	23.8
Ortalama En Düşük Sıcaklık(°C)	-1.5	0.0	3.7	7.9	11.4	15.9	20.3	19.7	15.0	10.1	4.2	0.5	8.9
Ortalama Güneşlenme Süresi(saat)	3.3	4.7	5.5	7.4	9.2	11.6	12.0	11.2	9.9	7.1	5.2	3.0	7.5
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	11.15	10.43	11.91	11.28	8.42	2.17	0.40	0.37	1.08	5.80	7.54	10.11	80.7
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması(mm)	60.4	64.7	76.3	72.7	46.5	8.5	1.7	1.9	4.8	34.0	55.0	62.4	488.9

En Yüksek Sıcaklık(°C)	18.6	24.6	30.6	35.8	42.0	45.1	48.8	46.2	43.8	37.0	28.6	22.6	48.8
En Düşük Sıcaklık(°C)	-24.0	-22.2	-17.0	-9.0	0.9	0.0	11.8	11.5	4.4	-3.0	-7.6	-23.0	-24.0



Şekil 1.2. Batman ilinin yıllık ortalama sıcaklık ve yağış haritası

Su Kaynakları

Batman ili sınırları içerisinde yer alan su kaynakları Batman Çayı, Dicle Nehri, Garzan Çayı, Sason Çayı, Zori (Serkan) Çayı'dır.

Batman İl sınırında en önemli akarsu, Dicle Nehri'dir. Dicle Nehri'nin Batman ili sınırlarındaki en önemli kolları Garzan Çayı ve Batman Çayı'dır.



Şekil 1.3 Bölgede bulunan belli başlı akarsu, baraj ve göletler

Batman Çayı'nın il sınırları içindeki uzunluğu 124 km olup kuzeyde Serim mıntikasından başlayıp güneye doğru Kulp Çayı ile birleşerek Batman ilini terk etmektedir. Batman Çayı'nın Batman Çayı'nı oluşturan ana kollar Kulp Çayı, Sarım Çayı, Zori Çayı ve Talorin Çayı'dır. Bu kollardan Kulp ve Sarım Çayı, Diyarbakır il sınırları, Sason, Zori ve Talorin çayları ise Batman il sınırları dâhilindedir yıllık ortalama su potansiyeli 4,2 milyar m³'tür. Garzan Çayı'nın ise yıllık ortalama su potansiyeli 830 milyon m³'tür.

Tablo 1.2. İl sınıırı içinde bulunan akarsular

Nehrin/Çayın ismi	Toplam Uzunluğu (km)	İl Sınırları İçindeki Uzunluğu (km)	Debisi (m ³ /sn)	Kolu Olduğu Akarsu	Kullanım Amacı
Dicle Nehri	530	88	300,0	*	Sulama+Enerji
Garzan (Yanarsu) Çayı	168	110	49,3	Dicle	Sulama+Enerji
Batman Çayı	144	124	117,0	Dicle	Sulama+Enerji
Sason Çayı	65	65	14,2	Batman	Enerji
Zori (Serkan) Çayı	78	58	17,0	Batman	Sulama

Doğal Göller ve Göletler

İl sınırları dâhilinde doğal göl bulunmamaktadır. Baraj (Batman ve Garzan) gölleri dışında ilde DSİ tarafından sulama amacıyla yapılmış iki adet gölet bulunmaktadır. Bunlar Gercüş ilçesinde bulunan Kırkat Göleti ve Kozluk ilçesinde Ceffan Göleti'dir. Bunların dışında Merkez ilçesine bağlı Güvercin köyünde köylüler tarafından yapılan Güvercin Göleti bulunmaktadır.

Kırkat Göleti, Dicle Havzası'nda Gercüş İlçesine 8 km. uzaklıktadır. Gölet, Nehir Deresi üzerinde olup 350 ha alanı sulamaktadır

Ceffan Göleti ise Ceffan Deresi üzerinde ve Beşiri-Garzan karayolunun 1 km kadar güneyinde kurulmuştur. Göletten başlanarak Garzan Çayı'nın sol sahilinde kuzey-güney doğrultusunda uzanan toplam 332 ha araziye sulamaktadır.

Güvercin Göleti; İlde bulunan fakat kayıtlarda yer almayan gölet, Merkez ilçesine bağlı ve merkeze yaklaşık 5 km. uzaklıkta, Kanatlı (Teyyare) Köyü ile Güvercin (Amso) Köyü arasında yer almaktadır. Gölet, sulama amacıyla köylüler tarafından kendi imkânları ile yapılmıştır.

Tablo 1.3. Batman il sınırı içinde bulunan göletler

Göletin Adı	Toprak Tipi	Hacmi (m ³)	Sulama Alanı (ha)	Çekilen Su mik. (m ³)	Kullanım Amacı
Kırkat Gölüti	Homojen	3.155,210	350	Talep Yok	Sulama
Ceffan Göleti	Kil Çekirdekli Kaya	6.845,000	332	4.000,000	Sulama
Güvercin Göleti	Homojen	Bilinmiyor	Bilinmiyor	Bilinmiyor	Sulama

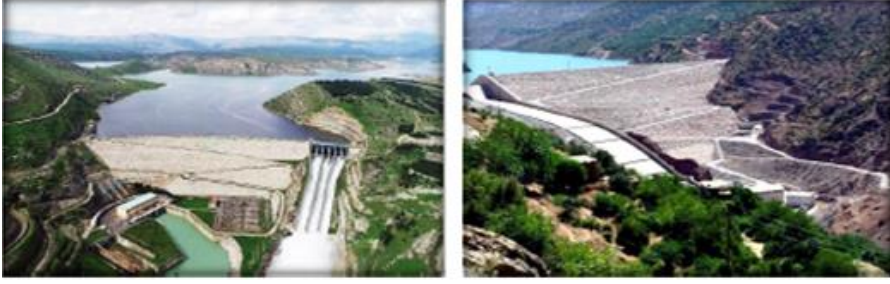
Barajlar

Batman Barajı: Batman Barajı ve Hidroelektrik Santrali (HES) Batman Çayı üzerindedir. Kamuya ait olan Elektrik Üretim A.Ş. (EÜAŞ) tarafından işletilen santral 198,48 MW kurulu gücü ile Türkiye'nin 64. Batman'ın ise en büyük enerji santralidir. Tesis ayrıca Türkiye'nin 21. büyük Hidroelektrik Santrali konumundadır.

Garzan Barajı: Kozluk ilçesi sınırları içerisinde bulunan Garzan Barajı ve HES Projesi Fernas Enerji Elektrik Üretim A.Ş. tarafından Yap-İşlet modeli yapılmıştır. Santral 47,45 MW kurulu gücü ile Türkiye'nin 204. Batman'ın ise 2. büyük enerji santralidir. Tesis ayrıca Türkiye'nin 87. büyük Hidroelektrik Santrali'dir.

Tablo 1.4. Batman ve Garzan Barajlarının Özellikleri

	Batman Barajı	Garzan Barajı
Üzerinde Kurulmuş Akarsu	Batman Çayı	Garzan (Yanarsu) Su
Amacı	Enerji+Sulama	Enerji
İnşaatın Başlama-Bitiş Tarihi	1986-199	2008-2012
Tipi	Toprak+ Kaya	Kaya Dolgu
Gövde Hamı	5.400,000 m ³	
Yükseklik	71.50 m.	
Normal Su Katmanında Göl Hacmi	117.500 hm ³	4.200 hm ³
Normal Su Katmanında Göl Alanı	49.25 Km ²	
Sulama Alanı	37.744 ha	
Kurulu Güç	198 MW	47.45MW/49/
Yıllık Üretim	483 GWh	210 GWh 168
Lisans	EÜAŞ	Fernas Şirketler Grubu



Şekil 1.4 Batman ve Garzan Barajı'ndan görüntüler

Yeraltı suları

İl yeraltı su rezervleri bakımından zengindir. Sulanabilen alanların bir kısmında üreticilerin kendi imkânları ile açtıkları derin kuyulardan sağlanan sularla sulu tarım yapılmaktadır. Batman ili ve çevresinin yer altı suyu yönünden verimli birimleri Batman Çayı verimli alüvyonları ile Batman Ovası'nın bir kesiminde yayılım gösteren çakıl taşı ve kumtaşı birimlerinden oluşan Lahti formasyonudur. Ayrıca Batman Çayı'nın taşıdığı alüvyonlarla kaplı olması sayesinde oldukça verimli olan ova, Batman Çayı Vadisi ile Dicle Vadisi'nin birleşmesinden önce genişleyen bölümde yer almaktadır. İlin en az yağış alan bölümü olmasından dolayı, Batman Ovası'nda tarımsal üretim için sulama zorunlu olmaktadır (Türkiye Cumhuriyeti Batman Valiliği Çevre Ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2018).

Batman ilinin mevcut içme suyu Batman Çayı alüvyonlarından karşılanmaktadır. Bu alandaki yer altı suyu 9-10 m civarındadır. İlin güneydoğu kesimlerinde yayılım gösteren Lahti formasyonunda su seviyesi ise 25-30 m arasındadır. Diğer kesimler ise yeraltı suyu yönünden verimsizdir.

Tablo 1.5. İlin Yeraltı Suyu Potansiyeli (Devlet Su İşleri, 10. Bölge Müdürlüğü)

	Kullanım Amacı	Tüketilen Miktar (hm ³ /Yıl)
Yeraltı Sularının Kullanım Amacına Göre Tüketim Miktarı	İçme-Kullanım	10.83
	Sanayi	2.05
	Sulama	8.02

Diğer bir yer altı su kaynağı ise Batman ilinin yaklaşık 12 km güneybatısında Diyarbakır il sınırları içerisinde bulunan kalker bir akiferden çıkan ve yaklaşık debisi 6,5 m³/s olan Zilek kaynaklarıdır (Türkiye Cumhuriyeti Batman Valiliği Çevre Ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2018). Iısu Baraj Gölü alanında bulunan Zilek kaynakları, su tutulmadan önce DSİ 10. Bölge Müdürlüğü tarafından yapılan “su alma yapısı ve terfi merkezi” ile su altında kalmaktan kurtarılmıştır.

Sonuç

Su, tüm canlıların yaşaması için vazgeçilmez bir doğal kaynaktır. Ancak, suyun temini ve kullanılabilir hale getirilmesi hem büyük emek hem de önemli maliyetler gerektirmektedir. Bu durum, suyun planlı ve akılcı bir şekilde yönetilmesini zorunlu kılar. Su kaynaklarının sürdürülebilirliği, küresel ölçekte giderek artan bir sorun haline gelmiştir. Özellikle iklim değişikliği, nüfus artışı ve sanayileşme gibi faktörler, su kıtlığı riskini artırmakta ve suyun etkin kullanımı konusunda yeni yaklaşımların geliştirilmesini gerektirmektedir.

Batman ili örneğinde olduğu gibi, yer altı sularına dayalı su temini, birçok bölgede yaygın bir uygulamadır. Ancak bu durum, yeraltı su seviyelerinin düşmesi, su kalitesinin bozulması ve enerji tüketiminin artması gibi sorunlara yol açabilmektedir. Özellikle, elektrikle çalışan derin kuyuların yoğun kullanımı hem ekonomik hem de çevresel açıdan sürdürülebilir değildir.

Türkiye'de gözlemlenen iklim değişikliği senaryoları, bitkisel üretimde verim düşüşlerine ve su kaynaklarında azalmalara yol açarak tarımsal sürdürülebilirliği tehdit etmektedir. Bu bağlamda, değişen iklim koşullarına uyum sağlamak ve su kaynaklarını etkin kullanmak amacıyla alternatif sulama sistemlerinin geliştirilmesi ve su yönetimi uygulamalarının iyileştirilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmanın amacı, Batman ilindeki su kaynaklarının mevcut durumu ve iklim değişikliğinin bu kaynaklar üzerindeki etkilerini değerlendirerek, su potansiyelini en üst düzeye çıkarmak için uygun rezerv politikaları geliştirmektir. Başka bir deyişle, çalışma; iklim parametrelerindeki değişimlerin (yağış ve sıcaklık) su kaynaklarına olan etkilerini analiz ederek, bu kaynakların daha etkin ve sürdürülebilir bir şekilde kullanılması için stratejiler sunmayı hedeflemektedir.

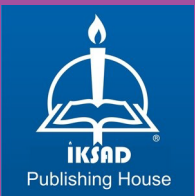
1959-2023 yılları arasında gerçekleştirilen iklim verilerinin istatistiksel analizi, Türkiye'de yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin uzun dönem ortalamalarından anlamlı derecede sapmalar gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu bulgu, küresel ısınmanın ülkemizdeki iklim sistemini etkileyerek yağış rejimlerinde değişkenliklere ve sıcaklık artışlarına neden olduğunu desteklemektedir.

Batman ili, su ihtiyacının büyük bir kısmını yer altı sularından karşılayan bir coğrafyada yer almaktadır. İl merkezinden belde ve ilçe belediyelerine, sanayi kuruluşlarından enerji şirketlerine kadar geniş bir yelpazedeki tüm aktörler, su temininde ağırlıklı olarak yer altı sularına bağımlıdır. Özellikle elektrikle çalışan derin kuyuların yaygın kullanımı hem su kaynaklarının hızla tükenmesine hem de enerji maliyetlerinin artmasına neden olmaktadır. Bu durum, Batman ilinin su kaynaklarının sürdürülebilirliği açısından ciddi bir tehdit oluşturmaktadır (Batman Valiliği, 2024).

Kaynakça

- Aksungur, N., & Firidin, Ş. (2008, HAZİRAN). Su Kaynaklarının Kullanımı ve Sürdürülebilirlik. *Aquaculture Studies*, 8(2). doi:10.17693/yunus.76450
- Aküzüm, T., Çakmak, B., & Gökalp, Z. (2010). Türkiye'de Su Kaynakları Yönetiminin Değerlendirilmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3(1), s. 67-74. <https://www.ijans.org/index.php/ijans/article/view/86/87> adresinden alındı
- Batman Valiliği. (2024, Ağustos 21). Batman Valiliği Web Sitesi: <http://www.batman.gov.tr/2024-yilinin-ilk-il-su-kurulu-toplantisi-valimiz-baskanliginda-gerceklestirildi> adresinden alındı
- Çakmak, B., & Gökalp, Z. (2011). Kayseri: TABAD. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20123405644> adresinden alındı
- Doğan, M. (2023, Ocak 31). SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK: SU VE SUYUN ÖNEMİ. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 10(1), s. 176–192. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/2875901> adresinden alındı
- Eren, Z., & Turan, T. (2008). Ankara: Türkiye'de Su Kaynakları ve Su Politikası.TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi.
- Harita Genel Müdürlüğü. (2024). HGM-Atlas. Ankara, Türkiye. <https://atlas.harita.gov.tr/#5.38/38.752/37.268> adresinden alındı
- Menteşe, S. (2017). ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK AÇISINDAN TOPRAK, SU VE HAVA KİRLİLİĞİ: TEORİK BİR İNCELEME. *The Journal of International Social Research*, 10(53), s. 381-389. doi:10.17719/jisr.20175334127
- Meriç, B. T. (2004). Su Kaynakları Yönetimi ve Türkiye. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, s. 28.
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2018, Aralık 24). Meteoroloji Genel Müdürlüğü: <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A&m=BATMAN> adresinden alındı

- Türkiye Cumhuriyeti Batman Valiliği Çevre Ve Şehircilik İl Müdürlüğü.
(2018). *BATMAN İLİ 2017 YILI ÇEVRE DURUM RAPORU*. Batman:
ÇED VE İZİN ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ.
<https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/son-batman-ili-2017-cevre-durum-raporu.-20180803091119.pdf> adresinden alındı
- Uyduranoğlu Öktem, A., & Aksoy, A. (2014). *Türkiye'nin Su Riskleri Raporu*.
İstanbul: WWF-Türkiye.
https://wwftr.awsassets.panda.org/downloads/turkiyenin_su_riskleri_raporu_web.pdf adresinden alındı



ISBN: 978-625-367-969-9