

ISPEC

JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCES
TARIM BİLİMLERİ DERGİSİ



CILT-VOLUME: 7

SAYI-ISSUE: 4

YIL-YEAR: 2023

**İktisadi Kalkınma ve
Sosyal Araştırmalar Enstitüsü**

The Institute of Economic
Development and Social Research



**Journal of
Agricultural Sciences**
Tarım Bilimleri Dergisi

YIL-YEAR
2023

CİLT-VOLUME
7

SAYI-ISSUE
4

BAŞ EDITÖR / EDITOR IN CHIEF

Doç. Dr. Seyithan SEYDOŞOĞLU / Assoc. Prof. Dr. Seyithan SEYDOSOGU

Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Siirt-TÜRKİYE
Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Siirt-TÜRKİYE

Türkçe Dil Editörü / Turkish Language Editor

Doç. Dr. Arzu ÇİĞ / Assoc. Prof. Dr. Arzu CIG

Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Süs Bitkileri Yetiştiriciliği ve
Islahı Anabilim Dalı, TÜRKİYE
Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Ornamental Plants
Growing and Breeding Program, TÜRKİYE

İngilizce Dil Editörü / English Language Editor

Dr. Shahid FAROOQ / Dr. Shahid FAROOQ

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Fitopatoloji Anabilim Dalı,
TÜRKİYE
Harran University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Phytopathology
Program, TÜRKİYE

İstatistik Editörü / Statistics Editor

Prof. Dr. Emine KARADEMİR / Prof. Dr. Emine KARADEMİR

Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Endüstri Bitkileri Anabilim Dalı, TÜRKİYE
Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Industrial Plants Program, TÜRKİYE

Yayın ve Mizanpaj Editörü / Editorial Review and Layout

Dr. Öğr. Üyesi Yeter ÇİLESİZ / Assist. Prof. Dr. Yeter CILESİZ

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve
Teknolojileri Bölümü, TÜRKİYE
Sivas University of Science and Technology, Faculty of Agricultural Sciences And Technologies,
Department of Herbal Production and Technologies, TÜRKİYE

ALAN EDİTÖRLERİ

Prof. Dr. Behçet KIR / Prof. Dr. Behçet KIR

Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Çayır-Mera ve Yem Bitkileri
Anabilim Dalı, TÜRKİYE
Ege University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Meadow-Rangeland and
Forage Crops Program, TÜRKİYE

Prof. Dr. Tolga KARAKÖY / Prof. Dr. Tolga KARAKÖY

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitki Koruma
Bölümü, TÜRKİYE
Sivas University of Science and Technology, Faculty of Agronomics And Agricultural
Technologies, Department of Plant Protection, TÜRKİYE

Doç. Dr. Gülen ÖZYAZICI / Assoc. Prof. Dr. Gülen ÖZYAZICI

Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Endüstri Bitkileri Anabilim Dalı,
TÜRKİYE
Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Industrial Plants
Program, TÜRKİYE

Prof. Dr. Gölgen BAHAR ÖZTEKİN / Prof. Dr. Gölgen BAHAR ÖZTEKİN

Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Örtü altı Yetiştiriciliği,
TÜRKİYE
Ege University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Greenhouse Cultivation,
TÜRKİYE

Prof. Dr. Hüdai YILMAZ / Prof. Dr. Hüdai YILMAZ

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Meyve
Yetiştirme ve Islahı Anabilim Dalı, TÜRKİYE
Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Fruit
Growing and Breeding Program, TÜRKİYE

Prof. Dr. Ercan ÖZZAMBAK / Prof. Dr. Ercan ÖZZAMBAK

Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Süs Bitkileri Yetiştirme ve Islahı
Anabilim Dalı, TÜRKİYE
Ege Üniversitesi, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Ornamental Plants
Growing and Breeding Program, TÜRKİYE

Prof. Dr. Kazım MAVİ / Prof. Dr. Kazım MAVİ

Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Sebze Yetiştirme ve Islahı Anabilim Dalı, TÜRKİYE

Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Vegetable Growing and Breeding Program, TÜRKİYE

Doç. Dr. Nurhan KESKİN / Assoc. Prof. Dr. Nurhan KESKİN

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Bağ Yetiştirme ve Islahı Anabilim Dalı, TÜRKİYE

Van Yuzuncu Yıl University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Grapevine Growing and Breeding Program, TÜRKİYE

Dr. Öğr. Üyesi Meltem AVAN / Assist. Prof. Dr. Meltem AVAN

Adıyaman Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Fitopatoloji Anabilim Dalı, TÜRKİYE

Adıyaman University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Phytopathology Program, TÜRKİYE

Doç. Dr. M. Fırat BARAN / Assoc. Prof. Dr. M. Fırat BARAN

Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Tarımsal Makine Sistemleri Anabilim Dalı, TÜRKİYE

Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Biosystem Engineering, Agricultural Machinery Systems Program, TÜRKİYE

Doç. Dr. Neşe ÜZEN / Assoc. Prof. Dr. Neşe ÜZEN

Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, TÜRKİYE

Dicle University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Structures and Irrigation, Department of Agricultural Structures and Irrigation Program, TÜRKİYE

Prof. Dr. Abdullah SESSİZ / Prof. Dr. Abdullah SESSİZ

Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, TÜRKİYE

Dicle University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Machinery and Technologies Engineering, TÜRKİYE

Prof. Dr. Yılmaz BAYHAN / Prof. Dr. Yılmaz BAYHAN

Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, TÜRKİYE
Namık Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Biosystems Engineering, TÜRKİYE

Doç. Dr. Osman GÖKDOĞAN / Assoc. Prof. Dr. Osman GÖKDOĞAN
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri ve Teknolojileri
Mühendisliği Bölümü, TÜRKİYE
Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural
Machinery and Technologies Engineering, TÜRKİYE

Prof. Dr. Reyhan ERDOĞAN / Prof. Dr. Reyhan ERDOĞAN
Akdeniz Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Peyzaj Tasarımı
Anabilim Dalı, TÜRKİYE
Akdeniz University, Faculty of Architecture, Department of Landscape Architecture,
Landscape Design Program, TÜRKİYE

Prof. Dr. Şevket ALP / Prof. Dr. Şevket ALP
Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Peyzaj
Mimarlığı Anabilim Dalı, TÜRKİYE
Van Yuzuncu Yıl University, Faculty of Architecture and Design, Department of Landscape
Architecture, Landscape Architecture Program, TÜRKİYE

Prof. Dr. Bayram Cemil BİLGİLİ / Prof. Dr. Bayram Cemil BİLGİLİ
Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Peyzaj Planlama
ve Tasarım Anabilim Dalı, TÜRKİYE
Cankırı Karatekin University, Faculty of Forest, Department of Landscape Architecture,
Landscape Planning and Design Program, TÜRKİYE

Prof. Dr. Hakan ALPHAN / Prof. Dr. Hakan ALPHAN
Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Peyzaj Mimarlığı
Anabilim Dalı, TÜRKİYE
Cukurova University, Faculty of Agriculture, Department of Landscape Architecture,
Landscape Architecture Program, TÜRKİYE

Prof. Dr. Sait ENGİNDENİZ / Prof. Dr. Sait ENGİNDENİZ
Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Tarım İşletmeciliği Anabilim
Dalı, TÜRKİYE
Ege University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics, Farm
Management Program, TÜRKİYE

Dr. Öğr. Üyesi Özge CAN NİYAZ / Assist. Prof. Dr. Özge CAN NİYAZ
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Tarım
Politikası ve Yayım Anabilim Dalı, TÜRKİYE
Canakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural
Economics, Department of Agricultural Policy and Extension Program, TÜRKİYE

Prof. Dr. Füsün GÜLSER / Prof. Dr. Füsün GÜLSER

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü,
Toprak Anabilim Dalı, TÜRKİYE
Van Yuzuncu Yıl University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Sciences and Plant
Nutrition, Soil Sciences Program, TÜRKİYE

Doç. Dr. Mesut BUDAK / Assoc. Prof. Dr. Mesut BUDAK

Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Toprak Bilimi
Anabilim Dalı, TÜRKİYE
Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Sciences and Plant Nutrition, Soil
Sciences Program, TÜRKİYE

Prof. Dr. Mehmet Fatih ÇELEN / Prof. Dr. Mehmet Fatih ÇELEN

Uşak Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootehni Bölümü, Hayvan Yetiştirme Anabilim Dalı,
TÜRKİYE
Usak University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Sciences, Animal Breeding
Department Program, TÜRKİYE

Doç. Dr. Elif BABACANOĞLU / Assoc. Prof. Dr. Elif BABACANOĞLU

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootehni Bölümü, Hayvan Yetiştirme ve
İslahı Anabilim Dalı, TÜRKİYE
Van Yuzuncu Yıl University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Sciences, Animal
Breeding and Breeding Department Program, TÜRKİYE

Doç. Dr. Hakan İNCİ / Assoc. Prof. Dr. Hakan İNCİ

Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootehni Bölümü, Hayvan Yetiştirme Anabilim Dalı,
TÜRKİYE
Bingol University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Sciences, Animal Breeding
Department Program, TÜRKİYE

Doç. Dr. Behçet İNAL / Assoc. Prof. Dr. Behçet İNAL

Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Bitkisel Biyoteknoloji
Anabilim Dalı, TÜRKİYE
Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Biotechnology, Plant
Biotechnology Program, TÜRKİYE

Prof. Dr. Özgecan KORKMAZ AĞAOĞLU / Prof. Dr. Özgecan KORKMAZ AĞAOĞLU

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootehni ve Hayvan Besleme
Bölümü, Genetik Anabilim Dalı, TÜRKİYE
Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Faculty of Veterinary, Department of Animal Science
and Animal Nutrition, Genetics Program, TÜRKİYE

Prof. Dr. Pınar AYVAZOĞLU DEMİR / Prof. Dr. Pınar AYVAZOĞLU DEMİR
Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni ve Hayvan Besleme Bölümü, Hayvan
Sağlığı Ekonomisi ve İşletmeciliği Anabilim Dalı, TÜRKİYE
Kafkas University, Faculty of Veterinary, Department of Animal Science and Animal
Nutrition, Animal Health Economics and Management Department, TÜRKİYE

Prof. Dr. Tekin ŞAHİN / Prof. Dr. Tekin ŞAHİN
Siirt Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Klinik Bilimler Bölümü, İç Hastalıkları Anabilim Dalı,
TÜRKİYE
Siirt University, Faculty of Veterinary, Department of Clinical Sciences, Internal Medicine,
TÜRKİYE

Prof. Dr. Levent AYDIN / Prof. Dr. Levent AYDIN
Bursa Uludağ Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Parazitoloji Anabilim Dalı, TÜRKİYE
Bursa Uludag University, Faculty of Veterinary, Parasitology Department Program,
TÜRKİYE

Doç. Dr. Duygu UDUM / Assoc. Prof. Dr. Duygu UDUM
Bursu Uludağ Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Biyokimya
Anabilim Dalı, TÜRKİYE
Bursu Uludag University, Faculty of Veterinary, Department of Basic Sciences, Department
of Biochemistry Program, TÜRKİYE

Doç. Dr. Ebru BİLEN / Assoc. Prof. Dr. Ebru BİLEN
Siirt Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Klinik Bilimler Bölümü, Doğum ve Jinekoloji
Anabilim Dalı, TÜRKİYE
Siirt University, Faculty of Veterinary, Department of Clinical Sciences, Obstetrics and
Gynecology, TÜRKİYE

Dr. Maryam SAFFARIHA
University of Tehran, Department of Rangeland, College of Natural Resource, IRAN

Dr. Bharti CHAUDHRY
University of Delhi, Department of Botany, Ramjas College, INDIA

Dr. Muhammad Waqar Hassan
Islamia University of Bahawalpur, Faculty of Agriculture & Environment, Department of
Entomology, PAKISTAN

Dr. Maryam JAVED

University of Veterinary and Animal Sciences, Institute of Biochemistry and Biotechnology,
PAKISTAN

Dr. Elżbieta MIELNICZUK

University of Life Sciences in Lublin, Faculty of Horticulture and Landscape Architecture,
POLAND

Dr. Benyamin LAKITAN

Sriwijaya University, College of Agriculture, INDONESIA

Dr. Kristine MUSELIANI

Agricultural University of Georgia, Faculty of Agricultural Science, GEORGIA

Dr. Nino GIORGADZE

San Diego State University Georgia, Civil Engineering, Civil, Construction and
Environmental Engineering Department, GEORGIA

Dr. Oluwaseun Aderonke ADELEKE

Univeristy of Ibadan, Department of Agricultural Extension and Rural Development,
NIGERIA

Dr. Djalel Eddine GHERISSI

University of Souk-Ahras, Laboratory of Animal Productions, Biotechnologies and Health,
ALGERIA

Dr. Ivana ŠOLA

University of Zagreb, Faculty of Science, Department of Biology, CROATIA

Dr. Omar MARDENLI

University of Aleppo, Faculty of Agriculture, Aleppo, Syria

Dr. Folasade Mary OWOADE

Ladoke Akintola University of Technology, Ogbomoso, Faculty of Agricultural Sciences,
Department of Crop Production and Soil Science, NIGERIA

Dr. Mourad DERRA

Ibn Zohr University, Faculty of Applied Sciences, MORROCO

Dr. Olesea COJOCARU

State Agrarian University of Moldova, Agronomy Faculty, Department of Agronomy & Environment, MOLDOVA

Dr. Gina Vasile SCAETEANU

University of Agronomic Sciences and Veterinary Medicine, Faculty of Agriculture, ROMANIA

Dr. Phan Thi Bich TRAM

Cantho University, Faculty of Agriculture and Applied Biology, Food Biotechnology Department, VIETNAM

Dr. Muhammad Ali Raza

Sichuan Agricultural University, College of Agronomy, CHINA

Dr. Akbar HOSSAIN

Bangladesh Wheat and Maize Research Institute (BWMRI), Dinajpur, BANGLADESH

Prof. Dr. Peter HRISTOV

Institute of Biodiversity and Ecosystem Research, Department of Animal Diversity and Resources, Bulgarian Academy of Sciences, BULGARIA

Dr. Gregor GORJANC

The University of Edinburgh, Biotechnical Faculty, The Roslin Institute and Royal (Dick) School of Veterinary Studies, Easter Bush, Midlothian, SCOTLAND, UK

Prof. Dr. Rafiq ALLAHVERDIYEV

Azerbaijan State Agricultural University, Faculty of Zooengineering, Department of Technology of Livestock Production, Ganja-AZERBAIJAN

Prof. Dr. Zaur HASANOV

Azerbaijan State Agricultural University, Faculty of Agronomy, Department of Horticulture, Ganja-AZERBAIJAN

ÜRÜN BİLGİSİ / PRODUCT INFORMATION

Dergi Kapsamı: ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi uluslararası hakemli dergi olup, tarım ve bununla ilgili tüm bilimlerde yapılmış özgün araştırma makaleleri ile önemli bilimsel ve teknolojik yenilik ve yöntemleri açıklayan derleme niteliğindeki yazıları, bilimsel çalışmaların erişilebilirliğini, görünürlüğünü, kullanımını artırmak, bilime ivme kazandırmak ve bilim insanlarına fayda sağlamak amacıyla yayın hayatına başlamıştır.

Scope of the Journal: ISPEC Journal of Agricultural Sciences is international refereed journal and began publishing life in order to increase accessibility, visibility, use of scientific studies, to gain momentum and to benefit scientists and publishes the individual researches conducted about agricultural science which may be defined as a collection of significant scientific and technological advancements and innovations related to such researches.

Yayınlayan / Publisher	IKSAD / IKSAD
Yayın Dili / Language	Türkçe-İngilizce / Turkish-English
Basım Tarihi / Date of Publication	07/12/2023
Yayın Aralığı / Frequency	Yılda dört kez (Mart-Haziran-Eylül-Aralık) yayınlanır. Published four times a year (March-June- September December)

Tarandığı İndeksler / Indexed and
Abstracted in



İÇİNDEKİLER / CONTENTS

Determination of the Effect of Sweet Corn (<i>Zea mays</i> L. <i>saccharata</i>) and Bean (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) Intercropping System on the Agronomic Characteristics of Sweet Corn Fatih ÖNER, Ferda ÖZKORKMAZ.....	712
Evaluation of Some Oat Cultivars for Grain Yield, Yield Components and Quality Traits in Düzce Ecological Conditions Hüseyin GÜNGÖR, Mehmet Fatih ÇAKIR, Berkay Hakkı KANTAR, Bahar GEDİK, Ziya DUMLUPINAR.....	718
Determination of Silage Quality of Mixtures of Berseem Clover (<i>Trifolium resupinatum</i> L.) and Annual Ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) under Bilecik Conditions Ensar ER, Hanife MUT.....	730
Determination of Silage Quality of Alfalfa and Annual Ryegrass Mixture Abdurrahman Alper DÜNDAR, Hanife MUT.....	739
Determination of Resistance of Some Plantal Traits of Local Karacadağ Rice (<i>Oryza sativa</i> L.) Populations to Chemical Mutagen Treatment Muhammed İsmail AKYILDIZ, Aydın ALP.....	747
The Effects of Iron Oxide Nanoparticle (FeO-NP) Application on the Growth of Bean (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) Grown in Soilless Culture Melek BİÇER BAYRAK, Hatice DAĞHAN.....	759
Roughage Quality of Gelemen Clover (<i>Trifolium meneghinianum</i> Clem.) in Different Development Periods Gülcan KAYMAK BAYRAM, Mehmet CAN, Zeki ACAR, İlknur AYAN, Erdem GÜLÜMSER.....	778
Characterization of Surface and Groundwater Resources in Yüksekova Basin Mesut BUDAK, Hikmet GÜNAL, Mesut SIRRI, Nurullah ACİR.....	784
The Effect of Sewage Sludge Used in the Cultivation of Corn Plants as Second Crop and Silage on the Macro Nutrient Elements in the Soil Erhan GEZER, Fatih KONUKCU, Aydın ADILOĞLU, Ali Rıza DİNÇER.....	798
The Effect of Male Effect on Some Reproductive Data in Kilis Goats During The Matching Season Mehmet Ferit ÖZMEN, Halit Deniz ŞİRELİ, Elif Merve ÇINAR, Murat TURAN, İlhan ALKAN.....	809

Effect of Different Levels of Cluster Tipping On Quality Characteristics and Phenolic Composition in Crimson Seedless Grape Variety	
Harun ÇOBAN.....	814
<i>In Vitro</i> Propagation of <i>Ornithogalum umbellatum</i>	
Gülsüm ÖZTÜRK.....	825
Effects of Different Irrigation Methods on Oil Content and Fatty Acids Formation in Some Cotton (<i>Gossypium hirsutum</i> L.) Varieties	
Suat CUN, Vedat BEYYAVAŞ, Emrah RAMAZANOĞLU.....	833
Effects of Pistachio (<i>Pistacia vera</i> L.) Hard Outer Shell Biochar Applied on Loamy Textured Soils on Nitrate (NO₃-) and Ammonium (NH₄+) Leaching	
Salih AYDEMİR, Zemzem FIRAT.....	842
Soil Factors Affecting the Distribution of Weed Flora in the Wheat Fields of Yüksekova Basin	
Mesut SIRRI, Mehmet FİDAN, Mesut BUDAK.....	855
Determination of Some Forage Quality Traits in Aegilops Species Found in the Southeastern Anatolia Region	
Mehmet BAŞBAĞ, Mehmet Salih SAYAR.....	870
Investigation of the Effect of Alfalfa Flour Added to Fish Feed on the Nutritional Value of Fish Feed	
Mehmet BAŞBAĞ, Erdal ÇAÇAN, Halit Deniz ŞİRELİ.....	881
Morphological, Physical and Chemical Characteristics, Classification and Evaluation of Soils Formed on Common Parent Materials in Şanlıurfa for Forensic Applications	
Yüstra İNCİ, Recep GÜNDOĞAN, Ali Volkan BİLGİLİ, Emrah RAMAZANOĞLU.....	891
Effects of Biochar Application as a Carbon Substrate on Cotton Plant Growth and Some Soil Enzymes	
Emrah RAMAZANOĞLU.....	904
Taxonomic Classification of Şanlıurfa Halfeti Soils and Their Matching with the FAO/UNESCO (WRB) System	
Salih AYDEMİR, Hasine KÜÇÜKYILDIRIM.....	916

Şeker Mısır (*Zea mays* L. *saccharata*) ve Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Karışık Ekim Sisteminin Şeker Mısırın Bazı Bitkisel Özellikleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi

Fatih ÖNER¹, Ferda ÖZKORKMAZ^{*1}

¹Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Ordu

*Sorumlu Yazar (Corresponding author): ferda.ozkorkmaz@hotmail.com

Özet

Ülkemizde Karadeniz bölgesi mısır ve fasulyenin çokça yetiştirildiği ve tüketildiği bir bölgedir. Bu bilgiler doğrultusunda bu çalışma 2021 yılında Samsun ili Bafra ilçesinde şeker mısır ve fasulye karışık ekim sisteminin şeker mısırın bazı agronomik özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Karışık ekim sistemi olarak kapama mısır; 1 sıra mısır, 1 sıra fasulye; 1 sıra mısır, 2 sıra fasulye karışık ekimleri denenmiştir. Çalışmada koçan boyu, koçan çapı, koçanda sıra sayısı, sırada tane sayısı, bitki boyu, ilk koçan yüksekliği, koçan sayısı ve koçan ağırlığı gibi agronomik özellikler incelenmiştir. Elde edilen verilere göre bitki boyu 224.96-239.5 cm, ilk koçan yüksekliği 70.66-78.20 cm, koçan sayısı 1.23-1.30 adet, koçan ağırlığı 271-381.1 g, koçan boyu 19.60-20.78 cm, koçan çapı 39.65-42.22 cm, koçan sıra sayısı 15.5-16.6 adet, sırada tane sayısı 39.16-42.17 adet olarak belirlenmiştir. Önemli çıkan özelliklerden elde edilen verilerde Tukey karşılaştırma testi yapılmıştır. Çalışma sonucunda karışık ekim uygulamalarının koçan ağırlığı, koçan boyu ve koçanda sıra sayısı üzerinde etkisi önemsiz çıkarken diğer özelliklerde etkisi önemli olarak belirlenmiştir. Elde edilen veriler sonucu en iyi sonuçların 1 sıra mısır-2 sıra fasulye karışık ekim uygulamasından elde edildiği belirlenmiştir.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi :10.06.2023
Kabul Tarihi :18.07.2023

Anahtar Kelimeler

Ekim düzenlemeleri
koçan özellikleri
bitkiler arası rekabet

Determination of the Effect of Sweet Corn (*Zea mays* L. *saccharata*) and Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Intercropping System on the Agronomic Characteristics of Sweet Corn

Abstract

In our country, the Black Sea region is a region where corn and beans are widely grown and consumed. In line with this information, this study was carried out in order to determine the effect of sweer corn and bean mixed planting system on some agronomic properties of sweet corn in Bafra district of Samsun province in 2021. The experiment was arranged in a randomized block design with three replications. Covering corn; 1 row of corn, 1 row of beans; 1 row of corn, 2 rows of beans were tried as a mixed planting system. In the study, agronomic characteristics such as ear length, ear diameter, number of kernels per ear, ranged grain number, plant height, first ear height, number of ear and weight of the ear were investigated. According to the data obtained, plant height 224-239 cm, first ear height 70-78 cm, number of ear 1.2-1.3, ear weight 271-381 g, ear length 19-20 cm, ear diameter 39-42 cm, number of kernels per ear 15-16 pieces, ranged grain number was determined as 39-42 pieces. The Tukey comparison test was performed on the data obtained from the important features. As a result of the study, the effect of mixed planting practices on ear weight, ear length and row number were found to be insignificant, while the effect on other characteristics was determined to be significant. As a result of the data obtained, it was determined that the best results were obtained from the mixed planting arrangement of 1 row of corn and 2 row of beans.

Research Article

Article History

Received :10.06.2023
Accepted :18.07.2023

Keywords

Planting arrangements
ear characteristics
competition between plants

1.Giriş

Giderek artan nüfus artışıyla birlikte ihtiyaç duyulan besin miktarı da artmaktadır. Besin miktarının arttırılması amacıyla üreticiler birim alandan elde edilen verimin arttırılmasına yönelik farklı yöntemler armaya başlamışlardır. Bu yöntemlerden birisi de karışık ekimdir. Karışık ekim yöntemi iki veya daha fazla bitkinin aynı alanda, aynı yetiştirme periyodunda yetiştirilmesi olarak tanımlanabilir. Aynı tarlada sadece tek bitki türünün yetiştirildiği ekim yöntemi de “kapama, yalnız veya yalın ekim” olarak adlandırılmaktadır (Ofori ve Stern, 1987). Ülkemizde karışık ekim daha çok Orta ve Doğu Karadeniz Bölgelerinde kullanılmaktadır. Eş zamanlı iki bitkinin birlikte yetiştirilmesinin en belirgin üstünlüğü birim alandan elde edilen toplam ürünlerdeki artışlardır (Hamidi ve Demiroğlu Topçu, 2021). Karışık ekimde amaç bitkiler arasında karşılıklı faydalı biyolojik etkileşim yaratarak elde edilen verimin arttırılmasıdır (Takıl ve ark., 2020). Yalın ekime göre karışık ekimde doğal kaynaklar daha verimli kullanılabilen dolayısıyla elde edilen verim artmaktadır. Ayrıca karışık ekimde farklı bitki türlerinin bir arada bulunması bazı zararlı böcek, yabancı ot ve patojenlerin yoğunluğunu ve etkinliklerini azaltmaktadır (Perrin, 1977). Karışık ekimlerde protein konsantrasyonunu artırmak için uygulanabilir bir önlem olarak baklagillerle karışık ekim sıkça uygulanmaktadır (Doğrusöz ve ark., 2023). Bazı durumlarda karışık ekim sonucu bitkiler arasında su, ışık, besin maddesi bakımından rekabet oluşabilmekte bu da verim artışında olumsuz etkilere neden olabilmektedir. Bunun önüne geçebilmek ve karışık ekimden beklenen yararın elde edilmesi için uygun bitkilerin belirlenerek bir araya getirilmesi gerekmektedir (Lithourgidis ve

ark., 2011). Karışık ekim dört farklı yöntemle yapılmaktadır. İki ya da daha fazla bitkini belirli bir sıra olmadan karışık olarak ekilmesi (mixed intercropping), bitkilerin aynı sıra üzerinde yetiştirilmesi (row intercropping), bakım işlerinin kolay yapılması açısından bitkilerin geniş, fakat birbirlerini etkileyecek kadar dar şeritler halinde ekilmesi (strip intercropping), bir bitkinin hasat edilmeden diğer bitkinin ekilmesi (relay intercropping) olarak adlandırılmaktadır (Francis, 1989). Mısır-Baklagil karışık ekimi özellikle ülkemizde Karadeniz Bölgesinde yaygın olarak uygulanmaktadır. Özellikle baklagil bitkilerinin toprağa azotça zenginleştirmeleri ve toprağa bağlanan bu azotun mısır bitkisi tarafına kullanılarak verimini arttırdığı bir çok çalışma ile bildirilmiştir (Çiftçi ve ark., 2006; Çam ve Yılmaz, 2008; Dimitrios ve ark., 2010). Verilen bilgiler doğrultusunda, çalışmamızda Samsun ili Bafra ilçesi ekolojik koşullarında mısır ve fasulye karışık ekiminin mısır bitkisinin bazı bitkisel özellikleri üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2.Materyal ve Yöntem

Çalışmamız 2021 yılında, Samsun ili Bafra ilçesi ekolojik koşullarında yürütülmüştür. Deneme alanına ait iklim özellikleri Tablo 1’de verilmiştir. Bitki büyüme döneminde toplam yağış miktarı 525 mm, ortalama sıcaklık 19.88 °C, ortalama nem % 72.33 olarak kaydedilmiştir Uzun yıllar (1963-2020) ortalamalarına göre toplam yağış miktarı daha fazla iken sıcaklık ve nem miktarı uzun yıllar ortalamasına yakın olarak kaydedilmiştir (Tablo 1). Toprak analizi sonuçlarına göre deneme alanı toprağı killi-tınlı bünyede, nötr, organik maddece orta, az kireçli yapıdadır.

Tablo 1. Denemenin yürütüldüğü alanın 2021 yılı ve uzun yıllar vejetasyon dönemine ait iklim verileri*

Aylar	2021					Uzun yıllar (1963-2020)				
	Sıcaklık (°C)			Toplam Yağış (mm)	Ort. Nem (%)	Sıcaklık (°C)			Toplam Yağış (mm)	Ort. Nem (%)
	Max.	Min.	Ort.			Max.	Min.	Ort.		
Mayıs	29.9	5.1	16.5	70	69.6	37.4	3	15.6	43.71	79.5
Haziran	29.2	12.9	19.9	80.40	74	38.4	7.7	20.2	43.31	75.1
Temmuz	31.3	18.9	24.9	60	70.7	40.8	9.4	22.9	33.22	73
Ağustos	33.4	18.6	24.3	86.40	72	40.4	10.3	23	50.72	74.2
Eylül	29.7	11.6	18.9	117.80	71.5	37.2	6.8	19.6	53.47	76.5
Ekim	25.9	7.8	14.8	110.40	76.1	36	3	15.5	76.54	78.6
Toplam/Ortalama	29.86	12.48	19.88	525	72.3	38.36	6.7	19.46	300.97	76.15

*Samsun Meteoroloji Bölge Müdürlüğü kayıtları

Araştırmada Merit şeker mısır çeşidi ile Gina fasulye çeşidi kullanılmıştır. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Karışık ekim sistemi olarak kapama mısır (KM), 1 sıra mısır -1 sıra fasulye (M-F), 1 sıra mısır -2 sıra fasulye (M-F-F) karışık ekimleri denenmiştir. Her deneme parseli 4 metre uzunluğunda, 8 metre genişliğinde 12 bitki sırasından oluşturulmuştur (32 m²). Sıra arası mesafeler 70 cm, sıra üzeri mesafeler ise mısırdaki 20 cm, fasulyede 5 cm olarak belirlenmiştir. Ekimden önce parsellere taban gübresi olarak diamonyum fosfat (DAP 18.46.0) ve kalsiyum amonyum nitrat (CAN % 46) uygulanmıştır. İhtiyaç duyuldukça yağmurlama sulama ve yabancı ot temizliği yapılmıştır. Hasat olgunluğu döneminde her parselden tesadüfi seçilen 10 mısır bitkisinde koçan boyu, koçan çapı, koçanda sıra sayısı,

sırada tane sayısı, bitki boyu, ilk koçan yüksekliği, koçan sayısı, koçan sayısı ve koçan ağırlığı özellikleri hesaplanmıştır. Elde edilen verilerde SAS-JMP 13.0 paket programı kullanılarak varyans analizi yapılmıştır. Ortalamalarda çoklu karşılaştırmalar % 5 önem seviyesinde TUKEY testi kullanılarak yapılmıştır.

3.Bulgular ve Tartışma

Şeker mısırı için koçan boyu değerleri 19.60 cm ile 20.78 cm arasında elde edilirken, koçanda sıra sayısı değerleri 15.53 adet ile 16.66 adet arasında hesaplanmıştır. Elde edilen verilerde koçan ağırlığı değerleri ise 271 g ile 381.1 g arasında belirlenmiştir. Yapılan varyans analizine göre uygulanan karışık ekim yöntemlerinin koçan boyu, koçanda sıra sayısı ve koçan ağırlığı değerleri üzerine etkisi önemsiz çıkmıştır (Tablo 2).

Tablo 2. Farklı karışık ekim sistemlerinin şeker mısırdaki incelenen bazı özelliklere etkisi

	Koçan boy (cm)	Koçan çap (cm)	Koçanda sıra sayısı (adet)	Sırada tane sayısı (adet)	Bitki boyu (cm)	İlk koçan yüksekliği (cm)	Koçan sayısı (adet)	Koçan ağırlığı (g)
KM	20.37	39.65 ^b	15.53	41.34 ^a	224.96 ^b	70.66 ^b	1.23 ^b	381.1
M-F	19.60	42.22 ^a	16.66	39.16 ^b	225.03 ^b	76.83 ^a	1.30 ^a	286.5
M-F-F	20.78	40.67 ^{ab}	16.20	42.17 ^a	239.5 ^a	78.20 ^a	1.23 ^b	271.0
Ort.	20.25	40.84	16.13	40.89	229.83	75.23	1.25	312.86

Karışık ekim yöntemleri uygulamalarının şeker mısırdaki koçan çapı değerleri üzerine etkisi önemli ($P<0.05$) çıkmıştır. Yalın mısır ekiminde koçan çapı 39.65 cm ile en düşük değer olarak elde edilirken, en yüksek koçan çapı değeri 42.22 cm ile 1 sıra mısır-1 sıra fasulye ekiminden elde edilmiştir. 1 sıra mısır- 2 sıra fasulye ekiminden elde edilen koçan çapı değeri 40.67 cm olarak hesaplanmış ve 1 sıra mısır-1 sıra fasulye ekimi ile aynı grupta yer almaktadır. (Tablo 2).

Sırada tane sayısı değerlerine bakıldığında en yüksek değer 42.17 adet ile 1 sıra mısır-2 sıra fasulye karışık ekiminden elde edilirken, 41.34 adet ile yalın mısır ekiminden elde edilen sırada tane sayısı değeri en yüksek değerle aynı istatistik grupta yer almıştır. En düşük sırada tane sayısı değeri ise 39.16 adet ile 1 sıra mısır-1 sıra fasulye karışık ekiminden elde edilmiştir. Karışık ekim uygulamalarının şeker mısırdaki sırada tane sayısı değerleri üzerine etkisi önemli ($P<0.05$) çıkmıştır (Tablo 2). Koçan sayısı değerleri üzerine karışık ekim uygulamalarının etkisi yapılan varyans analizi sonucu önemli ($P<0.05$) çıkmıştır. En yüksek koçan sayısı 1.30 adet ile 1 sıra mısır-1 sıra fasulye ekiminden elde edilmiştir. Yalın mısır ekiminden elde edilen koçan sayısı değeri ile (1.23 adet) 1 sıra mısır-2 sıra fasulye ekiminden elde edilen koçan sayısı değeri (1.23 adet) aynı hesaplanmıştır (Tablo 2). Uygulanan farklı karışık ekim yöntemlerinin şeker mısırdaki bitki boyu ve ilk koçan yüksekliğine olan etkisi yapılan varyans analizi sonucu önemli ($P<0.01$) olarak bulunmuştur. Bitki boyu değerleri en yüksek 239.5 cm ile 1 sıra mısır-2 sıra fasulye ekiminden elde edilmiştir. Yalın mısır ekiminde bitki boyu 224.96 cm, 1 sıra mısır-1 sıra fasulye ekiminde ise 225.03 cm olarak elde edilmiş olup, aynı istatistik grupta yer almışlardır. İlk koçan yüksekliği değerlerine bakıldığında 1 sıra mısır-2 sıra fasulye ekiminden elde edilen değer ile (78.20 cm)

1 sıra mısır-1 sıra fasulye ekiminde elde edilen değer (76.83 cm) aynı istatistik grupta yer almıştır. En düşük ilk koçan yüksekliği ise 70.66 cm ile yalın mısır ekimlerinden elde edilmiştir (Tablo 2). Tiryaki ve ark. (2004) ve Öner ve Aykutlu (2017) bizim çalışmamızdan farklı olarak mısırdaki bitki boyu ve ilk koçan yüksekliği değerlerinin yalın mısır ekimlerinde karışık ekime göre daha yüksek olduğunu, bunun karışık ekimlerde türler arası rekabetten kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Takıl ve ark. (2020) tane verimi hariç diğer özelliklerde karışık ekim uygulamalarında daha yüksek değerler elde edildiğini belirtmişlerdir. Tiryaki (2001) karışık ekim sistemlerinde en yüksek koçan uzunluğu değerlerinin elde edildiğini belirtmiştir. Mısırdaki yetiştirme teknikleri ve iklim koşulları verim ve bitkisel özellikler üzerinde oldukça etkilidir (Kuşvuran ve Nazlı, 2014).

4.Sonuçlar

Çalışmamız sonucunda karışık ekim yöntemlerinde elde edilen verilerin yalın mısır ekimine oranla daha yüksek çıktığı, 1 sıra mısır-2 sıra fasulye karışık ekim sisteminde daha yüksek değerler elde edildiği görülmektedir. Yapılan bazı çalışmalarda özellikle tane verimi değerlerinin yalın ekimlerde karışık ekimlere göre daha yüksek çıktığı bildirilmektedir. Elde edilen sonuçlardaki bu farklılığın denemede kullanılan çeşitlerin ve uygulanan karışık ekim yöntemlerinin farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Samsun Bafra ekolojik koşullarında yürüttüğümüz bu çalışmada mısır fasulye karışık ekimi; besin, su, ışık rekabetinin bitkilerin gelişimi açısından daha uygun olabileceği düşünülmektedir tavsiye edilmektedir.

Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulunmuşlardır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Açıklama

Bu çalışma 6-8 Haziran'da 12. International Conference on Agriculture, Animal Sciences & Rural Development'da sözlü sunum olarak sunulmuştur.

Kaynaklar

- Çam, E., Yılmaz, G., 2008. Ordu Gürgentepe koşullarında patates-mısır-fasulye karışık ekim sistemleri üzerinde bir araştırma. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1(1): 1-9.
- Çiftçi, V., Toğay, N., Toğay, Y., Doğan, Y., 2006. The effects of intercropping sowing systems with dry bean and maize on yield and some yield components. *Journal of Agronomy*, 5(1): 53-56.
- Dimitrios, B., Panayioti, P., Aristidis, K., Sotiria, P., Anestis, K., Aspasia, E., 2010. Weed-suppressive effects of maize-legume intercropping in organic farming. *International Journal of Pest Management*, 56: 173-181.
- Doğrusöz, M.Ç., Hakkoymaz, O., Başaran, U., Mut, H., Gülümser, E., 2023. Çavdar ile macar fiği ve yem bezelyesinin karışık ekim sisteminde ot verimi ve kalitesi. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 7(2): 442-450.
- Francis, C.A., 1986. Multiple Cropping Systems. Mac Millan Publishing Company, 866 Third Avenue, New York, NY 10022.
- Hamidi, M., Topçu, G.D., 2021. Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) ve soya (*Glycine max* L.)'nın birlikte ekiminin verim ve bazı agronomik özellikler üzerine etkisi. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 5(3): 741-749.
- Kuşvuran, A., Nazlı, R.İ., 2014. Orta kızılırmak havzası ekolojik koşullarında bazı mısır (*Zea mays* L.) çeşitlerinin tane mısır özelliklerinin belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 24(3): 233-240.
- Lithourgidis, A.S., Dordas, C.A., Damalas, C.A., Vlachostergios, D.N., 2011. Annual intercrops: an alternative pathway for sustainable agriculture. *Australian Journal of Crop Science*, 5(4): 396-410.
- Ofori, F., Stern, W.R., 1987. Cereal-legume intercropping systems. *Advances in Agronomy*, 41: 41-90.
- Öner, F., Aykutlu, H.M., 2017. Mısır (*Zea mays* L. *indendata*) ve soya (*Glycine max* L. Merr) karışık ekim yöntemlerinin bazı agronomik özelliklere etkileri. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 3(2): 100-107.
- Perrin, K.M., 1977. Pest management in multiple cropping systems. *Agroecosystems*, 93-118.
- Takıl, E., Kayan, N., Altay., 2020. Mısır fasulye karışık ekim sistemlerinde farklı ekim şekillerinin verim ve verim unsurları üzerine etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24(1): 111-125.
- Tiryaki, M.K., 2001. Birlikte ekim sistemlerindeki mısır (*Zea mays* L.) ve fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) verim ve diğer agronomik özelliklerin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Tiryaki, M.K., Akman, Z., Kara, B., 2004. Mısır ve fasulye karışık ekim sisteminde verim ve bazı agronomik özelliklerin belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 10(1): 85-92.

Atıf Şekli	Öner, F., Özkorkmaz, F., 2023. Şeker Mısır (<i>Zea mays</i> L. <i>saccharata</i>) ve Fasulye (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) Karışık Ekim Sisteminin Şeker Mısırın Bazı Bitkisel Özellikleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. <i>ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 7(4):712-717. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.10207623 .
To Cite	Öner, F., Özkorkmaz, F., 2023. Determination of the Effect of Sweet Corn (<i>Zea mays</i> L. <i>saccharata</i>) and Bean (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) Intercropping System on the Agronomic Characteristics of Sweet Corn. <i>ISPEC Journal of Agricultural Sciences</i> , 7(4): 712-717. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.10207623 .



Evaluation of Some Oat Cultivars for Grain Yield, Yield Components and Quality Traits in Düzce Ecological Conditions

Hüseyin GÜNGÖR^{1*}, Mehmet Fatih ÇAKIR², Berkay Hakkı KANTAR¹, Bahar GEDİK¹,
Ziya DUMLUPINAR³

¹Düzce University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Düzce

²Düzce University, Environment and Health Coordination, Düzce

³Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Biotechnology, Kahramanmaraş

*Corresponding author: hgungor78@hotmail.com

Abstract

This study was conducted to determine the grain yield, yield components and quality characteristics of 15 oat cultivars in Düzce province in the 2021-2022 growing season. The experiment was established in a randomized complete block design with three replications. In this study, oat cultivars were examined panicle length, grain number per panicle, grain weight per panicle, thousand kernel weight, test weight, groat percentage and grain yield. According to the results, the average panicle length ranged from 13.23 to 20.83 cm, grain number per panicle ranged from 37.83 to 86.83, grain weight per panicle ranged from 0.96 to 2.75 g, thousand kernel weight ranged from 19.86 to 42.36 g, test weight ranged from 43.45 to 60.08 kg hl⁻¹, groat percentage ranged from 74.2% to 100.0%, and grain yield varied between 201.4 and 414.8 kg da⁻¹. According to the biplot graph, the analysis indicated that grain yield had a positive relationship with panicle length, grain number per panicle, and grain weight per panicle, while having a negative relationship with test weight and groat percentage. Correlation analysis revealed a positive relationship between grain yield and the number of grains per panicle, grain number per panicle, grain weight per panicle, thousand kernel weight, and test weight, while it had a negative relationship with groat percentage and panicle length.

Research Article

Article History

Received :12.06.2023
Accepted :20.07.2023

Keywords

Oat
yield
biplot graph
correlation analysis

1. Introduction

Oat is an annual, self-pollinated, important grain and forage plant belonging to the Gramineae family (Valentine et al., 2011). Oat are widely used in animal nutrition, and their importance in the pharmaceutical, cosmetic, and food industries continues to increase (Buerstmayr et al., 2007; Marshall et al., 2013; Şahin et al., 2017).

Oat have a special place and importance in human nutrition due to the proteins, unsaturated fatty acids, vitamins, soluble fibers, phytochemicals and minerals in the grain structure (Flander et al., 2010; Finnan et al., 2019).

In Turkey, in the year 2022, the oat cultivation area was 137.655 ha, the production quantity was 365.000 tons, and the average yield was 266 kg da⁻¹ (TÜİK, 2023).

The aim breeding studies is to develop short-stemmed, lodging-resistant, large-grained varieties of oats with a low husk percentage, high protein content, disease resistance, and high yield. Breeding studies for oats place a strong emphasis on quality, with different quality standards for oats depending on whether they will be used for human or animal nutrition. Oats with high protein, dietary fiber, and beta-glucan content and low fat and husk content are recommended for human consumption. In contrast, varieties with a high amount of protein and fat, and beta-glucan, low husk are preferred for animal feed (Sarı et al., 2012; Sabandüzen and Akçura, 2017).

Changing environmental conditions and cultivation techniques are influential in the effective selection of varieties with both high quality and a high grain yield. In breeding studies, the focus is on creating stable varieties with high yield and quality that are least susceptible to the adverse effects of environment factors, suitable for regional conditions and cultivation

methods. It is crucial to create varieties with high yield and superior quality now that the value of oats human nutrition has come to light. In oat cultivation, oat varieties with high yield and quality nutritional value that will adapt to the region are needed (Sarı and İmamoğlu, 2011; Şahin et al., 2019; Uzun and Halil, 2019; Mut et al., 2021).

Many researchers have reported that the relationship between grain yield and quality characteristics is important in oat breeding studies (Dumlupınar et al., 2011; Kapoor et al., 2011; Dumlupınar et al., 2017; Şahin et al., 2019). Correlation analysis measures the mutual relationship between different traits, helps determine appropriate selection criteria that provide improvements in yield and quality, and is used by plant breeders in variety development studies (Marjanovic-Jeromela et al., 2007; Dumlupınar et al., 2017).

Biplot analysis is a two-way table design that graphically represents row and column factors that allows for the analysis of two-way data between genotypes and traits. In recent years, the biplot analysis method, which can give the relationship between genotypes and traits as a whole, has provided advantages to researchers in choosing genotypes (Yan and Kang, 2003; Yan and Tinker, 2006).

This study was carried out to determine the yield and some quality characteristics of registered oat cultivars in Düzce ecological conditions, to determine the effects of the examined characteristics on grain yield by correlation analysis, and to determine the relationships between the examined characteristics and cultivars by the biplot analysis method.

2. Material and Methods

This study was conducted at Düzce location during the 2021-2022 growing season, following a randomized complete block design with three replications.

In the study, 15 oat cultivars were used as materials. The oat cultivars used in the experiment, along with the registering

institutions and registration years, are presented in Table 1.

Table 1. The oat cultivars used in the experiment, owner company/institute and registration years

No	Cultivar	Owner Institutes/Companies	Registration Year
1	Diriliş	BDIARI	2017
2	Faikbey	BDIARI	2004
3	Fetih	AARI	2014
4	Halkalı	TARI	2020
5	Kahraman	TARI	2014
6	Katmerli	BDIARI	2020
7	Kazan	BDIARI	2020
8	Kehlibar	SM	2018
9	Kırklar	TARI	2014
10	Küçükyayla	TARI	2018
11	Otağ	BDIARI	2020
12	Sebat	TARVC	2011
13	Seydişehir	BDIARI	2004
14	Somun Yıldızı	SM	2020
15	Yeniçeri	BDIARI	2013

AAIR: Aegean Agricultural Research Institute, BDIARI: Bahri Dagdas International Agricultural Research Institute, SM: Som Un Seed Company, TARVC: Trakya Agriculture and Veterinary Company, TARI:Trakya Agricultural Research Institute

The soil characteristics of the trial area are as follows: clayey texture, slightly acidic in nature, non-saline, very low in lime content, very low in phosphorus

suitable for plants, low in potassium, and high in nitrogen and organic matter content (Table 2).

Table 2. Soil analysis of the trial area

Texture (ml 100g ⁻¹)	Ph	Total Saline (%)	Lime (%)	Organic Matter (%)	Total Nitrogen	Phosphorus (kg da ⁻¹)	Potassium (kg da ⁻¹)
Clay (86)	6.41	0.033	0.000	4.874	0.244	0.57	26

When the long-term average of Düzce province is examined, the average temperature is 12.5 °C and the total precipitation is 811.4 mm, while the average temperature is recorded as 14.5 °C and the total precipitation is 1027.5 mm in the 2021-2022 (November-July) growing period (Table 3).

Sowing was done manually in 5-meter-long plots with a spacing of 20 cm between rows and 6 rows per plot, resulting in 500 seeds per square meter in the second week of November. The plot sizes in the trial were

maintained at 6 square meters both at the time of sowing and at harvest time.

In this study, panicle length, grain number per panicle, grain weight per panicle, thousand kernel weight, test weight, groat percentage and grain yield were investigated.

Weed control was performed manually in the trial plots, and no treatments were applied for diseases and pests. With sowing, 5 kg da⁻¹ nitrogen and 5 kg da⁻¹ phosphorus were applied per decare in pure form, the

top fertilizer was divided into two and 9 kg da⁻¹ nitrogen was applied during the tillering period and 6 kg da⁻¹ nitrogen was

applied during the jointing stage. Harvest was done in the second week of July.

Table 3. Some climate data of Düzce province growing year and long term average

Months	Temperature (°C)		Precipitation (mm)	
	2021-2022	Long Term	2021-2022	Long Term
November	11.6	9.4	61.2	76.5
December	9.6	5.7	72.5	100.9
January	3.6	3.7	176.0	91.3
February	6.7	5.2	111.0	70.4
March	5.8	7.6	96.3	73.9
April	14.0	12.2	46.4	59.3
May	17.4	16.5	20.0	62.8
June	21.5	20.3	204.2	70.5
July	22.7	22.4	23.8	45.1
Mean	12.5	11.4		
Total			811.4	650.7

Long term: 1959-2022 years

In the research, the obtained results were compared using the Duncan test for means comparison. Correlation and principal component analyses were calculated based on the average data and evaluated using the biplot approach (JMP 15.1 SAS Institute Inc, 2020). While correlation analyzes were performed using the JMP program, visualization was made using the ggplot2 package in R software (Wickham, 2009).

3. Results and Discussion

The variance analysis results of the features examined in the study are given in Table 4. Differences between cultivars in all examined traits were found to be statistically significant at the $P \leq 0.01$ level (Table 4). The means for oat cultivars panicle length, grain number per panicle, grain weight per panicle, and thousand kernel weight are given in Table 5, while the averages for test weight, groat percentage, and grain yields are provided in Table 6.

Table 4. Variance analysis table of oat cultivars

Traits		Replication	Cultivars	Error
Panicle length	DF	2	14	28
	MS	1.77220	13.64441**	1.5210
Grain number per panicle	DF	2	14	28
	MS	114.7402	681.1622**	50.247
Grain weight per panicle	DF	2	14	28
	MS	0.0964014	0.6644118**	0.086103
Thousand kernel weight	DF	2	14	28
	MS	17.3866	103.4851**	1.7774
Test weight	DF	2	14	28
	MS	0.94419	65.63800**	1.7180
Groat percentage	DF	2	14	28
	MS	2.2586	116.1166**	1.837
Grain yield	DF	2	14	28
	MS	8915.10	13426.04**	1296.9

** Significant at 1%, * Significant at 5% and ns: not significant, DF: Degrees of freedom, MS: Mean square

While the average panicle length of oat cultivars ranged from 13.23 to 20.83 cm, the mean panicle length was determined to be 16.04 cm. The highest panicle length was measured in the cultivar Otağ (20.83 cm), while the shortest panicle length was observed in the cultivar Kehlibar (13.23 cm) (Table 5). In previous studies, it was reported by different researchers that the panicle length varied between 15.7 cm and 47.3 cm (Sobayoğlu and Topal, 2016; Dumlupınar et al., 2017; Keçecioğlu et al., 2021; Mut et al., 2021). In the experiment, the grain number per panicle of oat cultivars varied between 37.83 (Halkalı) and 86.83 (Otağ). The average number of grains per panicle was determined to be 57.41 grains. Among the oat cultivars, cultivar Otağ exhibited the highest mean number of grains per panicle at 86.83, followed by cultivars Somun Yıldızı (74.84), Diriliş (74.67), and Sebat (73.17) as detailed in Table 4. The grain number per panicle,

reported by Kara et al. (2007) as 58.8-92.5, Ercan et al. (2016) as 47-215, Dumlupınar et al. (2017) as 25.8-209.9, Uzun and Halil (2019) as 63.13-92.72 and Kahraman et al. (2021) as 64.1-143.5.

In the research, the grain weight per panicle for oat cultivars ranged from 0.96 to 2.75 g, with the lowest grain weight per panicle observed in the cultivar Katmerli and the highest in the cultivar Otağ (Table 5). Some previous studies have reported variations in grain weight per panicle ranging from 0.53 to 4.85 g (Kara et al., 2007; Ercan et al., 2016; Dumlupınar et al., 2017; Mut et al., 2021). The findings regarding grain weight per panicle are in line with the results of previous studies. Grain weight per panicle is an important yield criterion in oat. It is influenced by environmental factors and significantly varies depending on genetic factors (Sabandüzen and Akçura, 2017).

Table 5. Values for panicle length, grain number per panicle, grain weight per panicle, and thousand kernel weight for oat cultivars

Cultivars	PL	GNP	GWS	TKW
Diriliş	18.56 bc	74.67 b	2.36 ab	32.63 ef
Faikbey	16.37 de	40.00 fg	1.53 def	36.85 bc
Fetih	14.28 fg	51.33 def	1.28 efg	25.14 jk
Halkalı	14.43 efg	37.83 g	1.21 fg	30.75 fg
Kahraman	16.56 def	51.00 def	1.48 def	33.52 de
Katmerli	13.34 g	48.88 d-g	0.96 g	19.86 l
Kazan	15.45 def	42.83 efg	1.55 def	33.82 de
Kehlibar	13.23 g	60.66 cd	1.98 bcd	27.16 ij
Kırklar	16.88 bcd	54.33 de	1.95 bcd	37.25 b
Küçükyayla	14.33 efg	40.33 fg	1.76 cde	42.36 a
Otağ	20.83 a	86.83 a	2.75 a	29.79 gh
Sebat	15.52 cd	73.17 b	1.97 bcd	24.59 k
Seydişehir	18.83 ab	57.00 cd	2.06 bc	34.87 cd
Somun Yıldızı	15.27 d-g	74.84 b	2.13 bc	27.64 hi
Yeniçeri	16.80 bcd	67.50 bc	1.64 c-f	26.30 ijk
Mean	16.04	57.41	1.77	30.83
LSD	2.06	11.86	0.49	2.23
CV	7.68	12.34	16.52	4.32

PL: Panicle length, GNP: Grain number per panicle, GWS: Grain weight per panicle, TKW: Thousand kernel weight

The thousand kernel weight of oats to be used in human nutrition is required to be

higher than 26 g (Kahraman et al., 2021). The average thousand kernel weight of the

oat cultivars used in the experiment was determined as 30.83 g. In the study, the thousand kernel weight varied between 19.86-42.36 g, the highest thousand kernel weight was obtained in the cultivar Küçükyayla, while the lowest thousand kernel weight was obtained in the cultivar Katmerli (Table 5). Previous studies have reported variations in thousand kernel weight ranging from 16.8 g to 46.9 g (Sobayoğlu and Topal, 2016; Sabandüzen and Akçura, 2017; Dumlupınar et al., 2017; Güngör et al., 2023). Thousand kernel weight can vary depending on genetic and environmental influences and cultivation conditions (Sarı and İmamoğlu, 2011; Dumlupınar et al., 2017; Sabandüzen and Akçura, 2017; Kahraman et al., 2021).

The test weight of oat cultivars ranged from 43.45 to 60.08 kg hl⁻¹, with an average test weight of 49.98 kg hl⁻¹. The cultivars with the highest test weight in the trial were Katmerli (60.08 kg hl⁻¹), Kazan (54.92 kg hl⁻¹), and Küçükyayla (54.86 kg hl⁻¹), while the lowest test weight was observed in Sebat

(43.45 kg hl⁻¹), Faikbey (44.19 kg hl⁻¹), Seydişehir (44.33 kg hl⁻¹), and Otağ (44.68 kg hl⁻¹) cultivars (Table 6). Previous studies have reported test weights as follows: Kahraman et al. (2017), 43.9-60.4 kg hl⁻¹; Güngör et al. (2023), 42.1-53.2 kg hl⁻¹. Test weight varies depending on genetic and environmental influences, and cultural practices (Pixley and Frey, 1991; Kahraman et al., 2021; Güngör et al., 2023). It is preferred for oats used for nutritional purposes to have a high groat percentage and a low husk ratio (Kahraman et al., 2017). The average groat percentage of the oat cultivars used in the experiment was determined as 80.17%. In the study, the groat percentage of oat cultivars varied between 74.20-100.0%. In the study, the lowest groat percentage was found in the cultivar Kahraman, and the highest groat percentage was found in the cultivar Katmerli (Table 6). Similar studies found that the grain groat percentage varied between 56.1-78.4% in Kahraman et al. (2017) and 64.7-74.1% in Kahraman et al. (2021).

Table 6. Values related to test weight, grain internal ratio and grain yield of oat cultivars

Cultivars	TW	GP	GY
Diriliş	48.91 e	75.50 fg	414.8 a
Faikbey	44.19 f	76.33 fg	256.0 d-g
Fetih	53.51 bc	83.83 b	220.9 g
Halkalı	48.95 e	79.76 de	250.7 d-g
Kahraman	51.06 de	74.20 g	374.2 ab
Katmerli	60.08 a	100.0 a	286.5 c-f
Kazan	54.92 b	76.00 fg	242.7 efg
Kehlibar	50.11 de	81.60 bcd	393.7 a
Kırklar	51.80 cd	76.83 f	250.5 d-g
Küçükyayla	54.86 b	80.80 cd	302.3 cde
Otağ	44.68 f	82.17 bc	304.6 cd
Sebat	43.45 f	81.06 cd	228.8 fg
Seydişehir	44.33 f	75.76 fg	215.3 g
Somun Yıldızı	49.70 de	77.56 ef	320.5 bc
Yeniçeri	49.13 e	81.16 cd	201.4 g
Mean	49.98	80.17	284.2
LSD	2.19	2.27	60.23
CV	2.62	1.69	12.67

TW: Test Weight, GP: Groat Percentage, GY: Grain Yield

The grain yield of oat cultivars ranged from 201.4 to 414.8 kg da⁻¹. The average grain yield of oat cultivars was determined to be 284.2 kg da⁻¹. The study obtained the highest grain yield in the cultivars Diriliş (414.8 kg da⁻¹) and Kehlibar (393.7 kg da⁻¹). In comparison, the lowest grain yield was observed in the Yeniçeri (201.4 kg da⁻¹), Seydişehir (215.3 kg da⁻¹), and Fetih (220.9 kg da⁻¹) cultivars (Table 6). Similar studies have reported grain yields ranging from 99.2 to 241.4 kg da⁻¹ (Sobayoğlu and Topal, 2016), 306.7 to 454.8 kg da⁻¹ (Uzun and Halil, 2019), 413.6 to 810.4 kg da⁻¹ (Kahraman et al., 2021), and 401.1 to 532.1 kg da⁻¹ (Güngör et al., 2023). Grain yield in oats influenced by genetic, cultural practices, and environmental factors (Tamm, 2003; Batalova and Gorbuna, 2009; Kahraman et al., 2017; Güngör et al., 2023).

3.1.Principal components (PCA) biplot analysis

The biplot analysis method has been frequently used recently in plant breeding studies because it makes easier to visually examine the relationships between examined traits and genotypes and evaluate the analysis results (Yan and Kang, 2003; Güngör et al., 2022). In this study, a biplot analysis result, illustrating the relationship between oat cultivars and the examined traits is presented in Figure 1. When examining the GGE biplot graph, PC1 accounted for 46.4%, and PC2 accounted for 24.5% of the total variation, totaling 70.9% (Figure 1). Yan et al. (2000) noted that when PC1 and PC2 approach a total value of around 100%, it indicates that the coefficients of the examined traits are high.

A high level of positive correlation is evident grain yield, panicle length, panicle grain number, and panicle grain weight, indicated by the angles between the vectors representing these traits are less than 90

degrees. Similarly, there is a high level of positive correlation between groat percentage and test weight. It is observed that there is a negative relationship between grain yield and test weight and groat percentage. The distance of the vectors representing the traits from the origin indicates the variation of genotypes regarding the respective trait (Yan et al., 2007).

The vector representing grain yield is the shortest, while the vector representing thousand kernel weight is the longest. It can be expressed that the variation among oat varieties is the lowest grain yield and the highest in thousand kernel weight, groat percentage, and panicle grain number.

Mut et al. (2021) in their study examining the yield and some physical quality characteristics of oat genotypes under rainfall-based and supplementary irrigation conditions, found that there was a positive relationship between grain yield, biological yield and thousand kernel weight under rainfall-based conditions, and that test weight and grain internal ratio characteristics. They reported that grain yield, biological yield, thousand kernel weight and test weight traits had a positive relationship with each other under supplementary irrigation conditions. Hocaoglu et al. (2022) reported in their study that there was a close relationship between grain yield and thousand kernel weight characteristics, and Güngör et al. (2023) reported that there was a positive relationship between grain yield, thousand kernel weight, test weight and protein ratio.

When examining the biplot analysis graph, cultivar Diriliş stands out in terms of grain yield, grain number per panicle, grain weight per panicle, and panicle length, while cultivar Fetih stands out in terms of test weight and groat percentage.

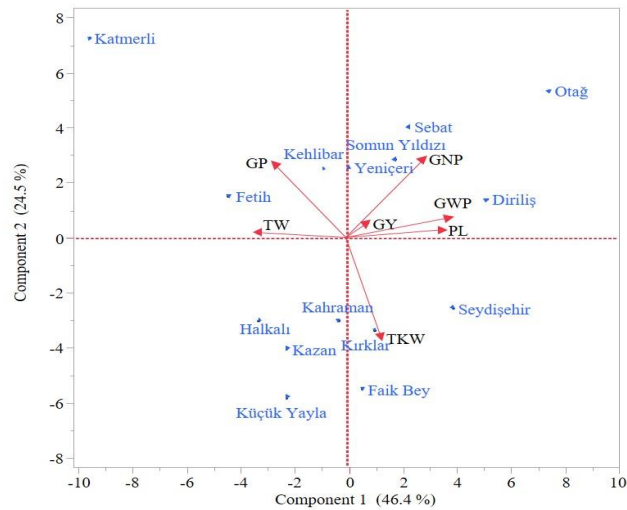


Figure 1. Biplot graphic showing the relationship between oat cultivars

The results of the correlation coefficient analysis for the study are shown in Figure 2. The correlation coefficient analysis indicates the relationships between the examined traits. Positive correlations were observed between grain yield and test weight ($r=0.012$), panicle grain number ($r=0.248$), panicle grain weight ($r=0.328$), and thousand kernel weight ($r=0.076$), while negative correlations were found between groat percentage ($r=-0.109$) and panicle length ($r=-0.058$).

There is a significant positive relationship between test weight and the

groat percentage ($r=0.538^*$). A positive and significant relationship exists between panicle length and panicle grain number ($r=0.608^*$) and panicle grain weight ($r=0.747^{**}$), while it has a negative and significant relationship with test weight ($r=0.656^{**}$). There is a positive and significant relationship between panicle grain weight and panicle grain number ($r=0.782^{**}$), while there is a negative relationship between panicle grain number and test weight ($r=-0.448$). A negative and significant relationship was determined between thousand kernel weight and groat percentage ($r=-0.656^{**}$).

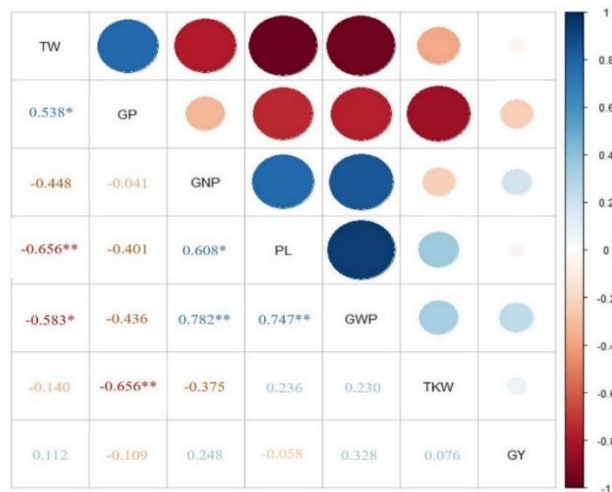


Figure 2. Correlation relationship for the examined features

Dumlupınar et al. (2017) reported that plant height, panicle length, grain number per panicle, grain weight per panicle and thousand kernel weight are important selection criteria in increasing grain yield. Sarı and Ünay (2015) reported that there was a positive correlation between grain yield and test weight and grain weight per panicle. Güngör et al. (2023) found that grain yield had a positive and significant correlation with test weight and thousand kernel weight.

4. Conclusion

This research was conducted in Düzce province during the 2021-2022 growing season using 15 oat cultivars. Significant differences were found among the cultivars regarding all the examined traits. When the biplot and correlation analysis are considered together, it was determined that there is a positive relationship between grain yield and grain number per panicle and grain weight per panicle. Conversely, a negative and significant relationship exists between thousand kernel weight and groat percentage. Additionally, a positive and significant relationship was observed between panicle length grain number per panicle and grain weight per panicle. In terms of grain yield, the cultivars Diriliş and Kehlibar stood out.

Declaration of Author Contributions

The authors declare that they have contributed equally to the article. All authors declare that they have seen/read and approved the final version of the article ready for publication.

Declaration of Conflicts of Interest

All authors declare that there is no conflict of interest related to this article.

References

Batalova, G.A., Gorbunova, L.A., 2009. Oat yield and seed quality depending on sowing rate. *Russian Agricultural Sciences*, 35(1): 18-19.

Buerstmayr, H., Krenn, N., Stephan, U., Grausgruber, H., Zechner, E., 2007. Agronomic performance and quality of oat (*Avena sativa* L.) genotypes of worldwide origin produced under central European growing conditions. *Field Crops Research*, 101(3): 341-351.

Dumlupınar, Z., Maral, H., Kara, R., Dokuyucu, T., Akkaya, A., 2011. Evaluation of turkish oat landraces based on grain yield, yield components and some quality traits. *Turkish Journal of Field Crops*, 16(2): 190-196.

Dumlupınar, Z., Güngör, H., Dokuyucu, T., Akkaya, A., 2017. Determination of relationships between grain yield and some agronomic traits by correlation and path analysis in oat (*Avena* spp.). *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 14(1): 61-68.

Ercan, K., Tekin, A., Herek, S., Kurt, A., Kekeç, E., Olgun, M.F., Dokuyucu, T., Dumlupınar, Z., Akkaya, A., 2016. Performance of local oat lines in Kahramanmaraş conditions. *KSU Journal of Natural Sciences*, 19(4): 438-444.

Finnan, J., Burke, B., Spink, J., 2019. The effect of nitrogen timing and rate on radiation interception, grain yield and grain quality in autumn sown oats. *Field Crops Research*, 231: 130-140.

Flander, L., Suortti, T., Katina, K., Poutanen, K., 2010. Effects of wheat sourdough process on the quality of mixed oat-wheat bread. *Food Science and Technology*, 44: 656-664.

Güngör, H., Çakır, M.F., Dumlupınar, Z., 2022. Evaluation of wheat genotypes: genotype × environment interaction and GGE biplot analysis. *Turkish Journal of Field Crops*, 27(1): 149-157.

- Güngör, H., Çakır, M.F., Dumlupınar, Z., 2023. Determination of grain yield and agricultural traits of some oat cultivars at different locations. *Black Sea Journal of Agriculture*, 6(4): 350-355.
- JMP®, Version 15.1. SAS Institute Inc., Cary, NC, 1989–2020.
- Kahraman, T., Avcı, Y.R., Kurt, C., 2017. Determination of grain yield, quality and agronomic traits of some oat (*Avena sativa* L.) genotypes. *Journal of Central Research Institute for Field Crops*, 26 (Special Issue): 74–79.
- Kahraman, T., Avcı, R., Yıldırım, M., 2021. Determination of grain yield, yield components and quality traits of oat genotypes (*A. sativa* L.). *KSU Journal of Natural Sciences*, 24(5): 1003-1010.
- Kapoor, R., Bajaj, R.K., Sidhu, N., Kaur, S., 2011. Correlation and path coefficient analysis in oat (*Avena sativa* L.). *International Journal of Plant Breeding*, 5(2): 133-136.
- Kara, R., Dumlupınar, Z., Hışır, Y., Dokuyucu, T., Akkaya, A., 2007. Evaluation of oat varieties in terms of grain yield and yield components in Kahramanmaraş conditions. *Türkiye VII. Field Crops Congress*, 25-27 June, Erzurum.
- Keçecioğlu, Y., Kara, R., Dokuyucu, T., 2021. Determination of genetic differences and improvements of some oat genotypes in terms of morphological and agricultural characteristics. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 8(1): 103-115.
- Marjanović-Jeromela, A., Marinković, R., Mijić, A., Jankulovska, M., Zdunić, Z., 2007. Interrelationship between oil yield and other quantitative traits in rapeseed (*Brassica napus* L.). *Journal of Central European Agriculture*, 8(2): 165-170.
- Marshall, A., Cowan, S., Edwards, S., Griffiths, I., Howarth, C., Langdon, T., White, E., 2013. Crops that feed the world 9. Oats-a cereal crop for human and livestock feed with industrial applications. *Food Security*, 5(1): 13-33.
- Mut, Z., Erbaş Köse, Ö.D., Akay, H., Sezer, E., 2021. Evaluation of some characteristics of local oat genotypes collected from the central and western black sea region. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 11(2): 1582-1594.
- Pixley, K.V., Frey, K.J., 1991. Inheritance of test weight and its relationship with grain yield of oat. *Crop Science*, 31: 36-40.
- Sabandüzen, B., Akçura, M., 2017. Evaluation of grain yield and yield components of oat genotypes in Çanakkale conditions. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 4(2): 101-108.
- Sarı, N., İmamoğlu, A., 2011. Determination of Improved Oat Lines Suitable for Menemen Ecological Conditions. *Journal of Aegean Agricultural Research Institute*, 21(1): 16-25.
- Sarı, N., İmamoğlu, A., Yıldız, Ö., 2012. Yield and quality characteristics of some advanced oat lines in Menemen ecological conditions. *Journal of Aegean Agricultural Research Institute*, 22(1): 18-32.
- Sarı, N., Ünay, A., 2015. Determining characteristics affecting grain yield of oats (*Avena sativa* L.). *Journal of Central Research Institute for Field Crops*, 24(2): 115-123.
- Sobayoğlu, R., Topal, A., 2016. Evaluation of spring sown oat genotypes (*Avena sativa* L.) in terms of yield and yield components under Karaman conditions. *Journal of Bahri Dagdas Crop Research*, 5(1): 28-34.

- Şahin, M., Akçacık, A.G., Aydoğan, S., Hamzaoğlu, S., Çeri, S., Demir, B., 2017. Determination of some physical traits and nutrient components in oat (*Avena sativa* spp.) *Journal of Bahri Dagdas Animal Research*, 6(1): 23-28.
- Şahin, M., Çeri, S., Göçmen Akçacık, A., Aydoğan, S., Hamzaoğlu, S., Demir, B., 2019. Investigation of relationships between yield and technological properties of winter oat (*Avena sativa* spp.) genotypes. *Journal of Bahri Dagdas Crop Research*, 8(1): 34-42.
- Tamm, I., 2003. Genetic and environmental variation of grain yield of oat varieties. *Agronomy Research*, 1: 93-97.
- TUİK, 2023. Turkish Statistical Institute, (<https://www.tuik.gov.tr/>), (Accessed on 18.05.2023).
- Uzun, A., Halil, D.S., 2019. Seed yield and some quality characteristics of oat (*Avena sativa* L.) genotypes growing at Bursa ecological conditions. *Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University*, 33(2): 293-305.
- Valentine, J., Cowan, A.A., Marshall, A.H., 2011. Oat breeding. Oats chemistry and technology. Chapter 2. International Standard Book Number: 978-1-891127-64-9.
- Wickham, H., 2009. ggplot2: Elegant graphics for data analysis. Springer-Verlag New York.
- Yan, W., Hunt, L.A., Sheng, Q., Szlavics, Z., 2000. Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGE biplot. *Crop Science*, (40): 597–605.
- Yan, W., Kang, M., 2003. GGE biplot analysis. A graphical tool breeders. Geneticists and agronomists. 1st Edn, CRC Press. Florida.
- Yan, W., Tinker, N.A., 2006. Biplot analysis of multi-environment trial data: Principles and applications. *Canadian Journal of Plant Science*, 86: 623–645.
- Yan, W., Kang, M.S., Ma, B., Woods, S., Cornelius, P.L., 2007. GGE biplot vs. AMMI analysis of genotype by-environment data. *Crop Science*, 47: 643-655.

To Cite

Güngör, H., Çakır, M.F., Kantar, B.H., Gedik, B., Dumlupınar, Z., 2023. Evaluation of Some Oat Cultivars for Grain Yield, Yield Components and Quality Traits in Düzce Ecological Conditions. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 7(4): 718-729. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10207705>.



Bilecik Koşullarında İskenderiye Üçgülü (*Trifolium resupinatum* L.) ile İtalyan Çimi (*Lolium multiflorum* Lam.) Karışımlarının Silaj Kalitesinin Belirlenmesi

Ensar ER^{1*}, Hanife MUT²

¹Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Bilecik

²Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Bilecik

*Sorumlu Yazar (Corresponding author): ensarerr1@gmail.com

Özet

Bu çalışma Bilecik koşullarında İskenderiye üçgülü (*Trifolium resupinatum* L.) ile tek yıllık çim (İtalyan çimi) (*Lolium multiflorum* Lam.) karışımlarının silaj verimi ve kalitesinin belirlenmesi amacıyla 2022 yılında yürütülmüştür. Çalışma tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlı olarak kurulmuştur. Denemede hasat edilen bitkiler 2 cm boyutunda parçalandıktan sonra karışım oranları dikkate alınarak silaj yapmak üzere vakumlu poşetlere doldurulmuştur. Hazırlanan silajlar 25±2 °C sıcaklıkta muhafaza edilmiştir. Araştırmada, % 100 İskenderiye üçgülü, % 80 İskenderiye üçgülü + % 20 tek yıllık çim, % 60 İskenderiye üçgülü + % 40 tek yıllık çim, % 40 İskenderiye üçgülü + % 60 tek yıllık çim, % 20 İskenderiye üçgülü + % 80 tek yıllık çim ve % 100 tek yıllık çim olmak üzere yalınlarla birlikte 6 adet işlem denenmiştir. Araştırmaya göre silaj verimi 1514-2033 kg da⁻¹, protein verimi 241.7-358.5 kg da⁻¹, nispi yem değeri 96.91- 146.87, kuru madde oranı % 31.4-36.5, flieg puanı 83.89-93.32, pH 4.31- 4.66 arasında değişmiştir. Çalışma sonucunda, ele alınan özelliklerin tümü göz önüne alındığında yalın silaj yapılması yerine İskenderiye üçgülüne % 40 oranında tek yıllık çim karıştırılmasının silaj verimi ve kalitesi açısından daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi :22.06.2023
Kabul Tarihi :29.07.2023

Anahtar Kelimeler

İskenderiye üçgülü
tek yıllık çim
silaj
kalite

Determination of Silage Quality of Mixtures of Berseem Clover (*Trifolium resupinatum* L.) and Annual Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) under Bilecik Conditions

Abstract

This study was conducted in 2022 with the aim of determining the appropriate mixture ratio of berseem clover (*Trifolium resupinatum* L.) and annual ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) in Bilecik conditions. The study was arranged according to a randomized complete block design with three replications. After the plants harvested in the experiment were chopped in size of 2 cm in size, they were filled into vacuum bags to make silage, taking into account the mixing ratios. The prepared silages were stored at 25±2 °C. In the research, six treatments were tested, including 100% berseem clover, 80% berseem clover + 20% annual ryegrass, 60% berseem clover + 40% annual ryegrass, 40% berseem clover + 60% annual ryegrass, 20% berseem clover + 80% annual ryegrass, and 100% annual ryegrass. According to the study, silage yield ranged from 1514 to 2033 kg da⁻¹, protein yield ranged from 241.7 to 358.5 kg da⁻¹, relative feed value ranged from 96.91 to 146.87, dry matter content ranged from 31.4 to 36.5%, Flieg score ranged from 83.89 to 93.32, pH values ranged from 4.31 to 4.66. As a result of the study, considering all the characteristics, it was determined that mixing 40% annual ryegrass with berseem clover instead of pure silage gave better results in terms of silage efficiency and quality.

Research Article

Article History

Received :22.06.2023
Accepted :29.07.2023

Keywords

Berseem clover
annual ryegrass
silage
quality

1. Giriş

Hayvansal ürünler, ruminantlar olarak bilinen koyun, keçi ve sığırdan elde edilen et ve süt gibi ürünler, insanların dengeli ve yeterli beslenmesi için büyük öneme sahiptir. Bu ürünler insanların ihtiyacı olan proteinin en önemli kaynaklarından biridir. Ülkemizde her bir bireye düşen süt, et, yumurta gibi hayvansal ürünlerin tüketilmesi gelişmiş ülkelere nazaran daha düşük seviyededir (Kesiktaş, 2010; Karaer ve ark., 2021; Sipahioğlu ve ark., 2022). Hayvansal kaynaklı protein dikkate alındığında kişi başına yaklaşık 26 gram protein tüketimi ile Türkiye 176 ülke içerisinde 135. sırada yer almaktadır (Tüzemen, 2015). Bununla birlikte başlıca nedeni hayvancılıktaki bazı sorunlardır. Hayvancılıkta en önemli sorunlardan bir tanesi yeterli ve kaliteli kaba yem eksikliği ve yem maliyetlerinin yüksek olmasıdır. Üretim maliyetlerinin % 60-70' ini yem girdileri oluşturmaktadır. Kaba yemlerin (yeşil ve kuru otlar ile silajlar gibi) üretim maliyetlerinin çok yüksek olmaması hayvancılık işletmelerinin daha karlı hale gelmesini sağlamaktadır (Bilgen ve ark., 1996). Bu nedenle, hayvancılık işletmelerinin daha karlı bir üretim yapabilmeleri için kaliteli kaba yem ihtiyacının karşılanması önemli bir gerekliliktir.

Kaliteli kaba yem ihtiyacı iki kaynaktan sağlanmaktadır. Bunlardan ilki çayır ve meralar diğeri ise yem bitkileri yetiştiriciliğidir.

Yem bitkilerinde verimi artırmak için sadece ekili alanları artırmak değil, aynı zamanda birim alandan verimi artırmak gerekmektedir. Yem bitkilerinde verimi artırabilmek için uygulanabilecek yöntemlerden birisi de yem bitkilerinin karışım halinde ekilmesidir (Acar ve ark., 2022). Yalın ekime oranla buğdaygiller ve baklagillerin karışım şeklinde yetiştirilmeleri daha avantajlıdır. Buğdaygiller ve baklagillerin karışık ekimi,

toprakta azotun daha verimli bir şekilde kullanılmasına, bitki hastalıklarının azaltılmasına, toprak erozyonunun azaltılmasına, yabancı otların bastırılmasına ve daha yüksek verimlere yol açabilir. Bu bitki türleri, yüksek kaliteli yem oluşturmak için birbirlerini tamamlayabilir ve hayvanların daha dengeli bir besin almalarına hayvanlarda sindirebilirliği ve yem lezzetliliğinin artırılmasına yardımcı olur. Başarılı karışımın yapılması için, uyumlu olgunluk ve hasat planlarına sahip, büyüme dağılımı ve ekolojik şartlarda birbirini tamamlayan ve büyüme ve yaşam gereksinimleri için birbirleriyle ciddi şekilde rekabet etmeyen yem bitkilerinden seçilmesi gerekir (Holland ve Brummer, 1999; Salama, 2020).

Adını Mısır'ın İskenderiye şehrinde alan İskenderiye üçgülü (*Trifolium alexandrinum* L.), uzun yıllardan beri Mısır'da üretilen ancak yabancı formları Anadolu'da da görülebilen tek yıllık bir yem bitkisidir. İskenderiye üçgülü iyi bir protein kaynağıdır ve sığır, keçi ve koyunlar tarafından rahatlıkla tüketilir. Ayrıca, toprağı azot bakımından zenginleştirir ve bu nedenle diğer bitkiler için de faydalıdır. Özellikle biyolojik azot fiksasyon kapasitesine sahip İskenderiye üçgülü, hem ruminant hayvanların beslenmesinde yüksek besleyicilik yönü hemde toprakların iyileştirilmesi ve muhafazasında önemli yere sahip olması nedeniyle ön plana çıkmaktadır (Açıkbaş ve Özyazıcı, 2022). İtalyan çimi veya tek yıllık çim yaygın olarak Avrupa, Kuzey Afrika ve Orta Doğu'da yetiştirilmektedir. Ülkemizde "Süt Otu" olarak bilinmektedir. Hızlı büyümesi ve bakımı kolay olması nedeniyle yaygın bir çim türüdür. Tek yıllık çim 100-125 cm arasında boylanabilen dik gelişen bir bitkidir (Elçi, 2005). İtalyan çimi, yüksek kaliteli yem bitkisi olarak bilinir ve özellikle sığır, koyun ve keçi besiciliği için önemlidir. Yüksek besin değeri, protein ve enerji içeriği nedeniyle hayvanlar için besleyici bir yem kaynağıdır. Ayrıca, hızlı

büyümesi sayesinde hayvanların çabuk ve bol miktarda yem almalarını sağlar. İtalyan çimi ayrıca kuru şartlara dayanıklıdır, böylece kurak dönemlerde bile hayvan yemi olarak kullanılabilir. Yem bitkileri ailesine ait olan buğdaygil ve baklagiller arasında üstünlükler farklılık gösterebilir. Ancak uygun iklim ve yetiştirme koşullarında bir arada yetiştirilen bu bitkilerin karışımları, hayvan yetiştiriciliği için oldukça faydalı olan kaliteli kaba yemler elde etmek için kullanılabilir. Özellikle buğdaygil ve baklagillerin karışımı hem bitki büyümesi hem de hayvan beslemesi açısından daha verimli sonuçlar vermektedir. İtalyan çimi ve İskenderiye üçgülü gibi bitkiler de buğdaygil-baklagil karışımlarında sıkça kullanılan örnekler arasındadır.

Bu nedenle çalışmamız Bilecik ili koşullarında İskenderiye üçgülü (*Trifolium alexandrinum* L.) ile tek yıllık çim (*Lolium multiflorum* L.) yalın ve karışımlarının silaj kalitelerinin tespit edilmesine yönelik olarak yürütülmüştür.

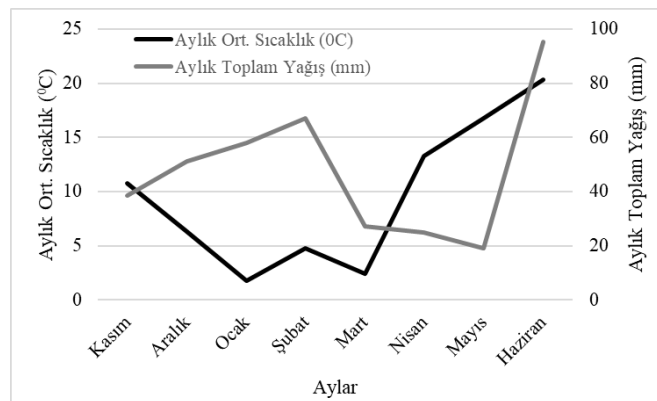
2. Materyal ve Yöntem

İskenderiye üçgülü (*Trifolium alexandrinum* L.) ile tek yıllık çim (*Lolium multiflorum* L.) karışımlarının silaj kalitelerinin tespit edilmesine yönelik olan bu çalışma, Bilecik ili Merkez ilçede yer alan Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi arazisinde 2021-2022 vejetasyon

döneminde yürütülmüştür. Araştırmada, İskenderiye üçgülünde ‘Efsane’, tek yıllık çimde ‘İlkadım’ çeşidi materyal olarak kullanılmıştır.

Deneme alanına ait toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek üzere 0-30 cm derinlikten toprak örnekleri alınmıştır. Alınan örneklerin analiz sonuçlarına bakıldığında; alanın toprak yapısının tınlı, nötr yapıda, kireç bakımından yüksek içeriğe sahip, hafif tuzlu, organik madde miktarının çok az, kullanılabilir fosfor miktarının düşük ve potasyum bakımından yeterli durumda olduğu görülmüştür. Bilecik Meteoroloji İl Müdürlüğü kayıtlarına göre 1939-2022 yıllarını kapsayan uzun yıllar iklim verilerine göre Bilecik ilinde bitkilerin yetiştirildiği dönemde düşen toplam yağış miktarı 364.0 mm, sıcaklık ortalaması 9.2°C ve nispi nem ortalaması % 66.5 olarak belirlenmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü 2022 yılında ise bu değerler sırasıyla 380.7 mm, 9.6°C ve % 69.3 olarak kaydedilmiştir. Bölgeye düşen yağış toplamı, ortalama sıcaklık ve ortalama nispi nem değerleri hem denemenin yürütüldüğü 2022 yılında hem de uzun yıllar ortalamasında benzer olduğu görülmektedir.

Çalışmanın yürütüldüğü 2022 yılı Bilecik ili iklim diyagramı incelendiğinde, ilde Nisan ile Haziran ayları arasında kurak bir devrenin sürdüğü görülmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Bilecik İli 2021-2022 Vejetasyon dönemi iklim diyagramı

Deneme Bilecik ekolojik koşullarında tesadüf blokları deneme desenine göre 23.11.2021 tarihinde 3 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Denemede parsel uzunluğu 5 m, sıra arası 30 cm ve her parselde 6 sıra olacak şekilde el ile ekim yapılmıştır. Deneme parselleri arasında 1 m, her bir blok arasında ise 2 m ara verilmiştir. Yalın ekimlerde tohumluk miktarı her iki çeşitte de dekara 3 kg olarak hesaplanmış, karışımlarda ise karışım oranlarına göre düzenleme yapılmıştır. Araştırmada, % 100 (yalın) İskenderiye üçgülü, % 80 İskenderiye üçgülü + % 20 Tek yıllık çim, % 60 İskenderiye üçgülü + % 40 Tek yıllık çim, % 40 İskenderiye üçgülü + % 60 Tek yıllık çim, % 20 İskenderiye üçgülü + % 80 Tek yıllık çim ve % 100 (yalın) Tek yıllık çim olmak üzere yalınlarla birlikte 6 adet uygulama yapılmıştır. Ekim esnasında dekara 8 kg P_2O_5 gelecek şekilde Di amonyum Fosfat (DAP) gübresi verilmiştir. Denemede sulama yapılmamış olup, el ile 2 kez yabancı ot mücadelesi yapılmıştır. Denemede biçim işlemi İskenderiye üçgülü % 50 çiçeklenme dönemine geldiği dönemde el ile yapılmıştır. Bitkiler hasat edildikten sonra her parselden alınan örnekler silaj makinası ile yaklaşık 2 cm boyutunda parçalanıp 2 kg'lık silaj poşetlerine karışım oranları da dikkate alınarak silaj yapılmıştır. Her bir işleminden 3 tekrarlamalı olacak şekilde silaj yapılmış ve yapılan silajlar $25 \pm 2^\circ C$ sıcaklıkta muhafaza edilmiştir.

Her parselden kenar tesiri atıldıktan sonra geriye kalan kısım tartılarak yeşil ot verimleri belirlenmiştir. Çalışılan materyallerin hasadı, silolanması ve yemleme aşamalarında ortaya çıkabilecek kayıplar göz önüne alınarak, yeşil ot veriminin % 25 azaltılması ile silaj verimi tespit edilmiştir (Kutlu, 2002). Silaj yapımından yaklaşık 50 gün sonra açılan silaj örneklerinde Yalçınkaya ve ark. (2012)'nin bildirdiği değerlendirme kriterlerine göre sübjektif bir değerlendirme yöntemi ile renk, strüktür ve koku analizleri

belirlenmiştir. Organik asit analizleri yapılmak üzere silajlardan 20 g örnek alınmış üzerine 100 ml saf su ilave edilerek blender ile iyice karıştırılmış ve filtre kâğıdından süzülmesi sağlanmıştır. Süzülen örneklerde laktik, asetik, suksinik ve propiyonik asit analizleri, yüksek performanslı sıvı kromatografi cihazı (HPLC) ile (Shimadzu, Kyoto, Japonya, kılcal sütun $5 \mu m \times 4.6 \text{ mm} \times 250 \text{ mm}$, Japon ve $40^\circ C$ sıcaklıkta) belirlenmiştir. Ayrıca bu süzüklerde örneklerin pH'sı dijital pH metre ile belirlenmiştir. Açılan silajlardan alınan örnekler yaş olarak tartıldıktan sonra $105^\circ C$ derecede sabit ağırlığa geline kadar kurutulmuş ve kuru örnek ağırlığı yaş örnek ağırlığına oranlanarak kuru madde oranları belirlenmiştir. Kuru madde oranı ve pH'ları belirlenen silajların Flieg puanları Kılıç, (2010)'a göre belirlenmiştir. Flieg puanları hesaplanan silajlar aldıkları puanlara göre kalite sınıfları tespit edilmiştir. Puanlarına göre; 81-100 puan arası: pekiyi, 61-80 puan: iyi, 41-60 puan: orta, 21-40 puan: düşük ve 0-20 puan: kötü kalite sınıfında yer almıştır. Kurutulup, 1 mm çapındaki elekten geçecek şekilde değirmende öğütülen örneklerin ham protein, ADF ve NDF oranları Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS) (Foss 6500) cihazı ve IC-0904FE paket programı kullanılarak belirlenmiştir. Nispi Yem Değeri (NYD) ise aşağıdaki formül yardımıyla belirlenmiştir (Khalilian ve ark., 2022). $NYD = [(88.9 - (0.779 * ADF)) \times (120 / NDF) \times 0.775]$

Çalışma sonucunda elde edilen veriler SPPSS 22.0 istatistik paket programı kullanılarak, tesadüf blokları deneme desenine göre analiz edilmiş, işlemler arasındaki farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile kıyaslanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

İskenderiye üçgülü ile tek yıllık çime ait silaj örneklerinin renk, koku, strüktür, toplam puanlamaları ve yem nitelik sınıflarına ait veriler Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. İskenderiye Üçgülü-Tek Yıllık Çime ait silajların fiziksel gözlemleri ile yem nitelik sınıfları

Tür ve Karışımlar	Renk	Koku	Strüktür	Toplam	Yem nitelik sınıfı
İskenderiye Üçgülü (İ.Ü.)	2	14	4	20.00	Çok iyi
Tek Yıllık Çim (T.Y.Ç.)	2	14	4	20.00	Çok iyi
%80 İ.Ü.+% 20 T.Y.Ç.	2	14	4	20.00	Çok iyi
%60 İ.Ü.+% 40 T.Y.Ç.	2	14	4	20.00	Çok iyi
%40 İ.Ü.+% 60 T.Y.Ç.	2	14	4	20.00	Çok iyi
%20 İ.Ü.+% 80 T.Y.Ç.	2	14	4	20.00	Çok iyi

Silolanması ve korunması iyi bir silajın mümkün olduğunca silolandığı andaki rengini koruması gerekir. Çalışmada İskenderiye üçgülü ve tek yıllık çim ile yapılan silajların tümünün silolandığı andaki rengini koruduğu (silajların tümü 2 puan almıştır) belirlenmiş ve silajlarda herhangi bir bozulmanın olmadığı görülmüştür (Tablo 1). Aynı şekilde silajların tümünün kokusunun aromatik yapıya sahip olduğu ve posa yapısının da bozulmamış olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle silajların tüpü çok iyi sınıfta yer almıştır. Çalışmada belirlenen silaj verimi, protein verimi ve nispi yem değerine ait veriler Tablo 2’de verilmiştir. Ele alınan işlemler arasında silaj ve ham protein verimleri ile nispi yem değerleri bakımından çok önemli ($P<0.01$) farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Tablo 2 incelendiğinde, en yüksek silaj verimi dekara 2053 kg ile % 20 İ.Ü.+% 80 T.Y.Ç. parselinden elde edilmiş olup yalın tek yıllık çim, % 60 İ.Ü.+% 40 T.Y.Ç ve yalın İskenderiye üçgülü ile istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. En düşük silaj verimi ise % 80 İ.Ü. +% 20 T.Y.Ç. işleminde belirlenmiştir. Silaj verimi ele alınan işlemlerin ortalamasında 1834 kg da⁻¹ olarak tespit edilmiştir. İncelenen türler ve karışımların ham protein verimlerinin 241.7 ile 358.5 kg da⁻¹ aralığında değiştiği gözlemlenmiştir. En yüksek ham protein

verimi yalın ekilen İskenderiye üçgülünde belirlenmiş olup % 60 İ.Ü.+% 40 T.Y.Ç. ve % 20 İ.Ü.+% 80 T.Y.Ç. ile istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Yalın ekilen tek yıllık çim silajı dekara 241.7 kg ve % 40 İ.Ü.+% 60 T.Y.Ç. karışımı ise 242.8 kg ile en düşük ham protein verimine sahip olmuşlardır. Tüm işlemlerin ortalamasında ham protein verimi dekara 294.1 kg olmuştur. Genel olarak karışımlara Her ne kadar yalın tek yıllık çim silaj verimi bakımından yüksek değere sahip olsa da kalite bakımından düşük değerlere sahip olmuştur. İskenderiye üçgülünün silaja dahil edilmesi ile protein veriminin de arttığı tespit edilmiştir. Nispi yem değeri otun kalitesini gösteren bir indekstir ve yemin nispi yem değeri düştükçe kalitesi de azalmaktadır (Önal Aşçı ve Acar, 2018). Çalışmada nispi yem değeri 96.91 ile 146.87 arasında değişim göstermiştir. Nispi yem değeri bakımından ele alınan işlemlerden yalın İskenderiye üçgülü, % 80 İ.Ü.+% 20 T.Y.Ç. ve % 60 İ.Ü.+% 40 T.Y.Ç. karışımları çok iyi, % 40 İ.Ü.+% 60 T.Y.Ç. ve % 20 İ.Ü.+% 80 T.Y.Ç. karışımları iyi, yalın tek yıllık çimin ise kötü kalite sınıfında yer aldığı tespit edilmiştir. Karışımlarda İskenderiye üçgülünün oranı arttıkça nispi yem değerinin de arttığı görülmüştür.

Tablo 2. Çalışmada ele alınan işlemlere ait silaj ve ham protein verimleri (kg da⁻¹) ile nispi yem değerlerine ait ortalamalar

Tür ve Karışımlar	Silaj Verimi (kg da ⁻¹)**	Protein Verimi (kg da ⁻¹)**	NYD**
İskenderiye Üçgülü (İ.Ü.)	1857 abc	358.5 a	146.87 a
Tek Yıllık Çim (T.Y.Ç.)	2033 a	241.7 c	96.91 d
%80 İ.Ü.+% 20 T.Y.Ç.	1514 c	275.8 bc	143.48 a
%60 İ.Ü.+% 40 T.Y.Ç.	1998 abc	345.9 ab	140.17 a
%40 İ.Ü.+% 60 T.Y.Ç.	1554 bc	242.8 c	124.45 b
%20 İ.Ü.+% 80 T.Y.Ç.	2052 a	299.6 abc	110.28 c
Ortalama	1835	294.1	127.03

(**p>0.01); Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında p>0.05 seviyesinde farklılık yoktur.

Tablo 3. Çalışmada ele alınan işlemlere ait Kuru Madde, pH, Flieg Puanı, Kalite sınıfı değerleri

İşlemler	Kuru Madde (%)**	pH	Flieg Puanı	Kalite sınıfı
İskenderiye Üçgülü (İ.Ü.)	31.4 c	4.60	83.89	Pekiyi
Tek Yıllık Çim (T.Y.Ç.)	34.0 b	4.63	87.73	Pekiyi
%80 İ.Ü.+% 20 T.Y.Ç.	33.8 b	4.54	90.85	Pekiyi
%60 İ.Ü.+% 40 T.Y.Ç.	31.5 c	4.55	85.91	Pekiyi
%40 İ.Ü.+% 60 T.Y.Ç.	36.5 a	4.66	91.44	Pekiyi
%20 İ.Ü.+% 80 T.Y.Ç.	30.4 c	4.31	93.32	Pekiyi
Ortalama	32.9	4.55	88.86	

(**p>0.01); Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında p>0.05 seviyesinde farklılık yoktur.

Çalışmada belirlenen kuru madde, pH, Flieg puanı ve kalite sınıfı değerleri Tablo 3'te verilmiştir. Ele alınan işlemler arasında kuru madde bakımından çok önemli (P<0.01) farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Tablo 3'te görüldüğü üzere, araştırmada incelenen yalın ve karışımlarda kuru madde değerlerinin % 30.4 ile 36.5 arasında değiştiği gözlemlenmiştir. En yüksek kuru madde içeriği % 40 İskenderiye Üçgülü +% 60 Tek Yıllık Çim karışımında, en düşük kuru madde içeriği ise % 60 İ.Ü.+% 40 T.Y.Ç., yalın İskenderiye üçgülü ve % 20 İskenderiye Üçgülü +% 80 Tek Yıllık Çim karışımında görülmüştür. Yalın ve karışımların ortalamasında belirlenen kuru madde değeri ise % 32.9 olarak bulunmuştur. İyi bir silajda kuru madde oranının % 30-35 arasında olması önerilmektedir (Anonim,

2023). Silaj kalitesinin belirlenmesinde ele alınan kriterlerden birisi de pH değeridir. İyi bir silajda pH değerinin pH değeri ile silajın Flieg puanı arasında da yakın bir ilişki mevcuttur (Kılıç, 2010). Ele alınan işlemlerde belirlenen pH değerleri 4.31 ile 4.66 arasında değişmiştir. Karışımlara tek yıllık çim ilavesinin silajların pH değerlerini düşürdüğü görülmektedir (Tablo 3). Flieg Puanına bakıldığında 83.89 ile 93.32 arasında Flieg puanını ise 83.89 ile 93.32 arasında değiştiği görülmektedir. Buna göre tüm silajların kalite sınıfının pekiyi olduğu görülmüştür. Çalışmada belirlenen kuru madde, pH ve Flieg puanlarının Demiroğlu Topçu ve Kahya (2023) tarafından İskenderiye üçgülü-tek yıllık çim karışımı silajlarında belirlenen değerler ile benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Tablo 4. Çalışmada ele alınan işlemlere ait Laktik, asetik, süksinik, propiyonik ve sitrik asit değerleri

İşlemler	Laktik asit (%)**	Asetik asit (%)**	Süksinik asit (%)**	Propiyonik asit (%)**
İskenderiye Üçgülü (İ.Ü.)	2.65 a	0.237	0.079	0.810 a
Tek Yıllık Çim (T.Y.Ç.)	2.46 a	0.202	0.044	0.735 a
%80 İ.Ü.+% 20 T.Y.Ç.	2.58 a	0.201	0.048	0.378 b
%60 İ.Ü.+% 40 T.Y.Ç.	2.85 a	0.270	0.060	0.597 ab
%40 İ.Ü.+% 60 T.Y.Ç.	2.73 a	0.198	0.056	0.683 a
%20 İ.Ü.+% 80 T.Y.Ç.	1.57 b	0.160	0.035	0.397 b
Ortalama	14.84	0.211	0.054	0.600

(**p>0.01); Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında p>0.05 seviyesinde farklılık yoktur.

Çalışmada ele alınan işlemlere ait Laktik, asetik, süksinik ve propiyonik ve sitrik asit değerleri Tablo 4'te verilmiş olup Laktik ve Propiyonik asit içeriği bakımından işlemler arasında çok önemli farklılık olduğu tespit edilmiştir. Araştırmada laktik asit içerikleri % 1.57-2.85 arasında değişmiştir. Genel olarak silajlarda bulunması gereken laktik asit (süt asidi) miktarı % 2'nin üzerindedir (İptaş ve ark., 2009). Çalışmada % 20 İ.Ü.+% 80 T.Y.Ç. karışımı hariç tüm işlemler bu değerin üzerinde çıkmıştır. Silaj kalitesinin belirlenmesinde değerlendirilen organik asitlerden birisi de asetik asit (sirke asidi)'tir. Silajlarda ortalama sirke asidi içeriği % 0.3-0.6 arasında olması beklenir (Kılıç, 2010). Ancak bu değer % 0.8 düzeyine kadar tolere edilebilir (Alçiçek ve Özkan, 1996). Çalışmada asetik asit değeri %0.160 (% 20 İ.Ü.+% 80 T.Y.Ç.) 0.270 (% 60 İ.Ü.+% 40 T.Y.Ç.) arasında değişmiştir. Belirlenen değerlerin bu kritik seviyenin altında olduğu görülmektedir. Mevcut çalışmada belirlenen asetik asit değerleri (silajlık mısırlarda belirlenen değerler ile benzer olmuştur (Burgu ve Mut, 2023). Süksinik asit mikroorganizmalar tarafından yaygın olarak kullanılan bir metabolittir ve enerji metabolizmasının son ürünü olarak üretilmektedir. Geviş getiren hayvanların glukoneojenik yolunda kullanılan propiyonik asite dekarboksile edilebilmektedir. Süksinatın işkembedeki propiyonat konsantrasyonunu arttırdığı ve genç hayvanlar için bir enerji kaynağı olarak görev yaptığı bildirilmektedir (Guo ve

ark., 2020). Çalışmada süksinik asit içeriği % 0.035 ile 0.079 arasında değişmiştir. Öztürk ve ark. (2022) ökse otunda süksinik asit içeriğini % 0.021-0.029 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışmada belirlenen süksinik asit değerleri ökse otunda belirlenen değerlerden yüksek olmuştur. Silolanmış materyalin açılmasında başta propiyonik asit olmak üzere bazı asitler silajdaki ısınmayı azaltırlar, silaj içerisinde maya ve küf gibi mikroorganizmaların gelişip çoğalmalarını engelleyerek silajların aerobik stabilitesini artırır. Böylece, bu tür silajlar uzun ömürlü olup yemlemede daha uzun süre kullanılabilirler (Uygur, 2023). Çalışmada propiyonik asit içeriği % 0.378 ile 0.810 arasında değişmiştir. Dallı darının silaj kalitesinin belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışmada propiyonik asit içeriği % 0.012-0.034 arasında belirlenirken (Tutar ve Kökten, 2022), sorgum x sudan otu melezi çeşitlerinde % 0.0013-0.0026 arasında belirlenmiştir (Tutar ve Kökten, 2023). Mevcut çalışmada belirlenen değerler ele alınan işlemlerin farklı olmasından dolayı daha yüksek olmuştur.

4. Sonuç

Bilecik koşullarında İskenderiye üçgülü ile tek yıllık çimin yalın ve farklı karışım oranlarında yapılan silajların, silaj verimi ve kalitesinin belirlenmesi amacıyla yürütülen bu çalışmada, ele alınan özelliklerin tümü göz önüne alındığında yalın silaj yapılması yerine İskenderiye üçgülüne % 40 oranında tek yıllık çim karıştırılmasının silaj verimi

ve kalitesi açısından daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulunduklarını, makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Açıklama

Bu makale Ensar ER tarafından Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü bünyesinde hazırlanan Yüksek Lisans tezinden özetlenmiştir.

Kaynaklar

- Acar, Z., Önal Aşçı, Ö., Ayan, İ., 2022. Karışık Ekim. Nobel Akademik Yayınları, Ankara.
- Açıkbaş, S., Özyazıcı, M.A., 2022. Berseem (*Trifolium alexandrinum* L.). (Ed: Y. Karadağ, S. Seydoşoğlu). *Legumes*, İksad Publishing House, s.173-185.
- Alçıçek, A., Özkan, K., 1996. Silo yemlerinde destilasyon yöntemi ile süt asidi, asetik asit ve bütirik asit tayini. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(2-3): 191-198.
- Anonim, 2023. Kaba Yem Üretiminde Standardizasyon. (<https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/ilknuray/66398/3.%20M%C4%B1s%C4%B1r,%20sorgum%20kaba%20yemleri%20silaj%C4%B1.pptx>), (Erişim Tarihi: 25.09.2023).
- Bilgen, H., Alçıçek, A., Sungur, N., Eichhorn, H., Walz, O.P., 1996. Ege bölgesi koşullarında bazı silajlık kaba yem bitkilerinin hasat teknikleri ve yem değeri üzerine araştırmalar.

Hayvancılık'96 Ulusal Kongresi, 18-20 Eylül, İzmir, s.781-789.

- Burgu, L., Mut, H., 2023. İkinci ürün olarak yetiştirilen silajlık mısır çeşitlerinin silaj verimi ve bazı kalite özellikleri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(1): 12-24.
- Demiroğlu Topçu, G., Kahya, M.E., 2023. İskenderiye üçgülü (*Trifolium alexandrinum* L.) ile İtalyan çimi (*Lolium multiflorum* Lam.) karışımlarının bazı silaj özelliklerinin belirlenmesi. *Research Journal of Biology Sciences*, 16(1): 8-15.
- Elçi, Ş., 2005. Baklagil ve Buğdaygil Yem bitkileri. Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü Yayınları, T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, s. 486.
- Guo, X.S., Bai, J., Li, F.H., Xua, D.M., Zhanga, Y.X., Buc, D.P., Zhao, L.S., 2020. Effects of malate, citrate, succinate and fumarate on fermentation, chemical composition, aerobic stability and digestibility of alfalfa silage. *Animal Feed Science and Technology*, 268: 1-10.
- Holland, J.B., Brummer, E.C., 1999. Cropping systems: cultivar effects on oat-berseem clover intercrops. *Agronomy Journal*, 91(2): 321-329.
- İptaş, S., Geren, H., Yavuz, M., 2009. Yem Bitkileri Genel Bölüm Cilt I: Silaj Yapım Tekniği. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, İzmir.
- Karaer, M., Gülümser, E., Mut, H., Gültaş, H.T., 2021. Ana ürün silajlık mısır yetiştiriciliğinde sulama suyu kullanım etkinliği ve ekonomik analiz. *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi*, 5(3): 652-658.

- Kesiktaş, M., 2010. Karaman’da farklı ekim zamanları ve azotlu gübre dozu uygulamalarının italyan çiminin (*Lolium multiflorum westerwoldicum* Caramba) yem verimine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Khalilian, M.E., Habibi, D., Goltzardi, F., Aghayari, F., Khazaei, A., 2022. Effect of maturity stage on yield, morphological characteristics, and feed value of sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] cultivars. *Cereal Research Communications*, 50:1095–1104.
- Kılıç, A., 2010. Silo Yemi. Hasad Yayıncılık, İstanbul.
- Kutlu, H.R., 2022. Tüm Yönleriyle Silaj Yapımı ve Silajla Besleme. (<http://www.zootechni.org.tr/upload/file/silaj%20el%20ktabi.pdf>), (Erişim tarihi: 28.03.2022).
- Önal Aşçı, Ö., Acar, Z., 2018. Kaba Yemlerde Kalite. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Ankara.
- Öztürk, Y.E., Gülümser, E., Mut, H., Başaran, U., Çopur Doğrusöz, M., 2022. A preliminary study on change of mistletoe (*Viscum album* L.) silage quality according to collection time and host tree species. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 46: 104-112.
- Salama, H.S.A., 2020. Mixture cropping of berseem clover with cereals to improve forage yield and quality under irrigated conditions of the Mediterranean basin. *Annals of Agricultural Sciences*, 65(2): 159-167.
- Sipahioğlu, O., Mut, H., Gülümser, E., Çopur Doğrusöz, M., Başaran, U., 2022. Yem bezelyesi tarımında arpanın arkadaş bitki olarak kullanılması. *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi*, 6(2): 202-210.
- Tutar, H., Kökten, K., 2022. Dallı darı (*Panicum virgatum* L.)’nın silaj olarak değerlendirilme potansiyeli. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12(4): 2488-2494.
- Tutar, H., Kökten, K., 2023. Bazı sorgum x sudan otu melezi çeşitlerinin silaj kalitesinin belirlenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 12(1): 105-112.
- Tüzemen, N., 2015. Kastamonu ilinde sığır yetiştiriciliğinin durumu, sorunları ve çözüm önerileri. *Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences*, 1(2): 33-51.
- Uygur, M., 2023. Silaj Yapımında Kullanılan Katkı Maddeleri-2. (<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/etae/Belgeler/EgitimBrosur/133-ciftcibro.pdf>), (Erişim tarihi: 28.03.2022).
- Yalçınkaya, M.Y., Baytok, E., Yörük, M.A., 2012. Değişik meyve posası silajlarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. *Erciyes Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 9(2): 95-106.

Atıf Şekli	Er, E., Mut, H., 2023. Bilecik Koşullarında İskenderiye Üçgülü (<i>Trifolium resupinatum</i> L.) ile İtalyan Çimi (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) Karışımlarının Silaj Kalitesinin Belirlenmesi. <i>ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 7(4): 730-738. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.10207729 .
To Cite	Er, E., Mut, H., 2023. Determination of Silage Quality of Mixtures of Berseem Clover (<i>Trifolium resupinatum</i> L.) and Annual Ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) under Bilecik Conditions. <i>ISPEC Journal of Agricultural Sciences</i> , 7(4): 730-738. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.10207729



Determination of Silage Quality of Alfalfa and Annual Ryegrass Mixture

Abdurrahman Alper DÜNDAR^{1*}, Hanife MUT²

¹Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Bilecik

²Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Bilecik

*Corresponding author: a.alperdundar@gmail.com

Abstract

Animal feed often includes cereal straw and forage crops. Silage is a traditional process practiced ensilation of seasonally harvested forage or some crops, ensuring a constant supply of feed for animals. In this study, which was carried out to determine the quality of silages made of alfalfa and annual ryegrass in plain and different mixture ratios in Bilecik conditions. This study was carried out to determine the silage quality of alfalfa and Italian ryegrass mixtures (100:0, 80:20, 60:40, 40:60, 20:80 and 0:100). The harvested plants were cut into 2 cm size after wilting a little and filled into 2 kg vacuum silage packages considering the mixing ratios. The silage samples, whose air was removed by vacuum packaging machine and their mouths were closed, were stored at 25±2 °C for 45 days. In treatments were determined physical observations, dry matter rate, pH, crude protein rate, acid detergent fiber rate, neutral detergent fiber rate, relative feed value, acetic acid, lactic acid and some mineral contents. As a result, it was determined that annual ryegrass added to alfalfa at different rates positively affected silage quality. Considering all the examined characters, it was found that adding 40 – 80 % annual ryegrass to the alfalfa silage as better results in terms of silage quality.

Research Article

Article History

Received :22.06.2023
Accepted :29.07.2023

Keywords

Alfalfa
annual ryegrass
silage
crude protein
quality

1. Introduction

Feed costs are an important factor determining profitability in livestock enterprises. As a matter of fact, the cost of feed constitutes 70% of the total cost of an enterprise (Şengül, 2022). Therefore, the lower roughage cost of an enterprise, the higher the profitability rate. For this reason, it is necessary to harmonize plant and animal production within the same enterprise (İnan et al., 2022). The roughage requirement for animal husbandry is provided from meadows and pastures and sources such as herbage, dry herbage and silage obtained from field agriculture. When the weather is hot, meadows and pastures come to the fore as a source of roughage, while as the weather starts to get colder, grasses that are cut and dried from the field areas and silage become common as a source of roughage to be consumed in winter months. Especially recently, the increase in silage production in Türkiye is an indication of the increasing importance given to silage (Tutar and Kökten, 2023). The main purpose of silage production is to store the green forage material with high nutritional value with the least loss of nutrients. Crude protein content, dry matter ratio and carbohydrate content of silage plants are important factors in silage making. Legumes have high protein and low carbohydrates. While this reduces the production of lactic acid, which is a desirable acid in silage, the pH is not at the desired level since it also neutralizes the acid produced during fermentation. On the other hand, the protein content of annual ryegrass is low. For this reason, it is important for silage quality to mix legumes and cereals in a certain ratio. Wang et al. (2022) was conducted to determine the effects of alfalfa-sweet sorghum mixture silages on blood and rumen physiological status and rumen microbiota in sheep. They reported that adding 40 % sweet sorghum to alfalfa was the best mixture in improving serum antioxidant capacity, dry matter

intake, rumen fermentation and cellulolytic bacteria abundance of lambs. Özyazıcı et al. (2022) conducted a study to determine the quality of Fenugreek with oat and rye mixture silages, they reported that the "25% oat + 75% fenugreek" mixture was superior to silages of the other mixtures when considered the chemical parameters. Another study reported that high moisture alfalfa silages should be ensiled with at least 30% peanut vine to increase the fermentation quality and nutritional value (Sun et al., 2023). In another study investigating some effects such as chemical composition, fermentation quality and bacterial communities of silages consisting of mixtures of alfalfa with perennial ryegrass in different proportions, it was reported that adding 70% perennial ryegrass to alfalfa increased the fermentation quality and high quality silage was obtained (Fan et al., 2022). In this study, it was aimed to determine the silage quality of mixtures of alfalfa and annual ryegrass at different rates.

2. Material and Methods

This study was carried out to determine the silage quality of alfalfa and Italian ryegrass mixtures (100:0, 80:20, 60:40, 40:60, 20:80 and 0:100). Nimet variety in alfalfa and İlkadım variety in Italian ryegrass were used as material, and alfalfa was harvested at 10% flowering period and Italian ryegrass was harvested during full bloom period in this study. In general, the harvest times of the two plants were close to each other. The harvested plants were cut into 2 cm size (Başaran et al., 2018) after wilting a little and filled into 2 kg vacuum silage packages considering the mixing ratios. The silage samples, whose air was removed by vacuum packaging machine and their mouths were closed, were stored at 25±2 °C for 45 days (Karadeniz and Saruhan, 2021).

The physical properties of silage samples were determined according to the table that

based on the scoring method developed by the German Agricultural Organization (DLG) given by Yalçınkaya et al. (2012). Accordingly, the color was evaluated between 0–2, and 2 points were given for the silage that retained its color, 1 for the slightly changed silage, and 0 for the highly changed silage. Those with aromatic smells were scored 14, those with mild escalation 8, those with strong escalation 4, those with ammonia and very sour smells 2, and those with rotten mold smells 0 points. Structurally intact silage received 4, slightly deteriorated silages 2, heavily degraded and moldy silages 1, rotten and heavily contaminated silages scored 0. As a result of the scores obtained from the physical observations, the feed quality classes of the silages were determined. According to this; Silage with 0-4 points was in the bad class (useless), 5-9 points were in the low class, 10-13 points were in the middle, 14-17 points were in the good class, and 18-20 points were in the very good class.

After the forty-five-day fermentation period, 20 g samples were taken from the silages that were opened, 100 ml of distilled water was added to it, and it was mixed thoroughly with the help of a blender and filtered through filter paper (Başaran et al., 2018). The pH of the silages was measured with the help of a digital pH meter. After determining the wet weight of the fresh silage samples, they were placed in an oven and dried at 105 °C until they reached a constant weight, and the dry sample weight was proportioned to the wet sample weight. Dry matter ratio was determined as the dry sample weight was proportioned to the wet sample weight. Flieg scores were calculated with the help of the following formula for the silage samples whose dry matter and pH values were determined. Silage quality classes were determined according to the calculated Flieg score. Accordingly, the Flieg score was classified as bad between 0-20, low between 21-40, moderate between

41-60, good between 61-80 and very good between 81-100.

Flieg Points: $220 + (2 \times \% \text{ Dry Matter} - 15) - 40 \times \text{pH}$ (İptaş et al., 2009; Uygur, 2023).

In the study, the samples dried at 65 °C until they reach a constant weight in order to determine the protein ratios of the silages were ground in a mill with a sieve diameter of 1 mm in the laboratory and made ready for analysis. Then, the total N values of these samples were determined by the Kjeldahl method and the protein ratios were determined by multiplying the nitrogen values with the coefficient of 6.25. In the samples prepared for protein analysis, the ADF and NDF values were found in by using the ANKOM 200 Fiber Analyzer device according to Van Soest method (Van Soest et al., 1991; Kutlu, 2008). Relative feed value (RFV) was determined the following formula (Khalilian et al., 2022).

$$\text{RFV} = [(88.9 - (0.779 \times \text{ADF})) \times (120 / \text{NDF}) \times 0.775]$$

Relative Feed Value to determine the market prices of forage crops and divided the forage crops into 6 quality classes. According to this, if RFV is greater than 151, it is the best quality, if it is 125-151, very good (1. class), if 103-124 is good (2. class), if 87-102 is medium (3. class), 75-86 is bad quality (4. class) and if 75 is unacceptable (5. class) (Önal Aşçı and Acar, 2018).

Lactic acid and acetic acid analysis, high performance liquid chromatography (HPLC), nutrients (potassium (K), phosphorus (P), calcium (Ca), magnesium (Mg)) Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometer (ICP-) MS) was determined using the instrument.

The data obtained from the study except for physical properties were analyzed according to the randomized plots experimental design and using the SPSS 20.0 statistical package program and the differences between the averages were

revealed with the Duncan multiple comparison test.

3. Results and Discussion

Color, smell, structure and total scores of alfalfa and ryegrass silages made as pure and mixed, and the values of forage quality classes are given in Table 1.

Apart from many chemical methods used to determine the silage quality, it is possible to have information about the quality of silage by looking at the color, smell and structure characteristics, which are organisms that are simpler, low speed and can be applied under all conditions (Aykan and Saruhan, 2018). It is stated that the color of the silo feed varies from light green to light brown or darker tones depending on

the plant from which it is made (Uygur, 2023). It is expected that the color of the silage feed should have preserved the color at the time of ensiling in a silage that has been well ensiled and has not experienced storage. The values in which the colors in the residues of the silages made in the study do not cause any loss (Table 1). It was determined that the colors of all silages made were in the desired structure. Smell is very important quality trait of silage. Because, a slightly sweet, acid smell may indicate a good fermentation has occurred (Anonymous, 2023). Pure ryegrass, % 40A+% 60RG and % 20A+% 80RG silages have performed very good in terms of silage structure and smell. For these reasons, these silages were taken places in very good quality class.

Table 1. Some physical traits determined in pure and mixture of alfalfa and ryegrass silage

Mixtures	Color	Smell	Structure	Total	Quality Class
Alfalfa	2.0	6.7	2.0	12.0	Medium
Ryegrass	2.0	14.0	4.0	20.0	Very good
%80A+%20RG	2.0	8.0	2.0	12.0	Medium
%60A+%40RG	1.7	8.0	2.0	11.7	Medium
%40A+%60RG	2.0	14.0	4.0	20.0	Very good
%20A+%80RG	2.0	14.0	4.0	20.0	Very good

A: Alfalfa; RG: Annual Ryegrass;

Dry matter, pH, Flieg and quality class of alfalfa and ryegrass silages made as pure and mixed are given in Table 2. Adding ryegrass to alfalfa silage increased dry matter and flieg point of silages and decreased pH. The increase in DM content is probably due to the restriction of growth and development of a certain group of microorganisms in silage. As a result, the loss of nutrients in the silage is less (Besharati et al., 2023). Silage is a fermented feed that have been preserved by fermentation to the point of acidification. Therefore, pH is used to evaluate fermentation. Silage pH is an important

parameter used to determine silage quality. The pH content should be between 4.6 – 4.8 in a quality silage (Filya, 2001). In these study, the highest pH was obtained from pure alfalfa (5.2), and the lowest was obtained from mixtures (4.6) except for % 80A+% 20RG. Mixtures of % 60A+% 40RG, % 40A+% 60RG and % 20A+% 80RG are among these values. According to Flieg score, silages were in the medium, good and very good quality class. The best quality silage was determined in mixture of % 60A+% 40RG, % 40A+% 60RG and % 20A+% 80RG.

Table 2. Some quality traits determined in pure and mixture of alfalfa and ryegrass silage

Mixtures	Dry Matter (%)**	pH**	Flieg**	Quality Class
Alfalfa	28.3 c	5.2 a	53.2 d	Medium
Ryegrass	32.9 a	4.8 bc	80.1 b	Good
%80A+%20RG	30.7 b	4.9 b	70.0 c	Good
%60A+%40RG	33.1 a	4.6 d	88.2 a	Very good
%40A+%60RG	31.0 b	4.6 cd	82.9 ab	Very good
%20A+%80RG	31.6 ab	4.6 cd	83.9 ab	Very good

A: Alfalfa; RG: Annual Ryegrass, ** No significant difference at the $p \leq 0.01$ level were determined between the means shown with the same letter and same columns

Crude protein (CP) rate, Acid detergent fiber (ADF) rate, Neutral detergent fiber (NDF) rate, Relative feed value, Acetic (AA) and Lactic acid (LA) value of alfalfa and ryegrass silages made as pure and mixed are given in Table 3. The effect of mixtures on CP, ADF, NDF, RFV, AA and LA contents of silages was very significant ($P < 0.01$). One of the important characteristics evaluated as a quality criterion in forages are the protein content rate of the feed. The highest protein content was determined in alfalfa silage with 20.1 % because it is a legume. However, the protein content of the other mixtures was in the good quality class, except for pure annual ryegrass. As the alfalfa ratio decreased in silages, protein ratios also decreased (Can et al., 2020; Mut et al., 2020; Görü and Seydoşoğlu, 2021; Demiroğlu Topçu and Kahya, 2023). ADF

and NDF contents determined in feeds are related to feed digestibility and are an indicator of the cellulose, hemicellulose and lignin content rate of the feed (Bakhtiyari et al., 2020). Generally, forage contains relatively high crude fiber content which can be indicated by the contents of ADF and NDF of the forage (Farhadi et al., 2022). In our study shows the changes in ADF and NDF under different mixtures. ADF and NDF ratios of silages varied between 30.6-35.3 % and 42.0-57.1 % respectively. As the alfalfa content decreased in silage, the ADF and NDF rates increased. RFV varied between 143.7-100.0 and the highest value was determined in pure alfalfa silage with 143.7. According to RFV values, silage quality in pure alfalfa, 80%+20%RG and 60%+40%RG treatments was in the premium class (Önal Aşçı and Acar, 2018).

Table 3. Some quality traits determined in pure and mixture of alfalfa and ryegrass silage

Mixtures	CP (%)**	ADF (%)**	NDF (%)**	RFV**	AA (%)**	LA (%)**
Alfalfa	20.1 a	30.9 d	42.0 d	143.7 a	0.089 ab	1.30 d
Annual Ryegrass	12.0 e	35.3 a	57.1 a	100.0 d	0.109 a	2.09 cd
%80A+%20RG	18.3 b	30.6 d	43.9 c	137.8 b	0.076 b	2.27 bcd
%60A+%40RG	15.8 c	31.5 cd	47.6 b	125.7 c	0.075 b	3.24 abc
%40A+%60RG	15.1 d	32.5 bc	48.8 b	121.2 c	0.068 b	4.28 a
%20A+%80RG	15.0 d	33.4 b	56.8 a	103.0 d	0.066 b	3.53 ab

CP: Crude protein; ADF: Acid detergent fiber; NDF: Neutral detergent fiber; RFV: Relative Feed Value; AA: Acetic acid; LA: Lactic acid; A: Alfalfa; RG: Annual Ryegrass

** No significant difference at the $p \leq 0.01$ level were determined between the means shown with the same letter and same columns

In a good silage, lactic acid content of 2% and above is desired, while acetic acid is desired to be between 0.3-0.8% (Uygur, 2023). In present study, acetic acid varied between 0.0109 – 0.066 %, and lactic acid varied between 1.30-4.28 %. While acetic acid rate was within the desired values in all treatments, lactic acid content was determined to be very low in pure alfalfa. Low lactic acid content negatively affects the quality of silage. Therefore, it would be more suitable to make silage in a mixture with ryegrasses instead of pure alfalfa silage.

Potassium (K), calcium (Ca), phosphorus (P) and magnesium (Mg) rates of alfalfa and ryegrass silages made as pure and mixed are given in Figure 1. The effect of mixtures on K, Ca, P and Mg contents of silages was very significant ($P<0.01$). Potassium, calcium, phosphorus and magnesium contents of mixture was ranged from 3.58 to 2.88%, 1.31 to 0.65%, 0.46 to 0.44% and 0.27 to 0.17%. Kidambi et al. (1989) reported that P, Ca and Mg contents in forages must be 0.21%, 0.3% and 0.1% respectively. The values determined in all treatments in the present study were above the desired level.

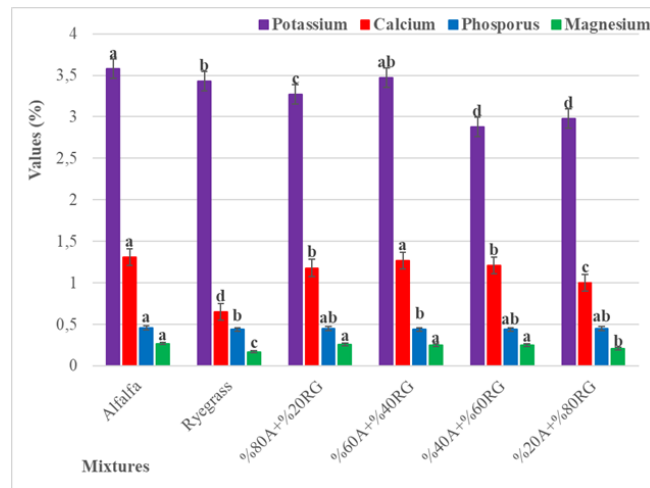


Figure 1. K, Ca, P and Mg contents determined in pure and mixture of alfalfa and ryegrass silage

4. Conclusion

In this study, which was carried out to determine the quality of silages made of alfalfa and annual ryegrass in plain and different mixture ratios in Bilecik conditions. As a result, it was determined that annual ryegrass added to alfalfa at different rates positively affected silage quality. Considering all the examined characters, it was found that adding 40 - 80 % annual ryegrass to the alfalfa silage as better results in terms of silage quality.

Authors' Contribution Declaration

Authors declare that they have contributed equally to the article and that they have seen/read and approved the final version of the article ready for publication.

Conflict of Interest Declaration

All authors declare that there is no conflict of interest for this study.

Acknowledgment

This article is summarized from the Master's thesis prepared by Abdurrahman Alper DÜNDAR within Bilecik Şeyh Edebali University Graduate Education Institute.

References

- Anonymous, 2023. Ask the Quality Silage Experts: Silage Smells. (<https://www.dairyherd.com/news/business/ask-quality-silage-experts-silage-smells#:~:text=A%20yeasty%20or%20bread%2Dlike,Remove%20and%20discard%20moldy%20silage>), (Erişim Tarihi: 20.05.2023).
- Aykan, H., Saruhan, V., 2018. Determination of silage quality features of field pea (*Pisum sativum* L.) and barley (*Hordeum vulgare* L.) mixtures ensiling at different rates. *Dicle University Journal of the Faculty of Veterinary Medicine*, 11(2): 64-70.
- Bakhtiyari, F., Zamanian, M., Golzardi, F., 2020. Effect of mixed intercropping of clover on forage yield and quality. *South-Western Journal of Horticulture, Biology and Environment*, 11(1): 49-65.
- Başaran, U., Gulumser, E., Mut, H., Çopur Doğrusöz, M., 2018. Determination of silage yield and quality of grass pea+cereal intercrops. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 6(9):1237-1242.
- Besharati, M., Palangi, V., Niazifar, M., Ayaşan, T., Salem, A., 2023. Effect of adding flaxseed essential oil in alfalfa ensiling process on ruminal fermentation kinetics. *KSU Journal of Agriculture and Nature*, 26(2): 450-458.
- Can, M., Acar, Z., Ayan, İ., Gülümser, E., Mut, H., 2020. Silage quality of chicory binary mixtures with white clover and orchard grass. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 4: 3076-3083.
- Demiroğlu Topçu, G., Kahya, M.E., 2023. Determination of some silage properties of berseem clover (*Trifolium alexandrinum* L.) and Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) mixtures. *Research Journal of Biology Sciences*, 16(1): 8-15.
- Fan, X., Xie, Z., Cheng, Q., Li, M., Long, J., Lei, Y., Jia, Y., Chen, Y., Chen, C., Wang, Z., 2022. Fermentation quality, bacterial community, and predicted functional profiles in silage prepared with alfalfa, perennial ryegrass and their mixture in the karst region. *Frontiers in Microbiology*, 13: 1062515.
- Farhadi, A., Paknejad, F., Golzardi, F., Ilkaee, M.N., Aghayari, F., 2022. Effects of limited irrigation and nitrogen rate on the herbage yield, water productivity, and nutritive value of sorghum silage. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 53(5): 576-589.
- Filya, İ., 2001. Silage fermentation. *Atatürk University Journal of Agricultural Faculty*, 32(1): 87-93.
- Görü, N., Seydoşoğlu, S., 2021. Determination of silage quality of some winter cereals (oat, barley, rye and triticale) mixed with common vetch (*Vicia sativa* L.). *Isparta University of Applied Sciences Journal of Agriculture Faculty*, 16(1):26-33.
- İnan, S., Erdal, H., Erdal, G., 2022. Structural and economic analysis of foods producing plants; tokat province almus district example. *Gaziosmanpasa Journal of Scientific Research*, 11(2): 135-148.
- İptaş, S., Geren, H., Yavuz, M. 2009. Forage Plant Volume I: Silage Making Technique. Ed: Avcıoğlu, R., Hatipoğlu, R., Karadağ, Y., T.C. Ministry of Agriculture and Rural Affairs, General Directorate of Agricultural Production and Development, İzmir.
- Karadeniz, E., Saruhan, V., 2021. Investigation of the quality of silages prepared from second. crop maize (*Zea mays* L.) planted at different times under mardin ecological conditions. *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi*, 5(2): 275-289.

- Khalilian, M.E., Habibi, D., Golzardi, F., Aghayari, F., Khazaei, A., 2022. Effect of maturity stage on yield, morphological characteristics, and feed value of sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] cultivars. *Cereal Research Communications*, 50:1095–1104.
- Kidambi, S.P., Matches, A.G., Gricgs, T.C., 1989. Variability for Ca, Mg, K, Cu, Zn and K/(Ca +Mg) ratio among 3 wheat grasses and sainfoin on the southern high plains. *Journal of Range Management*, 42(4): 316-322.
- Kutlu, H.R., 2008. Feed Evaluation and Analysis Methods (Lecture Note). Çukurova University, Faculty of Agriculture, Adana.
- Mut, H., Gülümser, E., Çopur Doğrusöz, M., Başaran, U., 2020. Effect of different companion crops on alfalfa silage quality. *KSU Journal of Agriculture and Nature*, 23(4): 975-980.
- Önal Aşçı, Ö., Acar, Z., 2018. Quality in Roughages. TMMOB Chamber of Agricultural Engineers Publication, Ankara.
- Özyazıcı, M.A., Seydoşoğlu, S., Açıkbaz, S., 2022. Determination of silage quality of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) with oat (*Avena sativa* L.) and rye (*Secale cereale* L.) mixtures. *Turkish Journal of Nature and Science*, 11(3): 102-109.
- Şengül, Ö., 2022. Nutritive Value of Corn and Sunflower Mixture Silages and Using Possibilities in Lamb Fattening. Bursa Uludağ University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Bursa.
- Sun, Y., Wu, C., Zu, X., Wang, X., Yu, X., Chen, H., Xu, L., Wang, M., Li, Q., 2023. Effect of mixing peanut vine on fermentation quality, nitrogen fraction and microbial community of high-moisture alfalfa silage. *Fermentation*, 9(8): 713.
- Tutar, H., Kökten, K., 2023. Determination of silage quality of some sorghum x sudan grass hybrid varieties. *Academic Journal of Agriculture*, 12(1): 105-112.
- Uygur, M., 2023. Additives Used in Silage Making-2. (<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/etae/Belgeler/EgitimBrosur/133-ciftcibro.pdf>), (Erişim Tarihi: 20.05.2023).
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B. A., 1991. Method for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Sciences*, 74(10): 3583 – 3597.
- Wang J., Cheng, L., Chaudhry, A.S., Khanaki, H., Abbasi, İ.H.R., Ma, Y., Abbasi, F., Guo, X., Zhang, S., 2022. Silage mixtures of alfalfa with sweet sorghum alter blood and rumen physiological status and rumen microbiota of karakul lambs. *Animals*, 12(9): 2591.
- Yalçınkaya, M.Y., Baytok, E., Yörük, M.A., 2012. Some physical and chemical properties of different fruit pulp silages. *Erciyes University Journal of the Faculty of Veterinary Medicine*, 9(2): 95-106.

To Cite

Dündar, A.A., Mut, H., 2023. Determination of Silage Quality of Alfalfa and Annual Ryegrass Mixture. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 7(4): 739-746.
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10207845>.



Yerel Karacadağ Çeltik (*Oryza sativa* L.) Popülasyonlarının Bazı Bitkisel Özelliklerinin Kimyasal Mutagen Uygulamasına Dayanıklılığının Belirlenmesi

Muhammed İsmail AKYILDIZ^{1*}, Aydın ALP¹

¹Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Diyarbakır

*Sorumlu Yazar (Corresponding author): xmailakyildiz@gmail.com

Özet

Bu araştırma sodyum azid (NaN_3) (1 mM) uygulamasının dört farklı Karacadağ çeltik popülasyonunda (*Oryza sativa* L.) M2 generasyonunda herbisit uygulamasına dayanıklılığının araştırılması amacıyla 2022 yaz yetiştirme mevsiminde yürütülmüştür. Araştırmada M2 bitkilerine 3-4 yapraklı dönemde İmidazolinon (IMI) etken maddeli herbisit uygulanmıştır. Tarla araştırmaları tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak, yürütülmüştür. Araştırma sonucunda Alatosun ve Cobi popülasyonlarından 6'şar adet, Sarıçanak ve Subatan popülasyonlarından 3'er adet herbisit uygulamasına dayanıklılık gösteren bitkiler elde edilmiştir. Araştırma sonucunda popülasyonların bitki boyu, salkımda tane sayısı, sap çapı, salkım uzunluğu ve kardeşlenme sayısı herbisit uygulaması yapılmayan kontrol gruplarında, herbisit uygulaması yapılan parsellere kıyasla daha yüksek değerler verdiği, popülasyonların mutagen uygulamasından farklı derecelerde etkilendiği ortaya çıkmıştır. Tane ağırlığı herbisit uygulamasından etkilenmeyip, kontrol grubu ile herbisit uygulanan popülasyonlar arasında istatistiki olarak önemli farklılık gözlenmemiştir. Herbisit uygulaması yapılan popülasyonlar kendi kontrol grupları ile kıyaslandığında Alatosun, Sarıçanak ve Subatan popülasyonlarında tane ağırlığı bakımından önemli farklılık görülmezken, Cobi popülasyonunun kontrol grubu herbisit uygulanan parsellerden yüksek bulunmuştur.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi :28.06.2023
Kabul Tarihi :02.08.2023

Anahtar Kelimeler

Oryza sativa
Karacadağ çeltiği
mutasyon
herbisit
yerel popülasyon

Determination of Resistance of Some Plantal Traits of Local Karacadağ Rice (*Oryza sativa* L.) Populations to Chemical Mutagen Treatment

Abstract

This study was carried out in the summer growing season of 2022 to investigate the resistance of sodium azide (NaN_3) (1 mM) application to herbicide application in M2 generation of four different Karacadağ paddy populations (*Oryza sativa* L.). In the study, M2 plants were treated with imidazolinone (IMI) herbicide at 3-4 leaf stage. The field trials were carried out according to randomized complete blocks design with three replications. As a result of the research, six plants each from Alatosun and Cobi populations and three plants each from Sarıçanak and Subatan populations showing resistance to herbicide application were obtained. In the study, plant height, number of grains in panicle, stem diameter, panicle length and tillering number of the populations gave higher values in the control groups without herbicide application compared to the plots with herbicide application, and it was revealed that the populations were affected by mutagen application to different degrees. The grain weight was not affected by herbicide application and no statistically significant difference was observed between the control group and herbicide treated populations. When the herbicide treated populations were compared with their control groups, Alatosun, Sarıçanak and Subatan populations showed no significant difference in terms of grain weight, while the control group of Cobi population was higher than the herbicide treated plots.

Research Article

Article History

Received :28.06.2023
Accepted :02.08.2023

Keywords

Oryza sativa
Karacadağ paddy
mutation
herbicide resistance
local population

1.Giriş

Tarımsal üretimin önemli bir parçası olan çeltik (*Oryza sativa* L.), insan beslenmesinde buğdaydan sonra en çok tüketilen tahıllar arasında yer almaktadır. Dünya nüfusunun yaklaşık olarak % 40'ının temel besin kaynağı olan bu ürün kişi başı günlük enerjinin % 25'ini karşılayıp (FAO, 2002) tanelerinde protein oranı az olmasına rağmen aminoasitlerce zengin olması dünya piyasasında önemli bir yer edinmesini sağlamaktadır.

Çeltik dünya nüfusunun yaklaşık yarısını barındıran uzak doğu ülkelerinde nüfusun temel besin maddesi niteliğindedir (Kahraman ve ark., 2021). Ülkemizde sulama imkanlarının sınırlı ve yetersiz olması çeltik tarımının diğer tahıllara kıyasla daha az olmasına neden olmaktadır. 2022 yılı TÜİK verilerine göre ülkemiz çeltik ekim alanı 1.294.904 dekar olup önceki yıla kıyasla (1.205.226 dekar) % 7.4 azalış göstermiştir. Ülkemiz 2022 yılı çeltik ekiliş alanlarının % 65.9'ını Batı Marmara bölgesi oluştururken Doğu Karadeniz Bölgesi (125 da) en düşük ekim alanlarına sahiptir. Batı Marmara Bölgesi 2022 yılı çeltik üretim miktarı 680.113 ton ile toplam üretim miktarının % 68.01'ini oluşturmaktadır. Ülkemizin çeltik ekiliş alanı ve üretimi son yıllarda artış gösterse de üretim miktarı tüketimi karşılayamamaktadır. Ülkemiz pirinç tüketimi son TÜİK verilerine göre kişi başına 8.1 kg olup pirinç yeterli düzeyi % 81.2'dir. Bu nedenle ülkemizde 2022 yılı pirinç ithalat oranı 401.059 tona ulaşmıştır (TÜİK, 2023).

Karacadağ çeltiği birçok farklı bitki karakterini barındıran bir popülasyon karakterinde köylü çeşitlerinden oluşmaktadır. Asırlar boyunca aynı bölgede yetiştiriciliği yapıldığından dolayı Güneydoğu Anadolu bölgesinin sıcak ve kurak iklim koşullarına uyum sağlamış özellikle hastalık ve zararlılara ayrıca çevresel stres koşullarına dayanıklılık

kazanmıştır. Karacadağ çeltiği, olumsuz çevresel faktörlere karşı dayanıklı olup rengi, aroması ve lezzeti ile yerel halkın isteklerini karşılayan kalite öğelerine sahiptir. Kalite özelliklerinin yetiştirildiği bölgenin iklim ve toprak unsurları ve yetiştirmede kullanılan girdilere bağlı olarak değişebildiği olduğu bilinmektedir (Kaya, 2013; Alamyar ve Boz, 2021).

Çeltikte birim alan verimi ve ürün kalitesini etkileyen en önemli çevresel faktörlerden biri yabancı otlardır. Tarımsal üretim yapılan alanlarda yabancı otlara karşı etkili mücadele yöntemleri veya gerekli yönetim tedbirleri uygulanmadığında, yabancı otun türüne ve kültür bitkisi ile rekabetine bağlı olarak, % 20 ile % 100 arasında ürün kaybı olabileceği ihtimali olduğu bildirilmektedir (Damar, 2006; Güncan ve Karaca, 2018). Yabancı otların gün ışığı, su ve topraktaki besin maddelerine ortak olarak çeltik ile doğrudan yüksek oranda rekabet oluşturup aynı zamanda hastalık veya zararlılara konukçuluk yaparak ikincil zararların da ortaya çıkmasına ve bu sebeple de sadece bitkinin verim miktarında değil aynı zamanda tane kalitesinde de ciddi kayıplar oluşturabildikleri bildirilmiştir (Tepe, 2014; Güncan ve Karaca, 2018). Yabancı ot tohumları ile bulaşık olan çeltik üretim alanlarında hasat ve harman işlemlerinin iş gücü ve maliyeti daha yüksek olmaktadır (Uzun ve Demirkan, 2013; Tepe, 2014; Güncan ve Karaca, 2018). Çeltik tarımındaki en önemli yabancı otlardan biri Kırmızı çeltik (*Oryza sativa var sylvatica*) olup çeltikte yabancı ot kontrolünde kullanılan herbisitler ile kontrol altına alınamamaktadır (Sürek ve ark., 2016). Kültür çeşitleri ile oldukça rekabet halinde olan bu bitki olgunlaşma döneminde, çeltik hasadından önce tohum dökerek toprak ve iklim şartlarına bağlı olarak toprakta 12 yıla kadar dormant kalabilmekte ve çimlenme kabiliyetini muhafaza edebilmektedir. Çeltik tarımında kırmızı çeltikten kaynaklı verim kaybı, mahsuldeki yoğunluk

derecesine bağlı olarak değişim göstermektedir. Bu konuda yapılan bazı çalışmalarda metrekarede 100 adet kırmızı çeltiğin olması halinde tane verimini %50 (Kwon ve ark., 1991), 40 adet kırmızı çeltiğin varlığının ise % 58 oranında düşürdüğü tespit edilmiştir (Eleftherohorinos ve ark., 2002). Çeltik yetiştiriciliğinde kırmızı çeltiğe rastlanması sadece tane verimine etki etmekle kalmayıp ürün kalitesini de olumsuz yönde etkilemektedir.

Tüm bunlar dikkate alındığında çeltik üretim alanlarında yabancı otlarla mücadele büyük önem arz etmektedir. Bu araştırmada çeltik populasyonlarında mutagen uygulaması ve herbisitlere karşı dayanıklılığın bazı bitkisel özelliklerde değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu araştırmada materyal olarak Karacadağ havzasında yer alan ve çiftçi tarlalarında sıklıkla yetiştiriciliği yapılan 4 adet yerel Karacadağ çeltik populasyonu (Alatosun, Sarıçanak, Subatan, Cobi) kullanılmıştır.

Deneme alanı toprağı killi-tınlı yapıda, su tutma kapasitesi yüksek, pH değeri 7,47 değerinde olup organik madde miktarı (% 1,05), azot (% 0,11) ve fosfor (1,48 kg da⁻¹) yönünden düşük, potasyum (88,2 kg da⁻¹) yönünden yüksektir.

2.2. Metot

2.2.1. Kimyasal mutagen uygulaması

Denemenin birinci yılında, kimyasal mutagen uygulaması olarak Sodyum Azid (NaN₃) kullanılmıştır. Çalışmada yer alan her bir çeltik populasyonundan 500 g çeltik tohumu (M0) seçilerek mutagen uygulaması için tartılmıştır. Mutagen uygulaması Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyoteknoloji Laboratuvarında yapılmıştır. Her bir çeltik populasyonuna ait tohumlar 24 saat soğuk musluk suyunda

bekletilmiş ve sonra oda sıcaklığında 1,0 mM sodyum azid içerisinde 2 saat süreyle kapalı şişelerde bekletilerek manyetik karıştırıcılarda devamlı olarak karıştırılmıştır. Uygulamadan sonra tohumlar 3 defa distile su ile durulandıktan sonra filtre kağıtları arasında oda sıcaklığında 24 saat kurutulmaya bırakılmıştır.

2.2.2. Tarla çalışmaları

2021-2022 yıllarında Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Araştırma alanında yürütülmüştür. M1 tohumları 2021 yılında M2 tohumlarını elde etmek için tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak her parsel 6 sıra, 20 cm sıra arası ve 2-3 cm sıra üzeri olacak şekilde 20 Mayıs 2021 tarihinde ekilmiştir. Bu ekimden elde edilen bitkiler M2 bitkileri olarak hasat edilmiştir. M2 tohumları 24 Mayıs 2022 tarihinde tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak her parsel 6 sıra, 20 cm sıra arası ve 2-3 cm sıra üzeri olacak şekilde ekilmiştir. Tavalara saf olarak 6 kg da⁻¹ N ve 5 kg da⁻¹ P₂O₅ hesabıyla fosforun tamamı ve azotun yarısı ekim ile birlikte azotun diğer yarısı ise sapa kalkma başlangıcında gübreleme yapılmıştır. Bitkiler 18 Ekim 2022 tarihinde hasat edilmiştir.

2.2.3. Herbisit uygulaması

Çeltik bitkileri yaklaşık 2-3 yapraklı döneme ulaştığında bitki vejetatif aksamalarına sırt pülverizatörü yardımıyla İmidazolinon (150 ml da⁻¹) etken maddeli Baytore SL 48 ticari isimli herbisit uygulaması yapılmış, herbisite dayanıklılık gösteren bitkilerden hasat sonrasında M2 tohumları elde edilmiştir.

2.2.4. Özellikler

Araştırmada bitki boyu, salkımda tane sayısı, sap çapı, bitkide kardeş sayısı, salkım uzunluğu ve salkımda tane ağırlığı parametreleri incelenmiştir.

2.2.5. Verilerin değerlendirilmesi

Araştırmada elde edilen bulgular JMP-Pro 13 istatistiki paket programında ANOVA (tek yönlü) testine tabi tutulmuştur. Farklılıklar t testine göre gruplandırılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Çeltik popülasyonlarında incelenen özelliklere ait elde edilen ortalamalar ve varyans analiz sonuçları Tablo 1’de, herbisit uygulanan çeşitlerin kontrol gruplarına göre karşılaştırması ise Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 1. Herbisit uygulanan Yerel Karacadağ çeltik popülasyonlarında incelenen özelliklere ait ANOVA (tek yönlü) testi sonuçları

	Bitki Boyu (cm)	Salkımda Tane Sayısı (adet)	Sap Çapı (mm)	Bitkide kardeş sayısı (adet)	Salkım Uzunluğu (cm)	Tane Ağırlığı (g)	
Popülasyon							
Alatosun (0)	65.16±5.05 ab	40.27±13.65 ab	3.60±0.21 ab	2.30±0.44 bc	13.35±1.52 a	1.00±0.32	
Alatosun	56.67±9.00 cd	28.28±11.21 bc	2.92±0.65 bc	1.67±1.36 c	10.13±1.79 b	1.47±0.39	
Sarıçanak (0)	71.20±9.62 a	51.00±19.96 a	4.00±0.79 a	1.60±0.54 c	14.40±1.36 a	1.12±0.47	
Sarıçanak	50.67±0.57 d	20.00±1.00 bc	2.17±0.76 cd	2.00±0.00 bc	8.67±0.49 b	1.03±0.26	
Subatan (0)	61.90±2.92 bc	53.80±22.21 a	4.00±0.61 a	2.80±0.44 ab	13.20±0.58 a	1.10±0.03	
Subatan	54.50±3.90 cd	13.11±2.77 c	2.42±0.72 cd	2.33±0.57 abc	9.00±1.64 b	0.88±0.78	
Cobi (0)	71.00±4.24 a	48.00±17.86 a	4.40±0.74 a	3.60±0.54 a	13.80±1.00 a	1.15±1.02	
Cobi	51.83±1.94 d	12.41±8.23 c	2.01±0.72 d	2.50±1.37 bc	9.42±0.50 b	0.90±0.41	
Ort.	60.37	33.36	3.19	2.35	11.49	1.08	
Varyans kaynakları	SD KO	KO	KO	KO	KO	KO	
Popülasyon	7	310.569**	1352.31**	4.04404**	2.13628*	25.5703**	0.181973 ns
Hata	30	34.492	219.21	0.44532	0.78333	1.5865	0.362719
C.total	37						
Cv (%)	9.59	32.77	20.37	37.44	10.70	54.54	

***;P≤0,01, **;P≤0,05 düzeyinde önemlidir, Öd: önemli değildir, ± Standart sapma. Ortalamalar arasındaki farklılıklar T testine göre karşılaştırılmıştır. *, Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir.

3.1. Bitki boyu

Çeltik popülasyonlarına ait bitki boyları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P≤0.01). Yapılan t testi sonuçlarına göre herbisit uygulaması ile kontrol grubu arasındaki farklılık Alatosun ve Subatan popülasyonlarında % 0.05, Sarıçanak ve Cobi çeşitlerinde ise % 0.01 düzeyindedir (Tablo 1).

Bitki boyu en yüksek Sarıçanak (71.20 cm) ve istatistiksel olarak aynı grupta yer alan Cobi (71.0 cm) popülasyonunun kontrol grubundan, en düşük Sarıçanak popülasyonunun herbisit uygulanmasından (50.67 cm) elde edilmiştir.

Herbisit uygulaması yapılmış ve herbisite dayanıklı bulunmuş popülasyonların bitki boyu 50.67 ve 56.67 cm arasında değişmiştir. Alatosun popülasyonu (56.67 cm) herbisit uygulamalarına diğer popülasyonlara kıyasla dayanıklılık gösterirken, Sarıçanak

popülasyonu (50.67 cm) hassas bulunmuştur (Tablo 1).

Herbisit uygulaması ile kontrol grupları kıyaslandığında bitki boyunun 61.90-71.20 cm arasında değiştiği, tüm kontrol grupları bitki boyu ortalamalarının popülasyonların bitki boyu ortalamasından yüksek bulunmuştur (Tablo 2).

Elde edilen bu bulgular herbisit uygulamasının bitki boyunda çeşitlere göre farklı sonuçlar verdiğini göstermektedir. Nitekim yapılan literatür araştırmalarında bitki boyunun çeşitten çeşide farklılık gösterdiği (Eğriş ve ark., 2020) ve bu özelliğin mutasyon uygulamalarından en çok etkilenen özelliklerden biri olduğu belirtilmiştir (Şehirli ve Özgen, 1988). İmidazolinon (IMI) uygulaması ile birlikte bitki boyunda artış olduğu, kimyasal mutagen uygulamalarında ise boy kısalmalarının olabildiği farklı araştırmalarla desteklenmektedir (Efe ve Ünal, 2017; Adak ve ark., 2019; Hamid

Ahmad, 2019; Şahin, 2021). Paç (2023) imazamox aktif maddeli herbisit uygulandığı bitkilerde IMI tolerant genotiplerin bitki boylarının herbisit uygulanmamış çeşitlerle rekabet edebilecek düzeyde olduğunu ve ortaya çıkan

farklılıkların ise toprak ve çevresel faktörlerden kaynaklanabileceğini bildirmiştir. Ancak herbisit uygulaması ile bitki boyu arasında negatif bir korelasyon olduğu söylenebilmektedir (Sellers ve ark., 2009).

Tablo 2. Herbisit uygulanan Yerel Karacadağ çeltik popülasyonlarının kontrol gruplarına göre t testi sonuçları

Popülasyon	Bitki Boyu (cm)	Salkımda Tane Sayısı (adet)	Sap Çapı (mm)	Bitkide kardeş sayısı (adet)	Salkım Uzunluğu (cm)	Tane Ağırlığı (g)
Alatosun (0)	65.16 a	40.27 a	3.59 a	2.30	13.35 a	1.47
Alatosun	56.66 b	28.27 b	2.92 b	1.66	10.11 b	1.00
Prob > t	*	*	*	Öd	**	Öd
Sarıçanak (0)	71.20 a	51.00 a	4.00 a	2.00	14.40 a	1.11
Sarıçanak	50.66 b	20.00 b	2.00 b	1.60	8.66 b	1.03
Prob > t	**	*	*	Öd	**	Öd
Subatan (0)	61.90 a	53.80 a	4.00 a	2.80	13.20 a	1.09
Subatan	54.50 b	13.11 b	2.41 b	2.33	9.00 b	0.88
Prob > t	*	**	*	Öd	**	Öd
Cobi (0)	71.00 a	48.00 a	4.40 a	3.60 a	13.80 a	1.14
Cobi	51.83 b	12.40 b	2.01 b	2.50 b	9.41 b	0.90
Prob > t	**	**	**	*	**	Öd

**; $P \leq 0,01$, *; $P \leq 0,05$ düzeyinde önemlidir, Öd: önemli değildir. Ortalamalar arasındaki farklılıklar T testine göre karşılaştırılmıştır.

3.2. Salkımda tane sayısı

Mutasyon uygulamasının salkımda tane sayısı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuş, bu etki popülasyonlar arasında değişiklik göstermiştir ($P \leq 0.01$) (Tablo 1). T testi sonuçlarına göre herbisit uygulanan parseller ile kontrol grupları arasındaki farklılık tüm popülasyonlarda % 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 2).

Salkımda tane sayısı en yüksek Subatan popülasyonunda (53.8 adet) ve istatistiksel olarak aynı grupta yer alan Sarıçanak (51.00 adet) ile Cobi (48.0 adet) popülasyonlarının kontrol gruplarından, en düşük ise Cobi (12.41 adet) ve Subatan (13.11 adet) popülasyonlarının herbisit uygulanan parsellerinde saptanmıştır. Herbisit uygulanan parsellerde salkımda tane sayısı 12.41 ve 28.28 adet arasında değişmiştir. Alatosun (28.28 adet) ve Sarıçanak (20.0 adet) popülasyonları diğer popülasyonlara kıyasla herbisit uygulamasına dayanıklılık göstermiştir. Cobi (12.41 adet) ve Subatan

(13.11 adet) popülasyonları ise herbisit uygulamasına hassas popülasyonlardır (Tablo 1). Herbisit uygulaması yapılan popülasyonlar kendi kontrol grupları ile karşılaştırıldığında tüm popülasyonların kontrol gruplarının herbisit uygulanan parsellerden yüksek değerler (Subatan: 53.8, Sarıçanak: 51.0, Cobi: 48.0, Alatosun: 40.27 adet) göstermiştir (Tablo 2).

Araştırmamızda herbisit uygulamasıyla birlikte tüm popülasyonlarda salkımda tane sayısının azaldığı saptanmıştır. Kontrol grubunun değerleri herbisit uygulanan parsellerinden yüksek sonuçlar vermesi nedeniyle popülasyonun herbisite dayanıklılık göstermediği belirlenmiştir. Farklı dozlarda yapılan imazamox uygulamasının bitkilerde tane sayısında değişiklik meydana getirmediği (Paç, 2023) fakat artan mutagen (EMS) dozlarının bitkide tane sayısını azalttığı belirlenmiştir (Ünver, 1989). Başer ve ark. (2007) buğday bitkisinde 100 ve 300 gray'lık Gamma ışını uygulamasının başakta tane sayısında artış yarattığını gözlemlemiştir.

Araştırmadan elde edilen bulgularımız Ünver (1989)'in bulguları ile benzerlik gösterirken, Başer ve ark. (2007)'nin bulguları ile farklılık göstermiştir. Bu farklılıkların bitkinin genetik özellikleri, iklim, ekolojik şartlar ve farklı yetiştirme tekniklerinden ileri geldiği düşünülmektedir (Bozoğlu ve Pekşen, 1997; Tantekin, 2008; Abo-Hegazy ve ark., 2012).

3.3. Sap çapı

Mutasyon uygulamasının sap çapı üzerine etkisi popülasyonlar arasında farklılık göstermiştir ($P \leq 0.01$) (Tablo 1). T testi sonuçlarına göre herbisit uygulanan parseller ile uygulanmayan kontrol grupları arasındaki farklılık Alatosun, Sarıçanak ve Subatan popülasyonlarında %1, Cobi popülasyonunda ise % 0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 2). Sap çapı en yüksek Cobi popülasyonu (4.40 mm) ve istatistiksel olarak aynı grupta yer alan Subatan ve Sarıçanak popülasyonlarının kontrol gruplarında (sırasıyla 4.0 mm ve 4.0 mm), en düşük Cobi popülasyonunun herbisit uygulanan parsellerinde (2.01 mm) görülmüştür. Herbisit uygulanan parsellerde sap çapı değerleri 2.01 ve 2.92 mm arasında değişmiştir. Alatosun popülasyonu herbisit uygulamasına diğer popülasyonlara kıyasla dayanıklılık göstermiştir. Cobi popülasyonu ise (2.01 mm) herbisit uygulamasına en hassas popülasyon olmuştur (Tablo 1). Herbisit uygulaması yapılan popülasyonlar kendi kontrol grupları ile karşılaştırıldığında sap çapı değerlerinin 2.00-4.40 mm arasında değiştiği, tüm popülasyonların kontrol gruplarının herbisit uygulanan parsellerden yüksek değerler verdiği belirlenmiştir (Tablo 2). Araştırmada herbisit uygulamasının sap çapı değerlerini azalttığı ve popülasyonların herbisite dayanıklılık düzeylerinin farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Güçlü bir bitki gelişiminde sap çapı önemli bir parametre olup, kimyasal mutagen uygulamalarının kısa boylu, kalın

saplı ve yatmaya dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesinde başarılı sonuçlar verdiği yapılan araştırmalarda tespit edilmiştir (Wani ve ark., 2014). Konu ile ilgili benzer bir çalışmada 2 ayrı kinoa genotipinde yapılan mutagen uygulamasında genotiplerden birininin sap çapının kontrol grubundan yüksek olduğu, mutagen uygulanmış diğer genotipte ise düşük olduğu (Eğritaş ve ark., 2020), bununla birlikte bazı çalışmalarda da sap çapının mutasyon uygulaması ile değiştiğini ve çeşitler arasında farklılıklar olduğunu bildirmişlerdir (Efe ve Ünal, 2017). Şahin (2021) yerel çeşitlerin IMI uygulamasına dayanıklılıklarının yüksek olduğunu tespit etmiştir.

3.4. Bitkide kardeş sayısı

Mutasyonun bitkide kardeş sayısı, sayısı üzerine etkisi popülasyonlar arasında farklılık göstermiştir ($P \leq 0.05$) (Tablo 1). Yapılan t testi sonuçlarına göre herbisit uygulanan parseller ile uygulanmayan kontrol grupları arasındaki farklılık Alatosun, Sarıçanak ve Subatan popülasyonlarında önemli bulunmazken, Cobi popülasyonunda % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 2).

Bitkide kardeş sayısı en yüksek Cobi popülasyonunun (3.60 adet), en düşük Sarıçanak (1.60 ± 0.54 adet) popülasyonunun kontrol gruplarında saptanmış ve istatistiksel olarak aynı grupta yer alan Alatosun (1.67 adet) popülasyonunun herbisit uygulanan parsellerinden elde edilmiştir. Herbisit uygulanan parsellerde bitkide kardeş sayısı 1.67 ve 2.80 adet arasında değişmiş, Subatan popülasyonu (2.80 adet) herbisit uygulamasına diğer popülasyonlara kıyasla dayanıklı bulunmuştur. Alatosun popülasyonu ise (1.67 adet) herbisit uygulamasına en hassas olmuştur (Tablo 1).

Herbisit uygulaması yapılan popülasyonlar kendi kontrol grupları ile karşılaştırıldığında bitkide kardeş sayısının

1.60-3.60 adet arasında değiştiği, Cobi popülasyonunun kontrol grubunun herbisit uygulanan parsellere göre yüksek değerler verdiği tespit edilmiştir (Tablo 2). Özetle, araştırmamızda kullanılan popülasyonların kardeşlenme sayısı yönünden herbisite (IMI) dayanıklılık düzeyleri farklılık göstermiş olup imidazolinonun kardeşlenme sayısını baskıladığı görülmektedir. Başka araştırmalarda; elde edilen sonuçlar incelendiğinde mutagen uygulaması arttıkça bitkide kardeş sayısının azaldığı (Singh ve ark., 1997) ancak konuyla ilgili başka araştırmalarda ise mutagen uygulamasının bitkide kardeş sayısını artırdığı bildirilmiştir (Ahmedi and Madj, 1988; Khamankar, 1989; Başer ve ark., 2007).

3.5. Salkım uzunluğu

Mutasyonun salkım uzunluğuna etkisi popülasyonlar arasında farklılık göstermiştir ($P \leq 0.05$) (Tablo 1). T testi sonuçlarında herbisit uygulanan parseller ile uygulanmayan kontrol grupları arasındaki farklılık tüm popülasyonlarda % 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 2). Salkım uzunluğu en yüksek Sarıçanak popülasyonunun kontrol grubundan (14.40 cm), en düşük Subatan (9.00 cm) popülasyonunun herbisit uygulanan parsellerinden elde edilmiştir. Herbisit uygulanan parsellerde salkım uzunluğu 9.00 ve 10.13 cm arasında değişmiştir. Alatosun popülasyonu (10.13 cm) herbisit uygulamasına diğer popülasyonlara kıyasla dayanıklı bulunmuştur. Subatan popülasyonu ise (9.00 adet) herbisit uygulamasına en hassas popülasyon olmuştur (Tablo 1). Herbisit uygulaması yapılan popülasyonlar kendi kontrol grupları ile karşılaştırıldığında salkım uzunluğunun 8.66-14.40 cm arasında değiştiği, tüm popülasyonların kontrol gruplarının herbisit uygulanan parsellere göre yüksek değerler verdiği saptanmıştır (Tablo 2). Araştırmamızda genel olarak kullanılan popülasyonların salkım uzunluğu

bakımından imidazolinon uygulamasına dayanıklılık düzeyleri farklılık göstermiştir. Yapılan bazı araştırmalarda elde edilen sonuçlara bakıldığında; mutagen uygulaması yapılan bitkilerin başak uzunluklarında artış olduğu (Yıldırım ve ark., 1987; Vadher ve ark., 1988; Kubba ve Ibrahim, 1989) ve bazı çalışmalarda ise başak boyunda dikkate değer azalışlar (Butnaru, 1991; Başer ve ark., 2007) olduğu belirlenmiştir.

3.6. Tane ağırlığı

Tane ağırlığı yönünden incelenen popülasyonlar arasında istatistiksel olarak önemli farklılık tespit edilmemiştir (Tablo 1). T testi sonuçlarında da herbisit uygulanan parseller ile uygulanmayan kontrol grupları arasında önemli farklılık bulunmamıştır (Tablo 2). Tane ağırlığı 0.88 ± 0.78 -1.47 g arasında değişmiştir (Tablo 1). Herbisit uygulaması yapılan popülasyonlar kendi kontrol grupları ile kıyaslandığında tane ağırlığının 0.88-1.47 arasında değiştiği belirlenmiştir (Tablo 2). Araştırmamızda kullanılan popülasyonların tane ağırlığının imidazolinon uygulamasından etkilenmediği, tüm popülasyonların dayanıklılık düzeylerinin aynı olduğu saptanmıştır. Şahin (2021) IMI dayanıklı genotiplerin ve yerel çeşitlerin tane ağırlığının mutagen uygulamasından etkilendiğini, çeşitler ve genotipler arasında farklılık oluştuğunu ifade etmiştir. Kahrıman (2021) ve Paç (2023) İmazamox aktif maddeli herbisit uygulamasının tane ağırlığına önemli etkide bulunmadığını tespit etmiştir. Araştırmamızda tane ağırlığı ile ilgili bulgularımız Şahin (2021)'in bulgularından farklı, Paç (2023)'in bulguları ile benzerlik göstermektedir.

Çeltik popülasyonlarında incelenen özelliklere arası ilişkiyi gösteren korelasyon analiz sonuçları Tablo 3 verilmiş olup ve scatterplot matrix grafiği ile desteklenmiştir (Şekil 1).

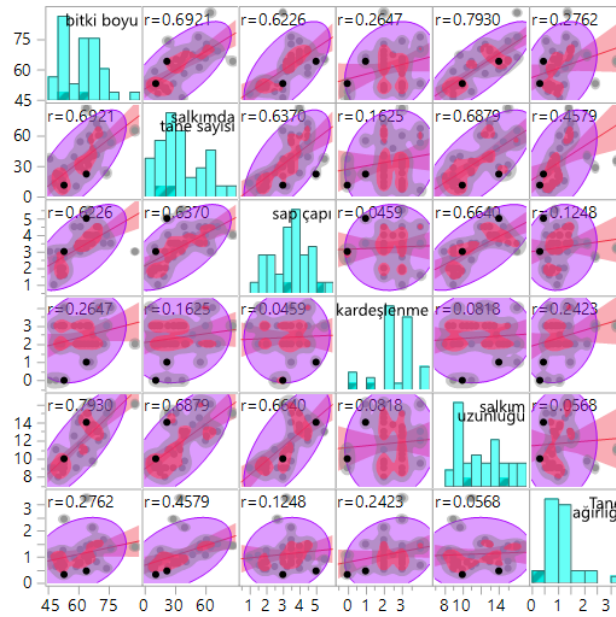
Tablo 3. İncelenen özellikler arası korelasyon ilişkisi

	Bitki Boyu	Salkımda Tane Sayısı	Sap Çapı	Kardeşlenme	Salkım Uzunluğu	Tane Ağırlığı
Salkımda Tane Sayısı	0.6921**	1.0000				
Sap Çapı	0.6226**	0.6370**	1.0000			
Kardeşlenme	0.2647	0.1625	0.0459	1.0000		
Salkım Uzunluğu	0.7930**	0.6879**	0.6640**	0.0818	1.0000	
Tane Ağırlığı	0.2762	0.4579**	0.1248	0.2423	0.0568	1.0000

*, $P \leq 0.05$, **, $P \leq 0.01$ düzeyinde önemlidir.

Herbisit uygulamaları sonucunda elde edilen bitkilerde incelenen özelliklere ait korelasyon analizi sonuçlarına göre salkımda bitki boyu ile tane sayısı ($P \leq 0.01$, $r=0.6921$), sap çapı ($P \leq 0.01$, $r=0.6226$) ve salkım uzunluğu ($P \leq 0.01$, $r=0.7930$) arasında pozitif ve güçlü ilişki tespit edilmiştir. Ayrıca salkım uzunluğu ile salkımda tane sayısı ($P \leq 0.01$, $r=0.6879$) ve sap çapı ($P \leq 0.01$, $r=0.6640$) arasında ve tane ağırlığı ile salkımda tane sayısı arasında da pozitif ve güçlü ilişki söz konusudur (Tablo 3; Şekil 1). Yapılan bazı çalışmalarda da çeltikte bazı verim ve verim karakterlerinin birbiriyle güçlü korelasyon

gösterdiği ifade edilmiştir. Bu anlamda Şavşatlı ve ark. (2007) çeltikte salkımda tane sayısı ile salkımda tane ağırlığının ($r=0.7580^{**}$) pozitif ve anlamlı ilişki gösterdiğini bildirmişlerdir. Scatterplot matrix grafiği ile de özellikler arası ilişki saptanabilmektedir (Karaman, 2022; İpekeşen ve ark., 2023). Grafiğe göre özellikler arası ilişkiyi gösteren dağılım toz bulutu regresyon çizgisi üzerinde düzenli ve yoğun ise söz konusu özellikler arasında güçlü ilişki olduğunu, ancak dağılım düzensiz ve az ise ilişkinin güçlü olmadığını anlaşılabilmektedir (Şekil 1).

**Şekil 1.** İncelenen özellikler arası korelasyon ilişkisi

4. Sonuçlar

Bu araştırmada materyal olarak kullanılan ve Karacadağ havzasında yer alan ve çiftçi tarlalarında sıklıkla

yetiştiriciliği yapılan 4 adet yerel Karacadağ çeltik popülasyonlarının (Alatosun, Sarıçanak, Subatan, Cobi) herbisite dayanıklılıklarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Sonuç olarak Alatosun yerel

çeltik popülasyonunun mutagen ve herbisit uygulamaları sonucunda bitki boyunun diğer çeşitlere göre kısalmadığı, salkımda tane sayısının belirgin bir şekilde azalmadığı, sap çapının daralmadığı, salkım uzunluğunun kısalmadığı tespit edilmiştir. Fakat kardeşlenme sayısının düştüğü sonucuna varılmıştır. Bu nedenle Alatosun popülasyon örneğinin mutagen uygulamaları ile herbisit uygulamalarına genetik olarak daha dayanıklı olduğu ve önerilebilir olduğu sonucuna varılmıştır.

Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulunduklarını, makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Açıklama

Bu çalışma, ilk yazarın doktora tezinden türetilmiş olup, “YÖK 100/2000 Öncelikle Alanlarda Sürdürülebilir Tarım” kapsamında gerçekleştirilmiştir.

Kaynaklar

- Abo-Hegazy, S.R.E., Selim, T., El-Emam, E.A.A., 2012. Correlation and path coefficient analysis of yield and some yield components in lentil. *Egyptian Journal of Plant Breeding*, 16(3): 147-159.
- Adak, M.S., Güler, M., Kayan, N., 2010. Yemeklik Baklagillerin Üretimini Artırma Olanakları. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi*, Kongre Bildiriler Kitabı, 11-15 Ocak, Ankara, s.329-341.
- Ahmedi, N., Majd, I., 1988. Attempt to improve some yield component and shattering resistance in wheat cv. *Azadi* by induced mutations. *Mutation Breeding Newsletter*, 19: 1617.

- Alamyar, R., Boz, İ., 2021. Üreticilerin pirinç pazarlamada yaşadıkları sorunlar ve çözüm önerileri: Takhar-Afganistan örneği. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 5(2): 381-392.
- Başer, İ., Bilgin, O., Korkut, K.Z., Balkan, A., 2007. Makarnalık buğdayda mutasyon ıslahı ile bazı kantitatif karakterlerin geliştirilmesi. *Journal of Agricultural Sciences*, 13(4): 346-353.
- Bashki, R., Sikka, V.K., Yunus M., Naidu, M.R., 1987. Polygenic variation in wheat following hybridization and mutagenesis. *Plant Breeding*.
- Bozoğlu, H., Pekşen, E., 1997. Farklı sıra arası mesafelerinin mercimeğin tane verimi ve bazı agronomik özellikleri üzerine etkileri. *Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi*, Kongre Bildiriler Kitabı, 22-25 Eylül, Samsun, s. 595-597.
- Butnaru, G., 1991. Mutagenesis in triticale. National Wheat Research Center. In *Proceedings of the Second International Triticale Symposium Mexico DF, CIYMMT*, Mexico, p. 154.
- Damar, İ., 2006. Edirne ili çeltik üretim alanlarında bulunan yabancı ot türleri ve yoğunluklarının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne
- Efe, B., Ünal, S., 2017. Farklı Gama ışını dozlarının Macar fiği çeşitlerindeki bazı kantitatif özelliklere etkisi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 20: 135-143.
- Eğritaş, Ö., Tan, M., Haliloğlu, K., 2020. Herbisite dayanıklı mutant kinoa (*Chenopodium quinoa* willd.) hatlarında bazı bitkisel özelliklerin belirlenmesi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 10(2): 1382-1388.
- Eleftherohorinos, I.G., Dhima, K.V., Vasilakoglou, I.B., 2002. Interference of red rice in rice grown in Greece. *Weed Science*, 50(2): 167-172.

- Eser, D., Sağıl, Z., Tutluur, M., Peşkırcioğlu, H., Atilla, A.S., Adak, M.S., 1991. The effect of gamma radiation doses on some characters in M1 generation of large seeded type green lentil pul-11 cultivar. *Turkish Journal of Nuclear Sciences*, 5-15.
- Esgici, R., 2012. Harvesting and threshing mechanization of rice in the region of GAP, Karacadağ. PhD Thesis, Çukurova University, Institute of Natural and Applied Sciences, Adana.
- FAO, 2002. Global IPM facility available. (<http://faostat.fao.org/>), (Erişim tarihi:11.05.2023).
- FAOSTAT, 2023. (<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>), (Erişim tarihi: 03.03.2023).
- Güncan, A., Karaca, M., 2018. Yabancı ot mücadelesi. Selçuk Üniversitesi Basım Evi, Konya.
- Hamid Ahmad, Z., 2019. Screening of advanced generation lentil mutant genotypes for tolerance to Imazamox Herbicide. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Şanlıurfa.
- Kahraman, Ş., Atakul, Ş., Kılınç, S., Alp, A., Duman, M., Baran, B., Özaslan, C., 2021. Çeltik yetiştiriciliğinde organik tarım olanaklarının araştırılması ve konvansiyonel tarım ile karşılaştırılması. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 9(2): 54-61.
- İpekeşen, S., Akyıldız, M. İ., Alp A., 2023. Diyarbakır ili sulı koşullarında ileri kademe ekmeklik buğday hatlarının verim ve kalite özelliklerinin GGE biplot tekniği ile değerlendirilmesi. *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12(1): 107-123.
- Kahrman, A., 2021. Nohut (*Cicer arietinum* L.) genetik kaynaklarının IMI grubu herbisitlere dayanıklılık ve morfolojik özelliklerinin belirlenmesi. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 5(3): 678-689.
- Karaman, M., 2022. GGE biplot tekniği ve scatter plot matrixi ile ekmeklik buğdayda (*Triticum aestivum* L.) genotip, verim ve verim komponentlerinin yorumlanması. *Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 10(1): 931-937.
- Kaya, B., 2013. Karacadağ yerel ve Osmancık-97 çeltik varyetelerinin bazı yabancı otlara karşı rekabet yeteneklerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- Khamankar, Y.G., 1989. Gamma ray irradiation and selection for yield components in bread wheat. *PKV Research Journal*, 13: 1-15.
- Kubba, A.J., Ibrahim, F., 1989. Semi dwarf mutants from bread wheat cultivar Inia 66. *Mutation Breeding Newsletter*, No. 34.
- Kwon, S.L., Smith, R.J., Talbert, R.E., 1991. Interference of red rice (*Oryza sativa*) densities in rice. *Weed Science*, 39(2): 169-174.
- Paç, C., 2023. Farklı dozlarda imazamox herbisit uygulamasının imitolerant mercimekte bitki gelişimi, verim ve verim özelliklerine etkilerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Şahin, B., 2021. İmazamox toleran mercimek genotiplerinin bazı çeşitlerle tarımsal özellikleri bakımından karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Şavşatlı, Y., Gülümser, A., Sezer, İ., 2008. Çeltikte bazı salkım ve tane özellikleri arasındaki ilişkiler. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 23(1): 25-31.

- Sehirali S., Özgen M., 1988. Bitki Islahı. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları: 1059, Ders Kitabı, Ankara.
- Sellers, B.A., Ferrell, J.A., MacDonald, G. E., Kline, W.N., 2009. Dogfennel (*Eupatorium capillifolium*) size at application affects herbicide efficacy. *Weed Technology*, 23(2): 247-250.
- Singh, S.P., Singh, L.R., Singh, B., Singh, G., 1997. Study on variability caused by gamma ray in barley. *Indian Journal of Agricultural Research*, 31(2): 110-114.
- Sürek, H., Ünan, R., Beşer, N., Kaya, R., Kara, A., 2016. Yabancı ot ilaçlarına dayanıklı bazı çeltik (*Oryza sativa* L.) genotiplerinin geliştirilmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25(Özel sayı-1): 94-99.
- Tantekin, M., 2008. Diyarbakır ekolojik koşullarında bazı kışlık kırmızı mercimek (*Lens culinaris* Medik.) çeşitlerinde farklı ekim sıklıklarının verim ve verim ile ilgili özelliklere etkisi üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Tepe, I., 2014. Yabancı Otlarla Mücadele. Sidas Medya Ziraat Yayın No: 031, İzmir.
- TUİK, 2023. (<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=104&locale=tr>), (Erişim tarihi: 03.03.2023).
- Ünver, S., 1989. Arpa (*Hordeum vulgare* L.) da uygulanan EMS (Ethyl Methane Sulphonate) dozları, yıkama suyu sıcaklık ve süresinin M1 ve M2 bitki özelliklerine etkileri. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Uzun, K., Demirkan, H., 2013. Determination of weeds in rice region of Edirne - Uzunköprü and Researches on chemical control of those weeds. *The Journal of Turkish Phytopathology*, 42(1-2-3): 1-12.
- Vadher, P.V., Desai, K.B., Badaya, S.N., Kukadia, M.U., 1988. Mutation in grain sorghum. *Gujarat Agricultural University Journal*, 13(2): 82-85.
- Wall, D.A., McMullan, P.M., 1994. Effectiveness of several new selective herbicides in lentils (*Lens culinaris*). *Crop Protection*, 13: 553-557.
- Wani, M.F., Kozgar, M.I., Tomlekova, N., Khan, S., Kazi, A.G., Sheikh, S.A., Ahmad, P., 2014. Mutation Breeding: A Novel Technique for Genetic improvement of pulse crops particularly chickpea (*Cicer arietinum* L.). (Ed: P. Ahmads). *Improvement of Crops in the Era of Climatic Changes*, Springer, New York, USA, p: 217-248.
- Yıldırım, M.B., Çağırkan, M.I., Turgut, I., 1987. Arpa mutant populasyonlarında seleksiyon uygulaması. *Türkiye Tahıl Sempozyum*, 6-9 Ekim, Bursa, s. 473-481.
- Zhu, X.Q., Pang, B.L., Wan, X.Q., 1990. Development of 4 semidwarf mutants in Guanglui. *International Rice Research Newsletter*, 15(2): 6.

Atıf Şekli	Akyıldız, M.İ., Alp, A., 2023. Yerel Karacadağ Çeltik (<i>Oryza sativa</i> L.) Popülasyonlarının Bazı Bitkisel Özelliklerinin Kimyasal Mutagen Uygulamasına Dayanıklılığının Belirlenmesi. <i>ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 7(4): 747-758. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.10207894 .
To Cite	Akyıldız, M.İ., Alp, A., 2023. Determination of Resistance of Some Plantal Traits of Local Karacadağ Rice (<i>Oryza sativa</i> L.) Populations to Chemical Mutagen Treatment. <i>ISPEC Journal of Agricultural Sciences</i> , 7(4): 747-758. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.10207894 .



Demir Oksit Nanopartikül (FeO-NP) Uygulamasının Topraksız Kültürde Yetiştirilen Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Bitkisinin Büyümesi Üzerine Etkileri

Melek BİÇER BAYRAK^{1*}, Hatice DAĞHAN²

¹T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Sakarya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Sakarya

²Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Eskişehir

*Sorumlu Yazar (Corresponding author): bicermelek91@gmail.com

Özet

Demir eksikliği görülen topraklarda yetiştirilen bitkilerin Fe içeriğini artırmak, insan ve hayvanlarda görülen Fe eksikliğine bağlı sağlık problemlerini azaltmak için gerekli etkin, ucuz ve çevre dostu gübre üretim ve uygulamalarına ihtiyaç vardır. Bu çalışmada, yeşil sentez yöntemi ile sentezlenmiş olan demir oksit nanopartiküller (FeO-NP'ler) karakterize edildikten sonra fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) bitkisinin yetiştirildiği Hoagland besin çözeltisine artan dozlarda (0, 2, 4, 6, 8 ve 10 mg L⁻¹) uygulanmıştır. Deneme 3 tekerrürlü olarak ve kontrollü koşullara (16/8 saat aydınlık/karanlık, 25/20 °C sıcaklık ve % 60 nem, ışık şiddeti 10 kilo lüks (klx)) sahip iklim odasında 30 gün boyunca yürütülmüştür. Perlit ortamında yetiştirilen fasulye bitkisinde deneme boyunca oluşan morfolojik değişimler gözlenmiş, hasat edilmeden önce yaprakların klorofil içerikleri ölçülmüş ve daha sonra kök ve yeşil aksamın kuru ağırlık ve Fe, azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), bakır (Cu), mangan (Mn) ve çinko (Zn) konsantrasyonları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, FeO-NP uygulaması hem yeşil aksam hem de kök sistemindeki Fe konsantrasyonu üzerinde önemli bir etki göstermiştir (sırasıyla % 5 ve % 1 düzeyinde). Yeşil aksamda en yüksek Fe konsantrasyonu (92.11 mg kg⁻¹) 10 mg L⁻¹ uygulama dozunda belirlenmiştir. Demir oksit NP uygulaması ile yeşil aksam kuru ağırlıkları ve N, Mg ve Cu konsantrasyonları kontrole kıyasla azalırken, P, K, Ca, Zn ve Mn konsantrasyonları ise uygulama dozuna göre değişiklik göstermiştir. Çalışma, azot hariç, bitki dokularındaki makro ve mikro besin maddesi konsantrasyonlarının yeterli olduğunu ortaya koymuştur.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi :05.07.2023

Kabul Tarihi :15.08.2023

Anahtar Kelimeler

Demir
nanopartikül
nanogübre
Phaseolus vulgaris L.
noksanlılık
topraksız tarım

The Effects of Iron Oxide Nanoparticle (FeO-NP) Application on the Growth of Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Grown in Soilless Culture

Abstract

In order to increase the Fe content of plants grown on iron-deficient soils and to reduce the health problems associated with Fe deficiency in humans and animals, there is a need for effective, cheap and environmentally friendly fertilizer production and fertilizer applications. In this study, iron oxide nanoparticles (FeO-NPs) synthesized by green synthesis method were characterized and applied in increasing doses (0, 2, 4, 6, 8 and 10 mg L⁻¹) to Hoagland nutrient solution in which beans (*Phaseolus vulgaris* L.) were grown. The experiment was carried out in three replicates for 30 days in a climate chamber with controlled conditions (16/8 hours' light/dark, 25/20 °C temperature and 60 % humidity, 10 Klux light intensity). Throughout the experiment, we observed morphological changes in bean plants grown in perlite culture, measured chlorophyll content in leaves before harvest, and determined dry weight of shoots and roots and concentrations of Fe, N, P, K, Ca, Cu, Mn, and Zn in shoots parts. The application of FeO-NP has exhibited a significant impact on the concentration of Fe in both the shoots and roots according to the results obtained (5 % and 1 %, respectively). The highest Fe concentration (92.11 mg kg⁻¹) in the shoots was determined from the 10 mg L⁻¹ application dose. With FeO- NP application, the dry weight of shoots as well as the concentrations of N, Mg, and Cu decreased in comparison to the control, while the concentrations of P, K, Ca, Zn, and Mn varied depending on the dosage of the application. Except for nitrogen, the study established that the macro and micronutrient concentrations in plant tissues were sufficient.

Research Article

Article History

Received :05.07.2023

Accepted :15.08.2023

Keywords

Iron
nanoparticle
nano fertilizer
Phaseolus vulgaris L.
deficiency
soilless culture

1. Giriş

Demir (Fe), bitki büyümesi ve gelişmesi için gerekli olan önemli mikro besin elementlerinden biridir (Gülser ve Çelim, 2020) ve fotosentezden solunuma kadar çok çeşitli biyokimyasal süreçlerde önemli rol oynar. Kloroplastların işlevini sürdürmesi için gerekli olan Fe, klorofilin biyosentezine ve elektron taşıma sistemlerine katılarak, fotosentez hızını etkiler. Bu nedenle bitkilerde Fe eksikliğine bağlı olarak fotosentez hızının düştüğü bildirilmektedir (Santos ve ark., 2015; Bastani ve ark., 2018; Abdelhameed ve ark., 2019; Mohasselli ve ark., 2020). Bitkilerin Fe gereksinimleri diğer tüm mikro besin elementlerinden fazladır ve Fe'nin aerobik ortamlarda oksitlenmiş ferrik (Fe^{+2}) formunun çözünürlüğünün düşük olması nedeniyle bitki büyümesini en çok sınırlayan üçüncü besin elementidir (Abdelhameed ve ark., 2019; Bastani ve ark., 2018). Bitkilerde Fe eksikliği oluşmasının çeşitli nedenleri vardır. Bunlar; toprağın az havalandırılmasıyla oluşan oksijen yetersizliği, yüksek $CaCO_3$, yüksek pH, karbondioksit fazlalığı ve ağır metallerdir (Bergmann, 1988). Ayrıca, yarı kurak bölgelerin alkali topraklarında ve organik madde oranı düşük topraklarda Fe noksanlığı tarımsal üretim için önemli ekonomik etkileri olan bir verim sınırlayıcı faktör haline gelir (Santos ve ark., 2015; Rana ve ark., 2019).

Bitkilerde büyüme, gelişme ve verim düşüklüğüne neden olan Fe noksanlığı, insan ve hayvanlarda da kansızlık (anemi) başta olmak üzere birçok anomaliye ve beslenme bozukluklarına neden olur (Abdelhameed ve ark., 2019). Dünya çapında 2.2 milyara yakın insan anemi ile mücadele etmektedir ve vakaların yaklaşık yarısı Fe eksikliğinden kaynaklanmaktadır (Knijnenburg ve ark., 2018). Gıdalarda Fe eksikliğinin önlenmesi için tarımsal üretimde verimli, toksik olmayan ve ekonomik gübrelerin geliştirilmesi

önemlidir (Rana ve ark., 2019). Sürdürülebilir tarım perspektifinden bakıldığında, nanoteknoloji, artan dünya nüfusunu beslemek ve küresel gıda üretimini artırmak için nanogübreler gibi yenilikçi gübre türleri geliştirme potansiyeline sahiptir (Diatta ve ark., 2020). Nanogübreler; bitkinin gelişimi için gerekli olan mikro (Fe, Cu, Zn) veya makro besin (N, P, K, Ca) maddelerini sağlayan ve nano malzemelerle kaplanmış tek bir besin maddesi veya kombinasyon halinde kullanılabilen 1-100 nm boyutlu substratlar kullanılarak geliştirilen gübreler olarak tanımlanır (Mandal, 2021). Yapılan araştırmalarda (Feregrino-Perez ve ark., 2018; Diatta ve ark., 2020; Seleiman ve ark., 2020) nanogübrelerin; küçük parçacık boyutları (<100 nm) nedeniyle bitkiye kolay nüfuz edebildiği, yüksek yüzey alanları ile maksimum reaktivite sağlayabildiği belirtilmektedir. Ayrıca, sentetik gübrelere kıyasla daha az miktarda gübre uygulaması ile verim artırılabilen ve besin kayıplarının en aza indirilmesine olanak sağlamaktadır (Predoi ve ark., 2020).

Nanopartiküller; yeşil sentez, sprey piroliz, mikrodalga destekli teknikler, yumuşak kimyasal yöntem, sol-jel işlemi ve homojen çökeltme gibi çeşitli yöntemlerle sentezlenebilmektedir (Seleiman ve ark., 2021). Yeşil sentez yönteminde metal ve metal oksit (FeO , ZnO , CuO , vd.) nanopartiküller, bitki özleri, bitki dokuları, mantarlar, mayalar, bakteriler, aktinobakteriler ve algler gibi doğal kaynaklar kullanılarak biyolojik olarak sentezlenirler. Bu yöntem basit, ucuz, toksik olmayan, çevre dostu ve verimli olması gibi avantajlarından dolayı en çok tercih edilen yöntemdir (Eren, 2020; Yaseen ve ark., 2020).

Son yıllarda tarımsal üretimde bitki büyümesini en çok sınırlayan elementlerden biri olan Fe noksanlığını gidermek ve gıdalarda Fe eksikliğini önleyebilmek için

boyutları <100 nm FeO-NP gübreleri geliştirilmiştir (Salata, 2004). Araştırmacıların farklı bitkiler [buğday (Ghafari ve Razmjoo (2015), mısır (Jalali ve ark. (2017), tütün Cai ve ark. (2020), domates Ardali ve ark. (2022), mısır (Wang ve ark. (2021)] üzerine FeONP'lerin etkileri konusunda yaptıkları çalışmalar, FeONP'lerin bitki büyümesi ve metabolizması üzerinde önemli etkileri olduğunu göstermiştir. Ancak bu etkilerin, metal nanoparçacıkların boyutuna, konsantrasyonuna, kimyasal bileşimine, zeta potansiyeline, kararlılığına ve şekline bağlı olarak değiştiği rapor edilmiştir (Tripathi ve ark., 2017). Bununla birlikte Rui ve ark. (2016) yer fıstığında, Sheykhbaglou ve ark. (2010) soya fasulyesinde, Afshar ve ark. (2012) börülcede FeO-NP uygulamasının bitkilerin Fe konsantrasyonları açısından bir farklılık oluşturmadığını bildirmişlerdir.

Baklagiller (*Fabaceae*) familyasının *Phaseolus* cinsinden meyvesi yaş ve kuru olarak tüketilebilen fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) bitkisi (Abdelhameed ve ark., 2019; İdikut ve ark., 2021) Fe noksanlığına oldukça duyarlı bir bitkidir (Zuo ve Zhang, 2011). Demir noksanlığı durumunda bitkinin protein içeriği, verim ve kalitesi olumsuz etkilenmektedir (Zuo ve Zhang, 2011).

Bu çalışmada; yeşil sentez yöntemiyle üretilen ve besin çözeltisine artan dozlarda (0, 2, 4, 6, 8 ve 10 mg L⁻¹) uygulanan FeO-NP'lerin fasulye bitkisinin büyümesi, gelişmesi, Fe ve diğer besin elementleri alımı üzerine etkileri araştırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Denemede tohum materyali olarak T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (GKTAEM)'den temin edilen fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) bitkisinin Sazova 1949 çeşidinin tohumları

kullanılmıştır. Bitkiler ticari olarak satın alınan perlit ortamında yetiştirilmiştir.

2.2. Yeşil sentez yöntemi ile demiroksit nanopartiküllerin sentezi ve karakterizasyonu

Denemede kullanılan demir oksit nanopartiküller (FeO-NP'ler) fıstık (Siirt fıstığı) bitkisinin yeşil yaprakları kullanılarak, Eren ve Baran, (2019) tarafından modifiye edilen yeşil sentez yöntemine göre Doç. Dr. Mehmet Fırat BARAN tarafından sentezlenmiş ve karakterizasyonları aşağıdaki yöntemlere göre yapılarak sonuçları yorumlanmıştır.

Fıstık yapraklarından yeşil sentez yöntemi ile sentezlenen FeO-NP'lerin şekli, morfolojisi ve yüzey analizi taramalı elektron mikroskobu (Scanning electron microscopy (SEM)) cihazıyla (Quanta FEG 250, ABD) belirlenmiştir. Demir oksit-NP'lerin element içeriği ve bu elementlerin kimyasal konsantrasyonları SEM cihazına takılan Enerji Dağılımı X-Işını (EDX) detektörü (Quanta FEG 250, ABD) ile tespit edilmiştir. X-ışını kırılma (XRD) cihazı (BRUKER, D8 Discover XRD) ile FeO-NP'lerin kristal yapıları, tane boyutları saptanmıştır. Sulu çözelti içindeki nanopartiküllerin yüzey yükü ve boyut dağılımları ise Zeta-Sizer (Malvern, Zetasizer Nano ZSP) cihazıyla belirlenmiştir. Sentezlenen FeO-NP'lerin kimyasal kompozisyon analizi Fourier Dönüşümlü Kızılötesi (Fourier transform infrared spectroscopy, FTIR) spektroskopisi (Perkin-Elmer, ABD) cihazı kullanılarak karakterize edilmiştir (Eren ve Baran, 2019).

2.3. Su kültürü denemeleri

Fasulye tohumları perlit içeren (150 g) katı ortam kültürüne uygun 2 L'lik saksılara 5 adet ekilmiştir. Perlit ortamındaki bitkiler içeriği Tablo 1'de verilen ve pH: 5.5 (KOH ile ayarlanmış) olan Hoagland besin çözeltisi (Abdelhameed ve ark., 2019) ile desteklenmiştir. Deneme faktöriyel deneme

deseninde 3 yinelemeli olarak kurulmuştur. Tohumlar ekildikten sonra saksılara artan dozlarda (0, 2, 4, 6, 8 ve 10 mg L⁻¹) FeO-NP

içeren Hoagland besin çözeltisi uygulanmıştır.

Tablo 1. Hoagland besin çözeltisi içerisinde bulunan makro ve mikro besin elementleri ve derişimleri

Makro Elementler	Konsantrasyon	Mikro Elementler	Konsantrasyon
K ₂ SO ₄	0.75 mM	MnSO ₄ H ₂ O	1.00 µM
KH ₂ PO ₄	0.25 mM	ZnSO ₄ H ₂ O	1.00 µM
MgSO ₄ 7H ₂ O	0.65 mM	CuSO ₄ H ₂ O	0.10 µM
Ca(NO ₃) ₂ 4H ₂ O	2.00 mM	(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄	0.05 µM
KCl	0.01 mM	H ₃ BO ₃	10 µM

Hoagland besin çözeltisinde bitkiler için gerekli Fe miktarı 5 mg L⁻¹ (Hoagland ve Arnon, 1950) olduğu dikkate alınarak FeO-NP dozları belirlenmiştir. Ekimden 1 hafta sonra bitkiler çimlenmiş ve bitkiler kontrollü koşullarda (16/8 saat ışık/karanlıkta, 25/20 °C sıcaklık ve % 60 nem, ışık yoğunluğu 10 klx) 30 gün süre ile yetiştirilmiştir.

Demir oksit NP uygulamalarının etkisiyle yapraklarda değişen klorofil içerikleri gelişimini tamamlamış en genç (üstten itibaren 3. ve 4. yapraklar) yapraklardan Konica-Minolta marka SPAD-502 model klorofil ölçüm cihazı ile SPAD birimi olarak ölçülmüş ve sonra bitkiler hasat edilerek analizleri yapılmıştır.

2.4. Bitki hasatı ve örneklerin analize hazırlanması

Denemede yetiştirilen bitkiler yeşil aksam ve kök olarak hasat edilip saf suyla yıkandıktan sonra kurutma dolabında (65 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar) kurutulmuştur. Daha sonra bitkilerin kuru ağırlıkları alınarak bitki analizleri için bitki öğütme değirmeninde (Retsch MM301, Almanya) öğütülmüştür. Öğütülmüş bitki materyalleri nitrik asit (HNO₃) ve hidrojen peroksit (H₂O₂) ile yaş yakma yöntemine göre yakılmıştır (Müftüoğlu ve ark., 2012). Elde edilen süzükten Fe, Zn, Cu, Mn, Ca ve Mg konsantrasyonları Analitik Jena marka NovAA 350 model Atomik Absorpsiyon Spektrofotometre (AAS) cihazında, K

konsantrasyonu ise Flame fotometre cihazında (BWB, XP2011) belirlenmiştir. Bitki yaprak örneklerinde N analizi modifiye Kjeldahl yöntemine (Kacar, 1972) göre ve P analizi ise sarı renk yöntemine göre yapılmış ve konsantrasyonlar spektrofotometre (Thermo, AQA200E) cihazında ölçülmüştür (Kacar, 1995).

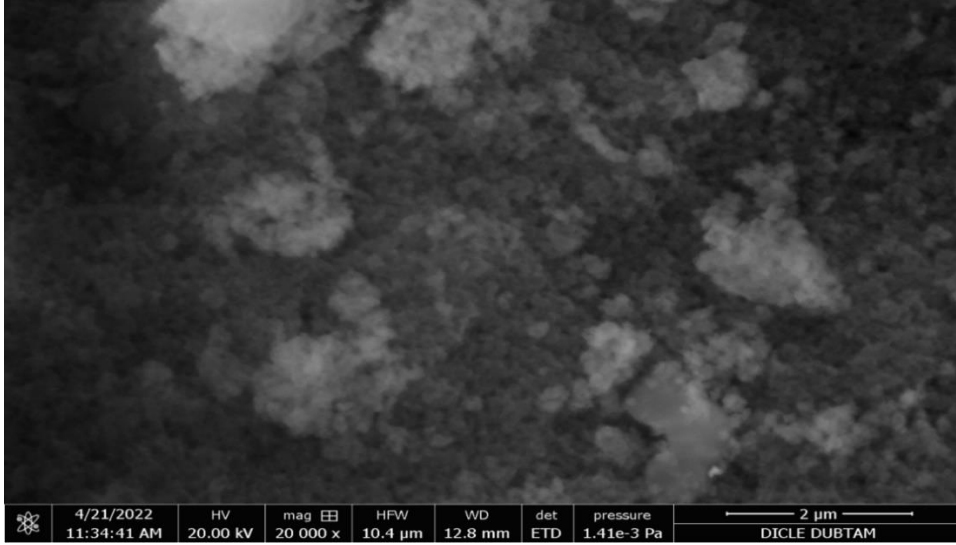
2.5. İstatistiksel analiz

Araştırmadan elde edilen sonuçların varyans (ANOVA) analizi SPSS istatistik paket programı kullanılarak ortalamalar arasındaki farkların önem dereceleri ve çoklu karşılaştırma yöntemi Walker-Duncan testi uygulanarak gruplandırılmıştır. ANOVA testinde en uygun FeO-NP konsantrasyonunun belirlenmesinde uygulanan FeO-NP dozları bağımsız bir değişken olarak dikkate alınmıştır. Bu değişkenin bitkideki etkileri (klorofil içerikleri, yeşil aksam ve kök biyokütle değişimleri, makro ve mikro element konsantrasyonları) ise bağımlı değişkenler olarak ele alınmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Demir oksit nanopartiküllerin karakterizasyonu

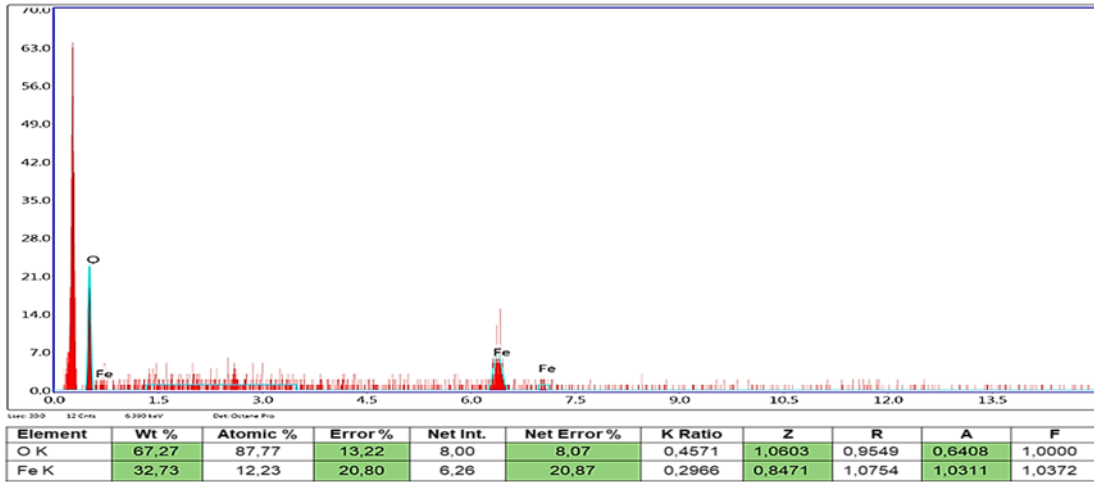
Demir oksit nanopartiküllerin taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsünde (Şekil 1) küresel yapıda olduğu görülmektedir. Bu sonuç da sentezlenen FeO-NP'lerin biyolojik uygulamalardaki kullanılabilirliğini göstermektedir.



Şekil 1. Demiroksit nanopartiküllerin SEM görüntüsü

Enerji dağılım X-ışını spektrometre (EDX) analizi ile FeO-NP materyalinin kimyasal kompozisyonu hakkında, hangi elementleri içerdiği ve bu elementlerin

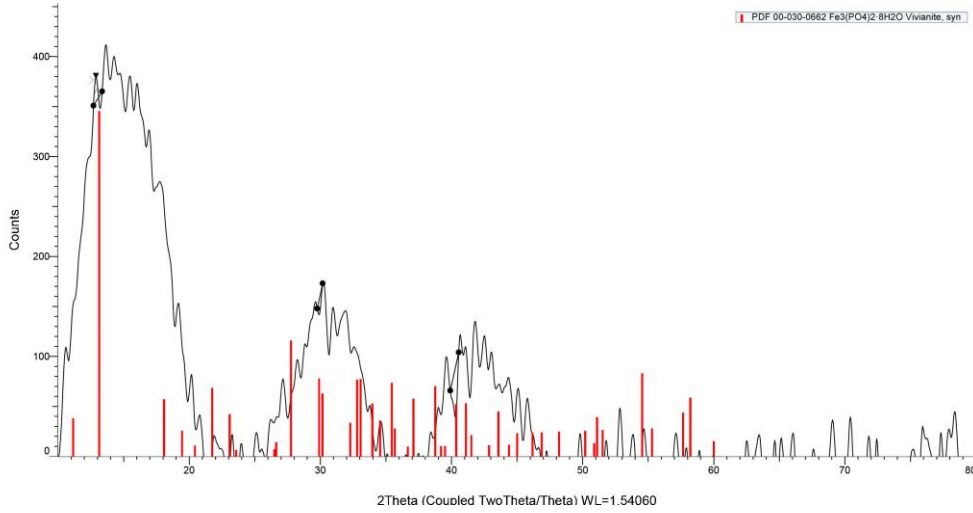
dağılımı ve yoğunluğu hakkında bilgiler elde edilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Demir oksit nanopartiküllerin enerji dağılım X-ışını spektrometre grafiği

Fıstık yapraklarından sentezlenen FeO-NP'lerin EDX analiz sonucuna göre partiküllerin % 32.73'ü demire (Fe) ve % 67.27'sinin oksijene (O) ait olduğunu göstermektedir (Şekil 2). Bu sonuç biyosentezi yapılan FeO-NP'lerin çözeltideki etkinliğinin yüksek olduğunu göstermektedir. Denemede kullanılan FeO-NP'lerin element içeriği X-ışını kırınım

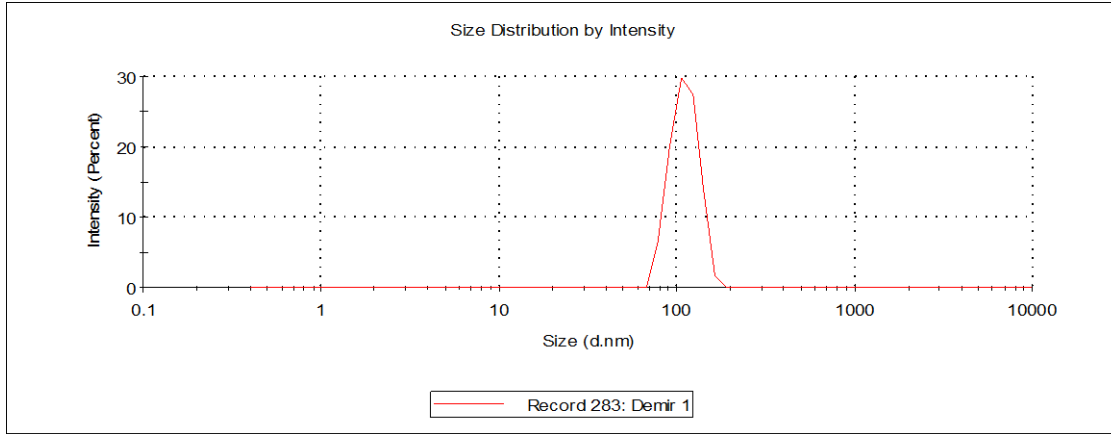
(XRD) cihazı (BRUKER, D8 Discover) ile belirlenmiştir (Eren ve Baran, 2019). Demir nanopartiküllerin Debye Sherer denkleminde 31.43 nm boyutunda olduğu hesaplanmıştır (Şekil 3). Sonuçlar oldukça küçük boyutta sentezlenen Fe nanopartiküllerin başarılı bir şekilde bitki özüyle sentezlendiği göstermektedir.



Şekil 3. Demir oksit nanopartiküllerin X-ışını kırınım (XRD) grafiği

Biyosentezi yapılan toz halindeki FeO-NP'ler sulu hale getirildikten sonra analiz edilmiş ve boyutlarının ortalama olarak 50-

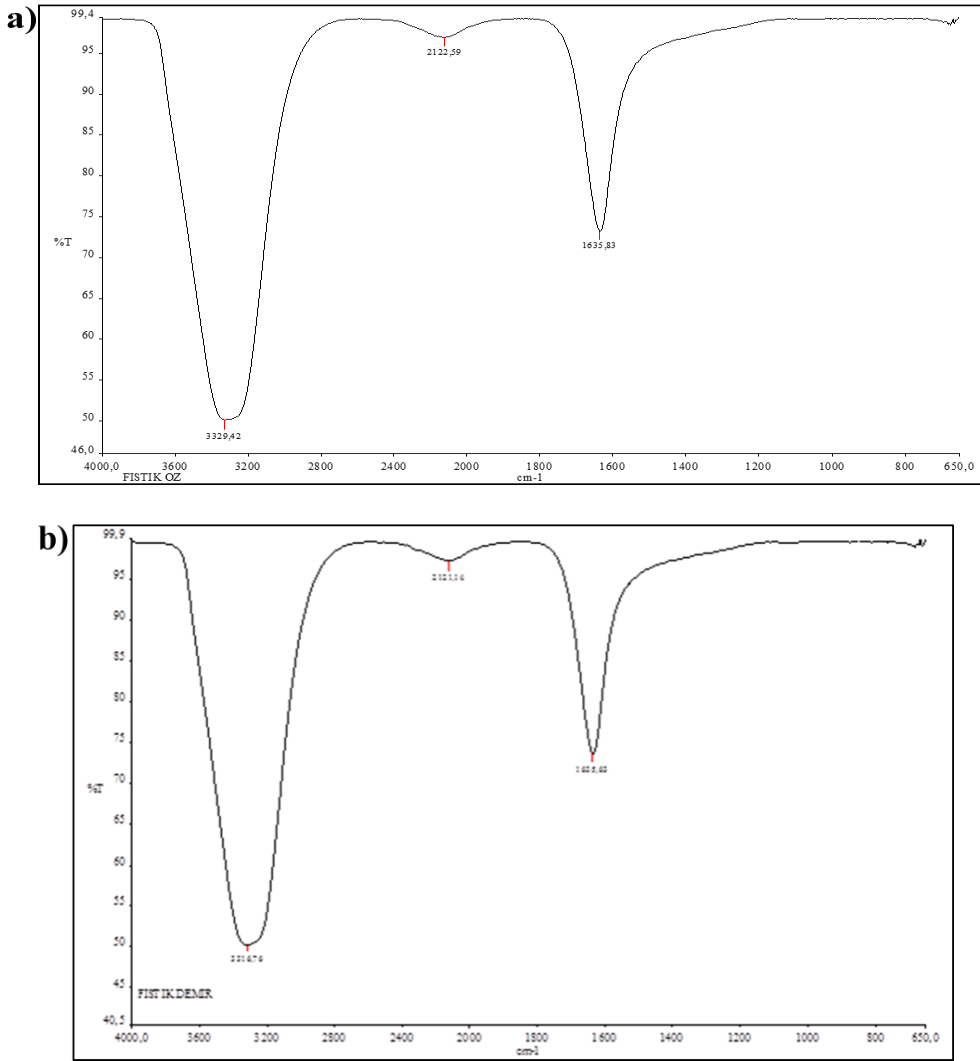
130 nm aralığında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Demir oksit nanopartiküllerin zeta boyut grafiği

Kurutulmuş yaprak ekstraktından sentezlenen FeO-NP'lerin kimyasal kompozisyon analizi Fourier Dönüşümlü Kızılötesi (Fourier transform infrared spectroscopy, FTIR) spektroskopisi cihazında (Perkin-Elmer, ABD marka model), 650–4000 cm^{-1} FTIR spektrum aralığında karakterize edilmiştir (Eren ve Baran, 2019). Örneklerin FTIR analizinden elde edilen sonuçlara (Şekil 5) göre belirli

fonksiyonel gruplar üzerinden reaksiyonun gerçekleştiği tespit edilmiştir. Çalışmada önce özüt (Şekil 5a) daha sonra özüt ve demir tuzu (Şekil 5b) reaksiyon ortamına konulduktan sonra tekrar analiz edilerek fonksiyonel gruplar arasındaki değişim reaksiyonun olduğu saptanmıştır.



Şekil 5. Örneklere ait FTIR analiz grafikleri: a) Fıstık bitki özütünün FTIR analiz grafiği, b) FeO-NP'lerin FTIR analiz grafiği

3.2. Fasulye katı ortam kültürü denemesi

3.2.1. Morfolojik gözlemler

Demir elementinin bitkilerdeki kritik noksanlık seviyesi 50-150 mg kg⁻¹ arasında değişmektedir (Kacar ve Katkat, 2009). Bitkiler yeteri kadar Fe alamadıklarında (<50 mg kg⁻¹) Fe noksanlığı ile karşılaşmakta ve bitki içinde Fe hareketsiz olduğu için belirtiler ilk olarak genç yapraklarda damarlar arası sararma ve damarların yeşil kalması şeklinde görülmektedir (Güneş ve ark., 2013; Rana ve ark., 2019). Noksanlık şiddetlendikçe yeni oluşan genç yapraklarda hiç klorofil

bulunmadığı için yaprak beyaz renge dönüşmektedir (Kacar ve Katkat, 2009; Rana ve ark., 2019). Bu çalışmada, artan dozlarda (0, 2, 4, 6, 8 ve 10 mg kg⁻¹) FeO-NP uygulamalarının fasulye bitkisinin gelişimine etkileri Şekil 6'da gösterilmiştir. Uygulamalar sonucunda FeO-NP'in bitki yapraklarında toksisite ile oluşan nekroz ve Fe noksanlığı sebebiyle meydana gelen kloroz gözlemlenmemiştir. Artan dozlarda FeO-NP uygulaması ile bitki vejetatif aksamında ve bitkinin genel gelişimde belirgin değişiklikler oluşmadığı tespit edilmiştir.



Şekil 6. Demir oksit nanopartikül uygulamalarının fasulye bitkisi gelişimine etkisi

Denemede bitkilerin büyüme periyodunun kısa tutulması ve olası noksanlık belirtisi başlamadan hasat yapılması, tohum Fe konsantrasyonunun ($46.92 \pm 2.09 \text{ mg Fe kg}^{-1}$) 30 günlük büyüme için yeterli olması ya da seçilen çeşidin Fe noksanlığına dayanıklı bir çeşit olması gibi nedenlerle bitkilerde belirgin belirtiler gözlenmemiştir.

3.2.2. Klorofil içeriği (SPAD değeri)

Demir oksit NP uygulamalarının fasulye bitkisinin, yaprak klorofil içeriği üzerine etkisi varyans analiz sonuçlarına göre

istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Tablo 1). Hasat öncesinde yapılan klorofil ölçümlerinde en yüksek klorofil içeriği ($37.13 \text{ SPAD birimi}$) FeO-NP uygulanmayan bitkilerinin yapraklarında ölçülmüştür. Diğer yandan en düşük klorofil değeri ($35.13 \text{ SPAD birimi}$) ise, 10 mg L^{-1} FeO-NP uygulama dozunda elde edilmiştir. Kontrole kıyasla tüm dozlarda bitkilerin yaprak klorofil içeriğine artan dozlarda uygulanan FeO-NP'lerin bir etkisi olmadığı saptanmıştır. Morfolojik gözlemler de bu sonucu desteklemektedir.

Tablo 2. FeO-NP uygulamalarının fasulye bitkisi yaprak klorofil içerikleri ve bitki kuru ağırlıkları üzerine etkisi

Dozlar (FeO-NP)	Klorofil (SPAD Birimi)	Yeşil Aksam Kuru Ağırlığı (g yeşil aksam ⁻¹)	Kök Kuru Ağırlığı (g kök ⁻¹)
0 mg L ⁻¹	37.13	3.29 a	0.62
2 mg L ⁻¹	35.40	2.76 b	0.64
4 mg L ⁻¹	35.50	2.46 bc	0.56
6 mg L ⁻¹	35.80	2.68 b	0.54
8 mg L ⁻¹	35.37	2.25 c	0.60
10 mg L ⁻¹	35.13	2.67 b	0.63
F	2.00 ^{Ö.D.}	13.25**	1.81 ^{Ö.D.}

(**) $P \leq 0.01$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı, (*) $P \leq 0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı, (Ö.D.) İstatistiksel olarak önemli değil

Benzer şekilde Gui ve ark. (2015) yürüttükleri su kültürü denemesinde pirinç bitkisine (*Oryza sativa*) kontrollü

koşullarda 0, 2, 20 ve 200 mg L^{-1} konsantrasyonlarında FeO-NP uygulamalarının yaprak klorofil içeriğinde

önemli bir değişiklik göstermediğini bildirmiştir. Ayrıca, Moosavi ve Ronaghi (2010) fasulyede ve Sohrabi ve ark. (2012) soya fasulyesinde farklı Fe içerikli gübrelerin kullanılmasıyla Fe konsantrasyonuna bağlı olarak klorofil içeriklerinde meydana gelen değişimlerin önemli olmadığını tespit etmişlerdir. Ancak, bu sonuçların aksine Yang ve ark. (2020) yapraktan püskürtme ve toprağa artan dozlarda FeO-NP uygulamalarının soya fasulyesinde klorofil içeriğini artırdığını tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Ramadan ve ark. (2020) soya fasulyesine yapraktan FeO-NP uygulamalarından 30 mg kg⁻¹ dozunda fotosentetik pigmentlerin kontrole göre arttığını bildirmişlerdir.

3.2.3. Kuru ağırlıklar

Demir oksit NP uygulamalarının yeşil aksam ve kök kuru ağırlıkları üzerine etkisinin ortalamaları ve çoklu karşılaştırma yöntemi Walker-Duncan testine göre oluşan gruplar Tablo 1’de verilmiştir. Fasulye bitkisinin yeşil aksam kuru ağırlığına FeO-NP’nin etkisi istatistiksel olarak $P \leq 0.01$ düzeyinde önemli iken, kök kuru ağırlığı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Fasulye bitkisinin yeşil aksamında en yüksek kuru ağırlık FeO-NP uygulanmamış kontrol grubu saksılarında elde edilmiştir. En düşük kuru ağırlık 2.25 g yeşil aksam⁻¹ olarak 8 mg L⁻¹ FeO-NP uygulanan saksılarda belirlenmiştir. Artan dozlarda (2, 4, 6, 8 ve 10 mg L⁻¹) FeO-NP uygulamalarında kontrole göre yeşil

aksamda daha az kuru ağırlık elde edilmiştir.

Ghasemi-Fasaei ve Ronaghi (2008), buğdaya çeşitli Fe içerikli gübreleri (Fe-EDDHA ve FeSO₄.7H₂O) yapraktan ve topraktan uyguladıkları çalışmalarında Fe uygulamasına bağlı olarak bitkide kuru maddenin artmadığını tespit etmişlerdir. Araştırmacılar bu durumu Fe ile toprak çözeltisindeki diğer katyonlar arasındaki dengenin bozulması ve toprak çözeltisindeki miktarlarının azalmasıyla ilişkilendirmişlerdir. Elde edilen sonuçların aksine, Ramadan ve ark. (2020), yapraktan 30 mg kg⁻¹ FeO-NP uygulamasının soya fasulyesinin yeşil aksam ve kök kuru ağırlıklarını kontrole göre ($P < 0.05$) artırdığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde, De Souza ve ark. (2021), fasulye bitkisine 2000 mg kg⁻¹ FeO-NP uygulanmasının kontrole göre kök kuru ağırlığını (% 10.1), gövde kuru ağırlığını (% 9.8) ve yaprak kuru ağırlığını (% 8) artırdığını rapor etmişlerdir. Bu çalışmada uygulanan en yüksek doz (10 mg FeO-NP L⁻¹), Ramadan vd. (2020) ve De Souza ve ark. (2021)’in bildirdiği dozlardan düşük olması nedeniyle FeO-NP uygulamalarının etkisi bariz bir şekilde görülememiş olabilir.

3.2.4. Yeşil aksam ve kök demir konsantrasyonları

Artan dozlarda FeO-NP uygulamalarının fasulye bitkisinin yeşil aksam ve kök Fe konsantrasyonlarına etkisi Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 3. Demiroksit nanopartikül uygulamalarının fasulye bitkisinin yeşil aksam ve kök Fe konsantrasyonu üzerine etkisi

Dozlar (FeO-NP)	Yeşil Aksam (mg kg ⁻¹)	Kök Aksam (mg kg ⁻¹)
0 mg L ⁻¹	78.33 b	47.5 d
2 mg L ⁻¹	77.46 b	62.5 c
4 mg L ⁻¹	83.35 ab	68.5 c
6 mg L ⁻¹	88.59 a	64.6 c
8 mg L ⁻¹	85.55 ab	153 a
10 mg L ⁻¹	92.11 a	96.7 b
F	3.921*	208.8**

(**) $P \leq 0.01$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı, (*) $P \leq 0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı

Fasulye bitkisine artan dozlarda uygulanan FeO-NP ile en yüksek yeşil aksam Fe konsantrasyonu (92.11 mg kg^{-1}) 10 mg L^{-1} uygulama dozundan, en düşük yeşil aksam Fe konsantrasyonu (77.46 mg kg^{-1}) ise 2 mg L^{-1} dozundan elde edilmiştir (Tablo 2). Demir oksit NP uygulamalarından 2 mg L^{-1} dozu haricinde tüm uygulamalarda bitkilerin, kontrol grubu bitkilerine (78.33 mg kg^{-1}) göre % 6.4 ile % 17.6 arasında bir artışla daha yüksek Fe konsantrasyonuna sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu artış istatistiki olarak $P \leq 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Morfolojik gözlemlerde bitkinin gelişiminde büyük farklılıkların oluşmaması da verileri destekler niteliktedir. Bu durumun nedeni olarak çalışmada kullanılan Sazova fasulye tohumlarının Fe ($46.92 \pm 2.09 \text{ mg kg}^{-1}$) içermesi ve bitkinin gelişme periyodu içerisinde Fe ihtiyacını tohumda mevcut olan Fe'den kullanmış olabileceği düşünülmektedir. Diğer yandan genel olarak bitkilerde Fe konsantrasyonu $50\text{-}250 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında yeterli olduğu rapor edilmiştir (Kacar ve Katkat, 2009). Ayrıca, Jones ve ark. (1991)'da fasulyesi bitkisi genç yapraklarında $50 - 300 \text{ mg kg}^{-1}$ Fe miktarının bitki büyümesi için yeterli olduğunu bildirilmişlerdir. Rapor edilen bu bilgilere göre deneme bitkilerinin Fe konsantrasyonlarının $77.46 - 92.11 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında değiştiği ve tüm uygulama dozlarında bitkilerin yeşil aksam Fe içeriğinin yeterli olduğu saptanmıştır. Bu sonuç bitkilerde Fe noksanlığı belirtilerinin gözlemlenmemesini açıklamaktadır.

Demir oksit NP uygulamasının bitki kök

aksamının Fe konsantrasyonuna etkisi $P \leq 0.01$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 2). Bitki kök aksamında en yüksek Fe konsantrasyonu (153 mg kg^{-1}) 8 mg L^{-1} FeO-NP uygulama dozunda, en düşük Fe konsantrasyonu (47.5 mg kg^{-1}) ise kontrol grubu (0 mg L^{-1} FeO-NP) bitkilerde belirlenmiştir. Köklerin Fe konsantrasyonu kontrole kıyasla artan dozlarda FeO-NP uygulamaları ile % 31,6 ile 222 arasında artış göstermiştir. Benzer sonuçlar De Souza ve ark. (2021) tarafından da rapor edilmiştir. Araştırmacılar, bitkiye kontrollü koşullarda topraktan 2000 ppm FeO-NP uygulanmasının Fe konsantrasyonunu kontrole kıyasla kök (% 58,6) ve gövdede (% 48,6) artırdığını bildirmişlerdir. Wang ve ark. (2021) mısır bitkisine sırasıyla 50 ve 500 mg kg^{-1} FeO-NP uygulamışlar ve kök aksamında en yüksek Fe konsantrasyonunu 500 mg kg^{-1} FeO-NP uygulamasında tespit etmişlerdir. Diğer yandan Rui ve ark. (2016) yer fıstığında, Sheykhabglou ve ark. (2010) soya fasulyesinde, Afshar ve ark. (2012) börtölcede FeO-NP uygulamasının bitkilerin Fe konsantrasyonları açısından bir farklılık oluşturmadığını bildirmişlerdir.

3.2.5. Mineral besin elementi konsantrasyonları

Fasulye bitkisinde, FeO-NP uygulamalarının yeşil aksam makro (N, P, K, Ca ve Mg) ve mikro (Zn, Cu ve Mn) besin elementlerinin konsantrasyonları üzerine etkisinin ortalamaları ve çoklu karşılaştırma yöntemi Walker-Duncan testine göre oluşan gruplar Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 4. Demiroksit nanopartikül uygulamalarının bitki yeşil aksamının bazı besin elementi konsantrasyonlarına etkileri

Dozlar (FeO-NP)	N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Mn
	(%)					(mg kg ⁻¹)		
0 mg L ⁻¹	2.27 a	0.46 a	2.89 a	2.21 bc	0.54 a	52.63 bc	9.92 a	154 a
2 mg L ⁻¹	2.01 b	0.41 b	2.57 b	2.13 c	0.44 b	53.17 bc	8.46 b	118 b
4 mg L ⁻¹	2.08 b	0.45 a	2.70 ab	2.30 a-c	0.45 b	56.80 a	8.34 b	143 a
6 mg L ⁻¹	2.12 b	0.40 b	2.90 a	2.47 ab	0.44 b	50.80 c	7.63 b	116 b
8 mg L ⁻¹	2.10 b	0.45 a	2.89 a	2.56 a	0.43 b	56.93a	8.62 b	97.3 c
10 mg L ⁻¹	2.08 b	0.39 b	2.62 ab	2.32 a-c	0.43 b	53.60 b	8.63 b	113 bc
F	16.69 ^{ö.d.}	12.96**	3.340*	3.514*	3.416*	10.20**	6.23**	16.05**

(**) $P \leq 0.01$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı, (*) $P \leq 0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı, (Ö.D.) İstatiksel olarak önemli değil

Azot bitkilerde çok sayıda önemli işlevi olan bir besin elementidir. Amino asitlerin yapısına katılmasının yanında nükleik asitler ve klorofilin de bileşimine katılan N bitkilerde vejetatif gelişmeyi teşvik eder (Kacar ve Katkat, 2009). Denemede en yüksek N konsantrasyonu (% 2.27) kontrol grubu bitkilerinde belirlenmiştir. Elde edilen veriler FeO-NP uygulamalarının fasulye bitkisinin N konsantrasyonlarına etkisinin istatistiki olarak önemli olmadığını göstermiştir. Jones ve ark. (1991)'e göre fasulye bitkisi genç yapraklarında % N düzeyinin 5.00 - 6.00 olmasının bitkiler için yeterli olduğu bildirilmiştir. Denemede bitkilerin N konsantrasyonları % 2.01 - 2.27 arasında değişmekle birlikte bu değerler bitkilerde N noksanlığı olduğunu göstermektedir. Bitki dokularındaki N noksanlığı klorofil içeriği ve kuru ağırlıkta da azalmaya neden olmuştur. Benzer şekilde, Heitholt ve ark. (2003), soya fasulyesinde farklı Fe'li gübre uygulamaları sonucunda çiçeklenme dönemi öncesinde Fe uygulamalarının bitkide N konsantrasyonu üzerinde önemli bir etki oluşturmadığını rapor etmişlerdir. Ayrıca, Yetim (2008), soya fasulyesinde Fe uygulamalarına bağlı olarak N konsantrasyonlarına önemli bir değişimin olmadığı bildirilmiştir.

Fosfor fotosentez, solunum ve protein sentezi gibi bitkiler için önemli pek çok fizyolojik olayda görev alır. Ayrıca bitkide kök gelişimi ve meyve oluşumunu teşvik

eder, bitkinin hastalıklara karşı direncini artırır. Fosfor noksanlığında bitkide çiçek oluşumu gecikir, meyve ve tohum oluşumunda aksaklıklar meydana gelir (Kacar ve Katkat, 2009). Tablo 3'e göre en yüksek P konsantrasyonu (% 0.46) FeO-NP uygulanmamış kontrol bitkilerinde, en düşük P konsantrasyonu (% 0.39) ise 10 mg L⁻¹ FeO-NP uygulanmış bitki dokularında ölçülmüştür. Demir oksit NP uygulamasının bitki yeşil aksamının P konsantrasyonuna etkisi istatistiki olarak $P \leq 0.01$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Jones ve ark. (1991)'e göre fasulye bitkisi genç yapraklarında % 0.35 - 0.75 P konsantrasyonunun bitkiler için yeterli düzeyde olduğu bildirilmişlerdir. Bu değerler dikkate alındığında bitki dokularının P konsantrasyonlarının yeterli olduğu saptanmıştır. Yang ve ark. (2020) soya fasulyesinde 15, 20 ve 36 mg sakı⁻¹ FeO-NP gübrenin yaprak ve topraktan uygulaması sonucunda bitkinin P konsantrasyonunun istatistiki olarak önemli oranda düştüğünü bildirilmiştir. Ayrıca farklı Fe'li gübreler kullanılarak yapılan çalışmalarda; Karaman ve ark. (1999), fasulyeye uygulanan FeSO₄'ün bitki P konsantrasyonunu önemli düzeyde etkilemediği bildirilmiştir. Heitholt ve ark. (2003), soya fasulyesinde çiçeklenme öncesi Fe'li gübre uygulamasının bitki P konsantrasyonunda önemli bir değişim oluşturmadığı tespit edilmiştir.

Potasyumun bitkilerde protein sentezi,

enzim aktivasyonu, fotosentez, anyon katyon dengelerinin sağlanması ve stomaların açılıp kapanması gibi önemli işlevleri vardır (Kacar ve Katkat, 2009). Demir oksit NP uygulamasının bitki yeşil aksamının K konsantrasyonuna etkisi istatistiki olarak $P \leq 0.05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur (Tablo 3). Fasulye bitkisinde K konsantrasyonları % 2.57 - 2.90 arasında değişmekte olup en yüksek K (% 2.89 - 2.90) 0, 6 ve 8 mg L⁻¹ FeO-NP uygulamalarında, en düşük K konsantrasyonu (% 2.57) 2 mg L⁻¹ FeO-NP uygulamasında belirlenmiştir. Jones ve ark. (1991)'a göre fasulye bitkisi genç yapraklarında % K 2.25 - 4.00 arasında yeterli olduğu belirtilmiş ve bu değerlere göre denemede bitkilerin K konsantrasyonlarının yeterli düzeyde olduğu saptanmıştır. Çeşitli bitkiler üzerinde yapılan çalışmalarda Fe-K arasındaki ilişkinin farklılık gösterdiği rapor edilmiştir. Hewitt ve Bolle-Jones (1953) Fe'nin K'nın translokasyonunu engellediği ve K'nın ise Fe'nin kullanımını artırdığı bildirilmiştir. Çelik ve Katkat (2005), şeftali yapraklarında Fe klorozunun şiddeti arttıkça, yapraklardaki K konsantrasyonunun arttığı bildirilmiştir.

Kalsiyum hücre duvarının yapısında yer alır, membran geçirgenliği ve anyon-katyon dengesinin sağlanmasında görev alır. Bitkisel dokuların donma-çözölmeye karşı güçlenmesini ve bitkilerin çeşitli hastalıklara karşı dirençli olmasını sağlar (Kacar ve Katkat, 2009). Tablo 3'e göre fasulye bitkisine artan dozlarda uygulanan FeO-NP ile bitkideki Ca konsantrasyonu % 2.13 - 2.56 arasında değişmektedir. En yüksek Ca konsantrasyonu (% 2.56) 8 mg L⁻¹ FeO-NP uygulamasında, en düşük Ca konsantrasyonu (% 2.13) ise 2 mg L⁻¹ FeO-NP uygulamasında belirlenmiştir ve bu doz dışında tüm uygulamalarda Ca konsantrasyonu kontrole göre artış göstermiştir. Fasulye bitkisine uygulanan FeO-NP'lerin bitki yeşil aksamının Ca konsantrasyonuna etkisi $P \leq 0.05$ düzeyinde

istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Jones ve ark. (1991)'e göre fasulye bitkisi genç yapraklarında Ca konsantrasyonu % 1.50 - 2.50 arasında yeterli düzeyde olduğu bildirilmiştir. Bu değerler dikkate alındığında deneme bitkilerinde Ca konsantrasyonunun yeterli olduğu belirlenmiştir. Benzer sonuçlar bazı araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir. De Souza ve ark. (2019), fasulye bitkisine FeO-NP gübresi uygulaması sonucunda yeşil aksam Ca konsantrasyonunun % 25 - 26 arttığını rapor etmişlerdir. Farklı bir çalışmada ise, Jalali ve ark. (2017), mısır bitkisinde FeO-NP uygulamasının bitki dokularında Ca konsantrasyonunu artırdığını bildirmişlerdir.

Magnezyum bitkiye yeşil rengini veren klorofilin merkez atomudur. Fotosentez ve protein sentezinin yanında enzim aktivasyonunda rol oynar (Kacar ve Katkat, 2009). Tablo 3'de FeO-NP uygulaması ile en yüksek Mg konsantrasyonu (% 0.54) FeO-NP uygulanmamış kontrol bitkisinde, en düşük Mg konsantrasyonu (% 0.43) ise 8 ve 10 mg L⁻¹ FeO-NP uygulanmış bitkilerde tespit edilmiştir. Fasulye bitkisine artan dozlarda FeO-NP uygulamalarının bitki yeşil aksamında Mg konsantrasyonunu azalttığı saptanmıştır. Fasulye bitkisine FeO-NP uygulamalarının Mg konsantrasyonuna etkisi $P \leq 0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Jones ve ark. (1991)'e göre fasulye bitkisi genç yapraklarında Mg konsantrasyonunun % 0.30 - 1.00 arasında olduğu zaman bunun bitkiler için yeterli olduğu bildirilmiştir. Bu durumda deneme bitkilerinde Mg konsantrasyonu yeterli düzeyde olduğu saptanmıştır. Farklı bir çalışmada Feng ve ark. (2022), FeO-NP uygulanan buğday bitkilerinde Mg konsantrasyonunun önemli ölçüde değişmediği rapor edilmiştir. Ayrıca, Güneş ve ark. (1998) hidroponik ortamda yetiştirilen domateste artan Fe konsantrasyonlarına karşın Mg konsantrasyonlarında düşüş olduğu bildirilmiş ve bu durum Mg ve Fe

arasındaki antagonist ilişkiyle açıklanmıştır.

Çinko bitkilerde birçok enzimin aktive edilmesinde, membran kalitesini artırılmasında ve oksin metabolizmasında görev alan bir mikro elementtir (Kacar ve Katkat, 2009). Tablo 3'e göre en yüksek Zn konsantrasyonu (56.93 mg kg^{-1}) 8 mg L^{-1} FeO-NP uygulamasında, en düşük Zn konsantrasyonu (50.80 mg kg^{-1}) 6 mg L^{-1} FeO-NP uygulamasında tespit edilmiştir. Uygulanan FeO-NP'lerin bitki yeşil aksamının Zn konsantrasyonuna etkisi istatistiksel olarak $P \leq 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Jones ve ark. (1991), fasulye bitkisi genç yapraklarında $20 - 200 \text{ mg kg}^{-1}$ Zn konsantrasyonunun bitki için yeterli olduğu bildirilmiştir.

Denemede bitkilerinin Zn konsantrasyonunun bu değerlere göre yeterli olduğu tespit edilmiştir. Soya fasulyesi ve sorguma FeO-NP gübre uygulamasının bitkilerin Zn konsantrasyonunu artırdığı rapor edilen bazı araştırmalar (Yang ve ark., 2020; Golshahi, 2018) sonuçlarımızı desteklemektedir. Diğer yandan bazı çalışmalarda ise Fe ile Zn arasında antagonist ilişki olduğu tespit edilmiştir. Kobraee (2016) soya fasulyesinde, Jozedaemi ve ark. (2014) fasulyede ve Güneş ve ark. (1998) domatestede çeşitli Fe'li gübreler kullanılarak gübrelemenin bitki Zn konsantrasyonunu düşürdüğünü bildirmişlerdir.

Bakır bitkilerde N ve enzim metabolizmasında ve fotosentezde elektron alışverişinde görev alır (Kacar ve Katkat, 2009). Demir oksit NP uygulamasının bitki yeşil aksamının Cu konsantrasyonuna etkisi istatistiksel olarak $P \leq 0.01$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Tablo 3'e göre FeO-NP uygulaması ile fasulye bitkisinin yeşil aksam Cu konsantrasyonu $7.63 - 9.92 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında değişim göstermiş olup en yüksek Cu konsantrasyonu FeO-NP uygulanmamış kontrol grubunda, en düşük

Cu konsantrasyonu ise 6 mg L^{-1} FeO-NP uygulamasında belirlenmiştir. Bütün FeO-NP uygulamalarının kontrol bitkisine göre Cu konsantrasyonunda düşüşe neden olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte Jones ve ark. (1991), fasulye bitkisi genç yapraklarında $7-30 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında Cu konsantrasyonunun yeterli olduğu sonucuna göre bitkilerin Cu konsantrasyonunun yeterli olduğu saptanmıştır. Bulgularımızdan farklı olarak, Karaman ve ark. (1999), artan konsantrasyonlarda Fe uygulamalarının fasulyede yeşil aksam Cu konsantrasyonunu azalttığı ve bu durumunun Fe ve Cu arasındaki antagonist ilişkiden kaynaklandığı bildirilmiştir.

Mangan bitkilerde protein, karbonhidrat ve lipid metabolizmalarında, enzimlerin aktive edilmesi ve fotosentezde elektron aktarımı gibi önemli işlevlere sahiptir (Kacar ve Katkat, 2009). Bu çalışmada, FeO-NP uygulamasının bitki yeşil aksamının Mn konsantrasyonuna etkisi $P \leq 0.01$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Tablo 3'e göre bitki yeşil aksamında en yüksek Mn konsantrasyonu (154 mg kg^{-1}) kontrol grubunda, en düşük Mn konsantrasyonu (97.3 mg kg^{-1}) ise 8 mg L^{-1} FeO-NP uygulamasında tespit edilmiştir. Demir oksit-NP uygulamalarında kontrol grubuna göre Mn konsantrasyonu azalma göstermiştir. Jones ve ark. (1991), fasulye bitkisi genç yapraklarında $50-300 \text{ mg kg}^{-1}$ konsantrasyonu arasında Mn'in yeterli olduğu bildirilmiştir. Bu veriye göre bitki dokularında Mn konsantrasyonunun yeterli olduğu saptanmıştır. Buğday bitkisine FeO-NP gübresi uygulaması ile bitkideki Mn konsantrasyonunun azaldığı Feng ve ark. (2022) tarafından da rapor edilmiştir. Ayrıca Mortvedt (1991), Fe ve Mn arasında antagonist bir ilişki olduğu bildirilmiştir. Bu ilişkinin seyrelme etkisi veya Fe konsantrasyonunun toksik seviyede olması nedeniyle olabileceği rapor edilmiştir. Güneş ve ark. (1998) domatese ve

Ghasemi-Fasaei ve ark. (2005), nohuta çeşitli Fe içeren gübre uygulamalarının bitkinin Mn içeriğini düşürdüğü bildirmişlerdir. Araştırmacılar bu düşüşün nedeninin Fe ve Mn arasındaki rekabet olduğunu bildirmiştir.

4. Sonuçlar

Yeşil sentez yöntemi ile fıstık bitkisi yapraklarından elde edilen FeO-NP uygulamalarının yeşil aksam Fe konsantrasyonları üzerinde önemli bir etkisi olduğu belirlenmiştir. En yüksek Fe konsantrasyonu, 10 mg L⁻¹ uygulama dozunda elde edilmiştir. Ayrıca, tüm uygulamalarda bitki dokularında N dışındaki makro ve mikro besin element konsantrasyonlarının fasulye bitkisi genç yaprakları için belirlenen sınır değerlerine göre yeterli düzeyde olduğu saptanmıştır. Ancak, N noksanlığı nedeniyle bitkiler yeterince gelişmemiş ve yeşil aksam kuru ağırlıkları kontrole göre azalma göstermiştir.

Elde edilen veriler, FeO-NP'lerin bitkilerdeki Fe eksikliğini giderilmesi, tarımsal üretim ile elde edilen ürünlerin besin değerini artırma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Bu araştırma, FeO-NP'lerin bitki beslenmesi için potansiyel bir çözüm sunduğunu vurgularken, bu yeni yaklaşımın Fe eksikliği ile mücadelede ve sürdürülebilir tarım uygulamalarında kullanılabilirliğini daha fazla araştırma yaparak değerlendirilmesi gerektiği sonucuna da dikkat çekmektedir. Ayrıca, gelecekte yapılacak çalışmalarda, FeO-NP'lerin boyutları ve uygulama dozlarının yanı sıra bu gübrelerin canlılar ve çevre üzerindeki potansiyel riskleri de dikkate alınmalıdır.

Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulunduklarını, makalenin yayına hazır son halini okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler. Melek BİÇER BAYRAK, araştırmanın yürütülmesi, bitki

yetiştirilmesi, analizlerin yapılması, verilerin toplanması ve makalenin yazılmasında katkıda bulunmuştur. Hatice DAĞHAN, araştırmanın ana kavramsal fikirlerini geliştirilmesi, yürütülmesi, verilerin toplanması, değerlendirilmesi ve mevcut makalenin yazımında katkıda bulunmuştur.

Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Finansman

Bu çalışma, tez çalışması Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar ve Proje Destek Birimi (ESOGÜ BAP) tarafından "FYL-2022-2264 numaralı proje" ile desteklenmiştir.

Açıklama

Bu çalışma ilk yazarın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Teşekkür

Yazarlar, finansal destek için Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırmalar Projeleri (ESOGÜ-BAP) Koordinatörlüğü'ne ve FeO-NP'lerin sentezlenmesi, karakterizasyonu ve sonuçların yorumu için Doç. Dr. Mehmet Fırat BARAN'a teşekkürlerini sunar.

Kaynaklar

- Abdelhameed, R.M., Abdelhameed, R.E., Kamel, H.A., 2019. Iron-based metal-organic-frameworks as fertilizers for hydroponically grown *Phaseolus vulgaris*. *Materials Letters*, 237: 72-79.
- Afshar, R.M., Hadi, H., Pirzad, A., 2012. Effect of nano-iron foliar application on qualitative and quantitative characteristics of cowpea, under end season drought stress. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 3(8): 1709-1717.

- Akhtar, N., Ilyas, N., Meraj, T.A., Pour-Aboughadareh, A., Sayyed, R.Z., Mashwani, Z.U.R., Pocza, P., 2022. Improvement of plant responses by nanobiofertilizer: a step towards sustainable agriculture. *Nanomaterials*, 12(6): 965.
- Aktaş, M., 1994. Bitki besleme ve toprak verimliliği (2. baskı). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1361, Ankara.
- Anonim, 2021. 2020 Yılı Bakliyat Sektör Raporu. Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü, (<http://www.tmo.gov.tr>), (Erişim tarihi: 10.11.2021)
- Anonim, 2022. Bitkisel Üretim İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu, (<http://www.tuik.gov.tr>), (Erişim tarihi: 01.03.2022).
- Ardali, T., Ma'mani, L., Chorom, M., Moezzi, A., 2022. Improved iron use efficiency in tomato using organically coated iron oxide nanoparticles as efficient bioavailable Fe sources. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 9(1): 1-16.
- Avila-Quezada, G.D., Ingle, A.P., Golińska, P., Rai, M., 2022. Strategic applications of nano-fertilizers for sustainable agriculture: Benefits and bottlenecks. *Nanotechnology Reviews*, 11(1): 2123-2140.
- Bastani, S., Hajiboland, R., Khatamian, M., Saket-Oskoui, M., 2018. Nano iron (Fe) complex is an effective source of Fe for tobacco plants grown under low Fe supply. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 18(2): 524-541.
- Bergmann, W., 1988. Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen. New York: Gustav Fischer Verlag Stuttgart.
- Cai, L., Cai, L., Jia, H., Liu, C., Wang, D., Sun, X., 2020. Foliar exposure of Fe₃O₄ nanoparticles on *Nicotiana benthamiana*: Evidence for nanoparticles uptake, plant growth promoter and defense response elicitor against plant virus. *Journal of Hazardous Materials* 393: 122415.
- Chatzistathis, T., Fanourakis, D., Aliniaiefard, S., Kotsiras, A., Delis, C., Tsaniklidis, G., 2021. Leaf age-dependent effects of boron toxicity in two *Cucumis melo* varieties. *Agronomy*, 11(4): 759.
- Çelik, H., Katkat, A.V., 2005. Bursa ili şeftali yetiştiriciliği yapılan tarım topraklarının potasyum durumu ve demir klorozu ile ilişkisi. *Tarımda Potasyumun Yeri ve Önemi Çalıştayı*, 3-4 Ekim, Eskişehir, s.74-84,
- Çelim, S., Gülser, F., 2020. The changes caused by different iron forms in growth of bean (*Phaseolus vulgaris* L. Var Nana) under cadmium stress. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 4(4): 1006–1023.
- De Souza, A., Govea-Alcaide, E., Masunaga, S.H., Fajardo-Rosabal, L., Effenberger, F., Rossi, L.M., Jardim, R.D.F., 2019. Impact of Fe₃O₄ nanoparticle on nutrient accumulation in common bean plants grown in soil. *SN Applied Sciences*, 1(4): 1-8.
- De Souza-Torres, A., Govea-Alcaide, E., Gómez-Padilla, E., Masunaga, S.H., Effenberger, F.B., Rossi, L.M., Jardim, R.F., 2021. Fe₃O₄ nanoparticles and *Rhizobium* inoculation enhance nodulation, nitrogen fixation and growth of common bean plants grown in soil. *Rhizosphere*, 17: 100275.
- Diatta, A.A., Thomason, W.E., Abaye, O., Thompson, L.T., Battaglia, M.L., Vaughan, L.J., Lo, M., Filho, J.F.D.C.L., 2020. Assessment of nitrogen fixation by Mungbean genotypes in different soil textures using 15N natural abundance method. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 20: 2230–2240.

- Eren, A., 2020. The effect of biologically synthesized silver nanoparticles on germination of wheat (*Triticum aestivum* L.) seeds. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 4(2): 358–365.
- Eren, A., Baran, M.F., 2019. Green synthesis, characterization and antimicrobial activity of silver nanoparticles (AgNPs) from maize (*Zea mays* L.). *Applied Ecology And Environmental Research*, 17(2): 4097-4105.
- Feng, Y., Kreslavski, V.D., Shmarev, A.N., Ivanov, A.A., Zharmukhamedov, S.K., Kosobryukhov, A., Yu, M., Allakhverdiev, S.I., Shabala, S., 2022. Effects of iron oxide nanoparticles (Fe_3O_4) on growth, photosynthesis, antioxidant activity and distribution of mineral elements in wheat (*Triticum aestivum*) plants. *Plants*, 11(14): 1894 (1-15).
- Feregrino-Perez, A.A., Magaña-López, E., Guzmán, C., Esquivel, K., 2018. A general overview of the benefits and possible negative effects of the nanotechnology in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 238: 126-137
- Ghafari, H., Razmjoo, J., 2015. Response of durum wheat to foliar application of varied sources and rates of iron fertilizers. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 17: 321-331
- Ghasemi-Fasaei, R., Ronaghi, A., 2008. Interaction of iron with copper, zinc, and manganese in wheat as affected by iron and manganese in a calcareous soil. *Journal of Plant Nutrition*, 31(5): 839-848.
- Ghasemi-Fasaei, R., Ronaghi, A., Maftoun, M., Karimian, N.A., Soltanpour, P.N., 2005. Iron-manganese interaction in chickpea as affected by foliar and soil application of iron in a calcareous soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 36(13-14): 1717-1725.
- Golshahi, S., Ahangar, A.G., Mir, N., Ghorbani, M., 2018. A comparison of the use of different sources of nanoscale iron particles on the concentration of micronutrients and plasma membrane stability in sorghum. *Journal of soil science and plant nutrition*, 18(1): 236-252.
- Gui, X., Deng, Y., Rui, Y., Gao, B., Luo, W., Chen, S., Xing, B., 2015. Response difference of transgenic and conventional rice (*Oryza sativa*) to nanoparticles ($\gamma\text{Fe}_2\text{O}_3$). *Environmental Science and Pollution Research*, 22(22): 17716-17723.
- Güneş, A., Alpaslan, M., Inal, A., 1998. Critical nutrient concentrations and antagonistic and synergistic relationships among the nutrients of NFT-grown young tomato plants. *Journal of plant nutrition*, 21(10): 2035-2047.
- Güneş, A., Inal, A., Söylemezoğlu, G., 2013. Bitkilerde Nano-Fe'in demir beslenmesi üzerine etkisi. Ankara Üniversitesi. Ankara.
- Heitholt, J.J., Sloan, J.J., MacKown, C.T., Cabrera, R.I., 2003. Soybean growth on calcareous soil as affected by three iron sources. *Journal of Plant Nutrition*, 26(4): 935-948.
- Hewitt, E.J., Bolle-Jones, E.W., 1953. Studies in iron deficiency of Crops: II. The Interrelationships of Iron and Potassium in the Potato Plant. *Journal of Horticultural Science*, 28(3): 185-195.
- Hoagland, D.R., Arnon, D.I., 1950. The water culture method for growing plants without soil. California Agriculture Experiment Station Circular, No: 347.

- Hu, J., Guo, H., Li, J., Gan, Q., Wang, Y., Xing, B., 2017. Comparative impacts of iron oxide nanoparticles and ferric ions on the growth of *Citrus maxima*. *Environmental pollution*, 221: 199-208.
- İdikut, L., Çiftçi, S., Uskutoğlu, D., Paksoy, M., Zulkadir, G., 2021. Kahramanmaraş koşullarında birinci ürün fasulye çeşitlerinin araştırılması. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 5(4): 984-990.
- Jalali, M., Ghanati, F., Modarres-Sanavi, A.M., Khoshgoftarmanesh, A. H., 2017. Physiological effects of repeated foliar application of magnetite nanoparticles on maize plants. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 203(6): 593-602.
- Jones, Jr, J.B., Wolf, B., Mills, H.A., 1991. Plant analysis handbook. A practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide. Micro-Macro Publishing, Inc.
- Jozedaemi, E., Golchin, A., Bibalani, G.H., 2014. The effect of soil and foliar fertilization with iron on yield and leaf chemical composition of four spotted bean cultivars in a calcareous soil. *Greener Journal of Biological Sciences*, 4(4): 116-127.
- Kacar, B., 1995. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri, III. Toprak Analizleri. A.Ü. Ziraat Fak. Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No:3, Ankara, 704 s.
- Kacar, B., 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri. 2. Bitki Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat fakültesi yayınları: 453 Ank. Üniv. Basımevi Ankara.
- Kacar, B., Katkat, V., 2009. Bitki Besleme. Nobel yayınları, Ankara.
- Karaman, M.R., Brohi, A.R., Inal, A., Taban, S., 1999. Effect of iron and zinc applications on growth and on concentration of mineral nutrients of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) grown in artificial siltation soils. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23(2): 341-348.
- Knijnenburg, J.T., Hilty, F.M., Oelofse, J., Buitendag, R., Zimmermann, M.B., Cakmak, I., Grobler, A.F., 2018. Nano- and pheroid technologies for development of foliar iron fertilizers and iron biofortification of soybean grown in South Africa. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 5(1): 1-10.
- Kobraee, S., 2016. Effect of zinc, iron and manganese fertilization on concentrations of these metals in the stem and leaves of soybean and on the chlorophyll content in leaves during the reproductive development stages. *Journal of Elementology*, 21(2): 395-412.
- Mandal, D., 2021. Nanofertilizer and its application in horticulture. *Journal of Applied Horticulture*, 23(1).
- Mohasseli, V., Farbood, F., Moradi, A., 2020. Antioxidant defense and metabolic responses of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) to Fe-nano-particles under reduced irrigation regimes. *Industrial Crops and Products*, 149: 112338.
- Moosavi, A.A., Ronaghi, A., 2010. Growth and iron-manganese relationships in dry bean as affected by foliar and soil applications of iron and manganese in a calcareous soil. *Journal of Plant Nutrition*, 33(9): 1353-1365.
- Mortvedt, J.J., 1991. Correcting iron deficiencies in annual and perennial plants: Present technologies and future prospects. *Plant and Soil*, 130(1-2): 273-279.
- Müftüoğlu, M.N., Türkmen, C., Çıkılı Y., 2012. Toprak ve Bitkide Verimlilik Analizleri. Kriter Yayınevi, İstanbul.

- Predoi, D., Ghita, R.V., Iconaru, S.L., Cimpeanu, C.L., Raita, S.M., 2020. Application of nanotechnology solutions in plants fertilization. *Urban Horticulture-Necessity of the Future*, 9: 12-40
- Rai, M., Ingle, A.P., 2021. Biogenic Silver Nanoparticles: What We Know and What Do We Need to Know.
- Rai, M., Ingle, A.P., Trzcińska-Wencel, J., Wypij, M., Bonde, S., Yadav, A., Kratošová, G., Golińska, P., 2021. Biogenic silver nanoparticles: What we know and what do we need to know? *Nanomaterials*, 11: 2901.
- Ramadan, A.A., El-Bassiouny, H.M.S., Bakry, B.A., Abdallah, M.M.S., El-Enany, M.A.M., 2020. Growth, yield and biochemical changes of soybean plant in response to iron and magnesium oxide nanoparticles. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 23: 406-417.
- Rana, K., Kumari, M., Mishra, A., Pudake, R.N., 2019. Engineered Nanoparticles for Increasing Micronutrient Use Efficiency. In: R.,Pudake, N., Chauhan, C., Kole, (Ed), *Nanoscience for Sustainable Agriculture*, Springer, Cham. pp. 25-49.
- Rui, M., Ma, C., Hao, Y., Guo, J., Rui, Y., Tang, X., Zhu, S., 2016. Iron oxide nanoparticles as a potential iron fertilizer for peanut (*Arachis hypogaea*). *Frontiers in Plant Science*, 7: 815.
- Salata, O., 2004. Applications of nanoparticle in biology and medicine. *Journal of Nanobiotechnology*, 2(1): 3.
- Santos, C.S., Roriz, M., Carvalho, S.M., Vasconcelos, M.W., 2015. Iron partitioning at an early growth stage impacts iron deficiency responses in soybean plants (*Glycine max* L.). *Frontiers in Plant Science*, 6: 325.
- Seleiman, M.F., Almutairi, K.F., Alotaibi, M., Shami, A., Alhammad, B.A., Battaglia, M.L., 2021. Nano-fertilization as an emerging fertilization technique: Why can modern agriculture benefit from its use? *Plants*, 10(1): 2.
- Seleiman, M.F., Santanen, A., Mäkelä, P., 2020. Recycling sludge on cropland as fertilizer-Advantages and risks. *Resources, Conservation and Recycling*, 155: 104647
- Sheykhabglou, R., Sedghi, M., Shishevan, M.T., Sharifi, R.S., 2010. Effects of nano-iron oxide particles on agronomic traits of soybean. *Notulae Scientia Biologicae*, 2(2): 112-113.
- Sohrabi, Y., Habibi, A., Mohammadi, K., Sohrabi, M., Heidari, G., Khalesro, S. and Khalvandi, M., 2012. Effect of nitrogen (N) fertilizer and foliar-applied iron (Fe) fertilizer at various reproductive stages on yield, yield component and chemical composition of soybean (*Glycine max* L. Merr.) seed. *African Journal of Biotechnology*, 11(40): 9599-9605.
- Tripathi, D.K., Singh, S., Singh, S., Srivastava, P.K., Singh, V.P., Singh, S., Prasad, S.M., Singh, P.K., Dubey, N.K., Pandey, A.C., and Chauhan, D.K., 2017. Nitric oxide alleviates silver nanoparticles (AgNps)-induced phytotoxicity in *Pisum sativum* seedlings. *Plant Physiology and Biochemistry* 110: 167-177.
- Varghese, R.J., Zikalala, N., Oluwafemi, O.S., 2020. Green synthesis protocol on metal oxide nanoparticles using plant extracts. In: Thomas, S., Sunny, A.T., Velayudhan, P. (Ed), *Colloidal metal oxide nanoparticles*, Elsevier, Chapter5, pp. 67-82.

- Wang, Y., Chen, S., Deng, C., Shi, X., Cota-Ruiz, K., White, J.C., Gardea-Torresdey, J.L., 2021. Metabolomic analysis reveals dose-dependent alteration of maize (*Zea mays* L.) metabolites and mineral nutrient profiles upon exposure to zerovalent iron nanoparticles. *NanoImpact*, 23: 100336.
- Yang, X., Alidoust, D., Wang, C., 2020. Effects of iron oxide nanoparticles on the mineral composition and growth of soybean (*Glycine max* L.) plants. *Acta Physiologiae Plantarum*, 42(8): 1-11.
- Yaseen, R., Ahmed, A., Omer, A., Agha, M., Emam, T., 2020. Nano-fertilizers: Bio-fabrication, application and biosafety. *Novel Research in Microbiology Journal*, 4(4): 884-900.
- Yetim, S., 2008. GAP Bölgesi Harran Ovası koşullarında azot ve demir gübrelemesinin ikinci ürün soya verimine ve bazı kalite kriterlerine etkisi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Zuo, Y., Zhang, F., 2011. Soil and crop management strategies to prevent iron deficiency in crops. *Plant and Soil*, 339(1): 83-95.

Atıf Şekli	Biçer Bayrak, M., Dağhan, H., 2023. Demir Oksit Nanopartikül (FeO-NP) Uygulamasının Topraksız Kültürde Yetiştirilen Fasulye (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) Bitkisinin Büyümesi Üzerine Etkileri. <i>ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 7(4): 759-777. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.10208300 .
To Cite	Biçer Bayrak, M., Dağhan, H., 2023. The Effects of Iron Oxide Nanoparticle (FeO-NP) Application on the Growth of Bean (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) Grown in Soilless Culture. <i>ISPEC Journal of Agricultural Sciences</i> , 7(4): 759-777. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.10208300 .



Gelemen Üçgülünün (*Trifolium meneghinianum* Clem.) Farklı Gelişme Dönemlerine Ait Kaba Yem Kalitesi

Gülcan KAYMAK BAYRAM^{1*}, Mehmet CAN¹, Zeki ACAR¹, İlknur AYAN¹,
Erdem GÜLÜMSER²

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Samsun

²Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Bilecik

*Sorumlu Yazar (Corresponding author): gulcan.kaymak@omu.edu.tr

Özet

Bu çalışmada gelemen üçgülünün (*Trifolium meneghinianum* Clem.) tomurcuklanma, çiçeklenme ve bakla bağlama dönemlerine ait bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada ham protein (HPO), asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF), nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF), potasyum (K), fosfor (P), kalsiyum, (Ca), magnezyum (Mg), kondanse tanen (KT), toplam fenolik (TF), toplam flavonoid (TFL), radikal kovucu aktivite (DPPH) içerikleri belirlenmiştir. En yüksek HPO tomurcuklanma döneminden (% 17.78) en düşük ise tohum bağlama (%12.29) döneminden alınmıştır. Gelemen üçgülünün ortalama K, P, Ca ve Mg içeriklerini sırasıyla % 1.75, % 0.38, % 1.18 ve % 0.28 olmuştur. En yüksek KT % 1.93 ile bakla bağlama, en düşük ise %1.06 ile tomurcuklanma döneminde tespit edilmiştir. Bitkinin tomurcuklanma, çiçeklenme ve bakla bağlama dönemlerinde ortalama TF, TFL ve DPPH içerikleri sırasıyla 19.08 mg GA g⁻¹, 162.71 mg QE g⁻¹ ve % 67.72 olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak bitkinin tomurcuklanma ve çiçeklenme dönemi incelenen kalite özellikler bakımından, bakla bağlama dönemine göre daha üstün performans göstermiştir. Bitkide belirlenen sekonder bileşikler ise hayvan sağlığı ve beslenmesi açısından yeterli olmuştur. Ayrıca bitkide belirlenen özellikler ileride yapılacak çalışmalara ışık tutacak niteliktedir.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi :08.07.2023
Kabul Tarihi :20.08.2023

Anahtar Kelimeler

Gelemen üçgülü
gelişme dönemi
kaba yem
kalite

Roughage Quality of Gelemen Clover (*Trifolium meneghinianum* Clem.) in Different Development Periods

Abstract

This study was carried out to determine some quality characteristics of Gelemen clover (*Trifolium meneghinianum* Clem.) during budding, flowering and pod setting periods. In the study, crude protein (CP), acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF), potassium (K), phosphorus (P), calcium (Ca), magnesium (Mg), condensed tannin (KT), total phenolic (TP), total flavonoid (TF), radical scavenging activity (DPPH) contents were determined. The highest CP was in the budding period (17.78%) and the lowest was in the seed setting period (12.29%). The average K, P, Ca and Mg contents of Gelemen clover were 1.75%, 0.38%, 1.18% and 0.28%, respectively. The highest CT was determined in the pod setting period with 1.93%, and the lowest was in the budding period with 1.06%. The average TP, TF, and DPPH contents of the plant during budding, flowering and pod setting periods were 19.08 mg GA g⁻¹, 162.71 mg QE g⁻¹, 162.71 mg QE g⁻¹, and 67.72%, respectively. As a result, the budding and flowering period of showed superior performance compared to the pod setting period in terms of the quality traits. The secondary compounds determined in the plant were sufficient for animal health and nutrition. In addition, the traits identified in the plant will shed light on future studies.

Research Article

Article History

Received :08.07.2023
Accepted :20.08.2023

Keywords

Gelemen clover
development period
roughage
quality

1. Giriş

Türkiye’de son yıllarda yem bitkileri üretiminde olumlu gelişmeler yaşanmış, ancak halen üretim istenen düzeye gelememiştir. Bunun en önemli nedenlerinin başında ise yem maliyetleri gelmektedir. Öyle ki yem kolay ve ucuz temin edilememektedir. Yem temini tarla tarımından ve çayır-meralardan sağlanmaktadır. Bu iki kaynaktan biri olan çayır-meralar yıllardır düzensiz otlatmadan dolayı özelliklerini yitirmiş, tarla tarımından elde edilen yem bitkileri üretimi ise yetersiz kalmaktadır (Acar ve ark., 2020). Bu nedenle söz konusu iki kaynak mevcut hayvanların ihtiyacını karşılayamamaktadır. Türkiye’de birçok yem bitkisi yetişebilmektedir. Nitekim çok farklı toprak ve iklim yapısına sahiptir. Öyle ki bu bitkilerin çoğunun gen merkezi Türkiye’dir. Buna rağmen, tarımsal üretim içerisinde tarımı yapılan yem bitkisi sayısı oldukça azdır. Görüldüğü üzere kaliteli kaba yem açığı çok ve ihtiyaca cevap verememektedir. Açığın kapatılması için yem bitkilerinin sayısının artırılması gerekmektedir.

Gelemen üçgülünün (*Trifolium meneghinianum* Clem.) anavatanı Akdeniz Bölgesi olup, Karadeniz kıyı yöreleri ve Ege Bölgesi orijin merkezini oluşturmaktadır. Samsun’un Gelemen yöresinde doğal floradan toplanıp kültüre alındığından, Türkiye’de gelemen üçgülü olarak tanınmaktadır (Manga ve ark., 2003).

Gelemen üçgülü, Karadeniz Bölgesi sahil kesiminde hemen her türlü toprakta rahatlıkla gelişebilen, yüksek oranda tohum üretme özelliğine sahip, erken dönemde gelişerek hayvancılıkla uğraşan işletmeler için iyi kalitede kaba yem özelliği taşıyan tek yıllık baklagil yem bitkisidir. Gelemen üçgülü hayvanlar tarafından sevilerek yenilen, besleyici ve lezzetli bir yem bitkisi iken, ham protein oranını % 12.5-22.5 arasında değişmektedir (Çankaya ve ark., 2013). Tek yıllık bir baklagil yem bitkisi olan gelemen üçgülü kıyı bölgelerimizde kışlık olarak sulanmadan yetiştirilebilmektedir.

Bitkilerin verim ve kalite özellikleri, gelişme dönemlerine bağlı olarak değişebilmektedir. Gelişme dönemleri ilerledikçe kuru madde oranı ile verimi artarken, kalite azalmaktadır. Bu durum bitkilerden selüloz, ligin gibi maddelerin artmasından kaynaklanmaktadır. Bu bağlamda çalışmada Gelemen üçgülünün tomurcuklanma, çiçeklenme ve tohum bağlama dönemlerindeki bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmada bitki materyali olarak gelemen üçgülü (*Trifolium meneghinianum* Clem.) kullanılmıştır. Deneme Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi arazisinde kurulmuştur.

Tablo 1. Samsun iline ait yağış ve sıcaklık değerleri (MGM, 2023)

Aylar	Yağış miktarı (mm)		Sıcaklık (°C)	
	Uzun yıllar	2022-2023	Uzun yıllar	2022-2023
Ekim	89.5	126.3	16.0	16.3
Kasım	84.6	53.6	11.3	13.8
Aralık	83.4	104.7	8.1	11.3
Ocak	78.6	39.3	8.4	8.2
Şubat	82.2	116.5	8.5	7.5
Mart	84.1	105.4	9.7	9.7
Nisan	90.4	144.0	12.0	12.6
Mayıs	89.6	63.0	16.8	15.1
Haziran	82.6	74.5	21.0	21.0
Temmuz	83.8	57.5	24.4	24.2
Toplam/Ortalama	848.8	884.8	16.33	13.9

Deneme lokasyonunun uzun yıllar ile araştırma yıllarına ait yıllık yağış ve sıcaklık değerleri Tablo 1’de verilmiştir. Samsun ilinin uzun yıllar ile denemenin yürütüldüğü döneme ait yıllık yağış toplamaları sırasıyla 848.8 mm ve 884.8 mm olmuştur. Uzun yıllar sıcaklık ortalaması 16.33 °C iken deneme yılına ait sıcaklık ortalaması ise 13.9 °C olarak tespit edilmiştir. Denemenin bulunduğu alanın toprağı killi tınlı bünyeye sahip olup, pH bakımından hafif alkali (% 6.42), kireçsiz (1.95) ve tuz içeriği az % 0.033 olduğu belirlenmiştir. Alanın organik madde içeriği % 2.34 (iyi), potasyum içeriği 25.65 kg da⁻¹ (yüksek) ve fosfor içeriği ise 155 da⁻¹ (yüksek) olarak belirlenmiştir. Çalışmada ekim elle yapılmıştır. Denemede parseller 20 cm sıra aralığı ve 6 sıradan oluşacak şekilde 3 tekrar olarak kurulmuştur. Çalışma tesadüf bloklar deneme desenine göre tasarlanmıştır. Denemede tohumluk 2.0 kg da⁻¹ olacak şekilde kullanılmıştır. Çalışma 09.11.2022 tarihinde kurulmuş olup, ekimle birlikte dekara toplam 5 kg azot ve 8 kg fosfor verilmiştir. Bitkiler tomurcuklanma (14.05.2023), çiçeklenme (15.06.2023) ve tohum bağlama dönemlerinde (17.07.2023) hasat edilmiştir. Hasat edilen yeşil ot örnekleri etüvde 60 °C de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Kurutulan örnekler laboratuvarında 1 mm elek çapına sahip değirmende öğütülmüş ve analize hazır

duruma getirilmiştir. Bu örneklerde ham protein oranı (HPO), asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF), nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF), potasyum (K), fosfor (P), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) oranları Foss NIR Systems Model 6500 Win ISI II v1.5 cihazında IC-0904FE kalibrasyon programı kullanılarak belirlenmiştir. Bitkilerin kondanse tanen (KT) içeriği Bate-Smith (1975), toplam fenolik (TF) içeriği Dykes ve ark. (2005), toplam flavonoid (TFL) içeriği Arvouet-Grand ve ark. (1994) ve radikal kovucu aktivite (DPPH) içeriği ise Gezer ve ark. (2005)’na göre belirlenmiştir.

Çalışmadan elde edilen değerlerin istatistiksel analizleri, tesadüf blokları deneme desenine göre ve SPSS 21.0 paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ortalamaları arasındaki farklılıkların karşılaştırılmasında ise Duncan testi kullanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Gelemen üçgülünün HPO, ADF, NDF, K, P, Ca, Mg, KT, TF, TFL ve DPPH içerikleri Tablo 2’de verilmiştir. Çalışmada, gelemen üçgülünün gelişme dönemleri arasında Ca ve Mg içerikleri bakımından istatistiksel olarak fark olmamıştır. Diğer özelliklerin gelişme dönemleri üzerinde etkisi ise %1 ihtimal seviyesinde olmuştur.

Tablo 2. Gelemen üçgülünün farklı dönemlerine ait kaba yem kalitesi

Özellikler	Tomurcuklanma	Çiçeklenme	Tohum bağlama	Ortalama
HPO (%)**	17.78 ^a	15.33 ^{ab}	12.59 ^b	15.24
ADF (%)**	24.24 ^b	27.15 ^b	48.15 ^a	33.14
NDF (%)**	32.28 ^b	25.38 ^b	59.33 ^a	42.33
K (%)**	2.44 ^a	1.71 ^b	1.11 ^c	1.75
P (%)**	0.43 ^a	0.38 ^b	0.32 ^c	0.38
Ca (%) ^{öd}	1.21	1.18	1.16	1.18
Mg (%) ^{öd}	0.30	0.27	0.26	0.28
KT (%)**	1.06 ^c	1.32 ^b	1.93 ^a	1.43
TF (mg GA g ⁻¹) **	24.06 ^a	13.98 ^c	19.16 ^b	19.08
TFL (mg QE g ⁻¹)**	171.46 ^b	112.24 ^c	204.43 ^a	162.71
DPPH (%)**	62.17 ^{ab}	44.45 ^b	65.93 ^a	57.72

(**) 0.01 düzeyinde önemli; (öd): Önemli değil. Aynı sütun içerisinde ortak harf taşıyan ortalamalar Duncan testine göre p≤0.05 hata sınırları içerisinde istatistiksel olarak farklıdır. HPO: Ham protein oranı, ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif; NDF: Nötr deterjanda çözünmeyen lif; K: Potasyum; P: Fosfor; Ca: Kalsiyum; MG: Magnezyum; KT: Kondanse tanen; TF: Toplam fenolik; TFL: Toplam flavonoid (TFL); DPPH: Radikal kovucu aktivite

En yüksek HPO tomurcuklanma döneminden (% 17.78), en düşük ise tohum bağlama (% 12.29) döneminden alınmıştır (Tablo 2). Bitkilerde gelişme döneminin ilerlemesi ile yaprak sayısı azalmaktadır. Bu nedenle dokularda yaşlanma meydana gelirken yapısal karbonhidrat birikimi de artar ve ham protein içeriği azalır. Kumbasar (2015) ile Kaymak Bayram ve ark. (2022) orman üçgülü (*Bituminaria bituminosa* (L.) C. H. Stirt.) bitkisinin gelişme döneminin ilerlemesi ile HPO'nın düştüğünü bildirmişlerdir.

Bitkinin ADF ve NDF içerikleri tomurcuklanma döneminde (%24.24-32.28) tohum bağlama (% 48.15-59.33) dönemine göre daha düşük olmuştur. Kaya (2008) kaba yemlerin olgunlaşmasıyla ADF ve NDF içeriklerinin arttığını bildirmiştir. Kaba yemlerde ADF içeriğinin %30 ve altı, NDF içeriğinin ise % 40 ve altında olması arzulanır (Cole, 2020). Tomurcuklanma ve çiçeklenme döneminde elde edilen ADF ve NDF bu değerlerin altında olmuştur (Tablo 2).

Ruminant hayvanların yemlerinde K oranının % 0.8, P oranının % 0.21, Ca oranının % 0.3 ve Mg oranının ise % 0.1-0.2 olması istenir (Tejeda ve ark., 1985; Kidambi ve ark., 1989). Gelemen üçgülünün farklı gelişme dönemlerinde belirlenen K, P, Ca ve Mg içerikleri, söz konusu araştırmacıların bildirdiği değerlerin üzerinde olmuştur (Tablo 2). Saraçoğlu (2023) Gelemen üçgülünün silajının K, P, Ca ve Mg içeriklerini sırasıyla % 3.02, % 0.39, % 1.40 ve % 0.33 olduğunu bildirmiştir. Yavuz ve ark. (2012) Gelemen üçgülü genotiplerinin HP oranın % 15.69-18.56, ADF oranının % 30.48-34.32, NDF oranının % 38.36-43.33, P oranının % 0.38-0.43, K oranının %1.91-2.61, Ca oranının % 1.39-1.61 ve Mg oranının % 0.33-0.39 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Farklılıklar ekoloji, uygulanan kültürel işlemler ve hasat zamanından kaynaklanmış olabilir.

En yüksek KT % 1.93 ile bakla bağlama, en düşük ise % 1.06 ile tomurcuklanma döneminde tespit edilmiştir. Kondanse tanenin yem bitkilerinde en fazla % 3'ü geçmemesi istenir (Barry, 1987). Çalışmada tüm gelişme dönemlerinin KT içeriği bu seviyenin altında olmuştur. Diğer taraftan KT rumende bazı hidrojen üreten protozoolar ve doğrudan hidrojen kullanan metan üretici organizmaları engelleyerek hayvansal kaynaklı sera gazı salınımını azaltmaktadır (Öztürk ve Gülümser, 2023).

Gelemen üçgülünün tomurcuklanma, çiçeklenme ve bakla bağlama dönemlerinde ortalama TF, TFL ve DPPH içerikleri sırasıyla 19.08 mg GA g⁻¹, 162.71 mg QE g⁻¹ ve % 67.72 olarak tespit edilmiştir (Tablo 2). Bitkilerde bulunan TF, TFL ve DPPH tozlaşmaya yardımcı olmak, çevresel stres etmenlerine karşı direnç oluşturmak, hücre büyümesini düzenlemek ile insan ve hayvansal hastalıkların önlenmesinde yardımcı olmak gibi farklı rollere sahiptirler (Kumar ve Pandey, 2013; Xiao ve ark., 2013; Zhan ve ark., 2017).

4. Sonuç

Bu çalışmada, Gelemen üçgülünün farklı gelişme dönemlerinde bazı kalite özellikleri belirlenmiştir. Sonuç olarak bitkinin tomurcuklanma ve çiçeklenme dönemi bakla bağlama dönemine göre incelenen özellikler bakımından daha üstün performans göstermiştir. Bitkide belirlenen sekonder bileşikler ise hayvan sağlığı ve beslenmesi açısından yeterli olmuştur. Ülkemiz tarımında yerini almaya çalışan ve baklagil yem bitkisi olması nedeniyle hayvan besleme yönünden çok önemli olan Gelemen üçgülünde belirlenen özellikler ileride yapılacak yeni çalışmalara ışık tutacak niteliktedir.

Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulunduklarını, makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Kaynaklar

- Acar, Z., Tan, M., Ayan, İ., Önal Aşçı, Ö., Mut, H., Başaran, U., Gülümser, E., Can, M., Kaymak, G., 2020. Türkiye’de Yem Bitkileri Tarımının Durumu ve Geliştirme Olanakları. *Türkiye Ziraat Mühendisleri IX. Teknik Kongresi*, Kongre Bildiriler Kitabı, 13-17 Ocak, Ankara.
- Arvouet-Grand, A., Vennat, B., Pourrat, A., Legret, P., 1994. Standardisation d’un extrait de propolis et identification des principaux constituants. *Journal de pharmacie de Belgique*, 49: 462-468.
- Barry, T.N., 1987. Secondary compounds of forages. In, Hacker JB, Ternouth JH (Eds), *Nutrition of Herbivores*. Academic Press, Sydney, 91-120.
- Bate-Smith, E.C., 1975. Phytochemistry of proanthocyanidins. *Phytochemistry*, 14(4): 1107-1113.
- Cole, E., 2020. Understanding your forage test. (<http://extension.missouri.edu/webster/documents/resources/agriculture/UnderstandingYourForageTest.pdf>), (Erişim tarihi: 13.04.2020).
- Çankaya, N., İspirli, K., Alay, F., 2013., Samsun Ekolojik Şartlarında Gelemen Üçgülü (*Trifolium meneghinianum* Clementi) Ekotiplerinin Performanslarının Belirlenmesi. 10. *Tarla Bitkileri Kongresi*, Kongre Bildiriler Kitabı, 10-13 Eylül, Konya.
- Dykes, L., Rooney, L.W., Waniska, R.D., Rooney, W.L., 2005. Phenolic compounds and antioxidant activity of sorghum grains of varying genotypes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(17): 6813-6818.
- Gezer, K., Duru, M.E., Kıvrak, I., Turkoglu, A., Mercan, N., Turkoglu, H., Gulcan, S., 2006. Free-Radical Scavenging Capacity and Antimicrobial Activity of Wild Edible Mushroom From Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 5(20): 1924-1928.
- Kaya, Ş., 2008. Kaba yemlerin değerlendirilmesinde göreceli yem değeri ve göreceli kaba yem indeksi. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 1(1): 59-64.
- Kaymak Bayram, G., Gülümser, E., Can, M., Ayan, İ., Acar, Z., 2022. *Bituminaria bituminosa* (L.) CH Stirt. genotiplerinin farklı gelişme dönemlerinde kaba yem kalitesi. *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi*, 6(3): 511-519.
- Kidambi, S.P., Matches, A.G., Griggs, T.C., 1989. Variability for Ca, Mg, K, Cu, Zn and K/Ca+Mg ratio among 3 wheat grasses and sainfoin on the southern high plains. *Journal of Range Management*, 42: 316-322.
- Kumar, S., Pandey, A.K., 2013. Chemistry and biological activities of flavonoids: an overview. *The Scientific World Journal*, 162750.
- Kumbasar, F., 2015. Gelişme dönemlerine göre *Bituminaria bituminosa* L. genotiplerinde verim ve kalite özelliklerinin değişimi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Manga, İ., Acar, Z., Ayan, İ., 2003. Baklagil Yem Bitkileri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 7, Samsun.
- Öztürk, Y.E., Gülümser, E., 2023. Forage yield, nutritional value and phytochemical traits of hops (*Humulus lupulus* L.). *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 7(2): 350-358.

- Saraçoğlu, Z., 2023. Gelemen üçgülü ve tek yıllık çimde ot verimi ve besin içeriği yönünden uygun karışım oranının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Tajeda, R., Mcdowell, F.G., Conrad, J.H., 1985. Mineral element analyses of various tropical forages in Guatemala and their relationship to soil concentrations. *Nutrition Reports International*, 32: 313 – 324.
- Xiao, J., Kai, G., Yamamoto, K., Chen, X., 2013. Advance in dietary polyphenols as α -glucosidases inhibitors: a review on structure-activity relationship aspect. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(8): 818-836.
- Yavuz, T., Sürmen, M., Albayrak, S., Çankaya, N., 2012. Forage yield and quality of Gelemen clover (*Trifolium meneghinianum* Clem.) lines. *Turkish Journal of Field Crops*, 17(1): 46-50.
- Zhan, J., Liu, M., Su, X., Zhan, K., Zhang, C., Zhao, G., 2017. Effects of alfalfa flavonoids on the production performance, immune system, and ruminal fermentation of dairy cows. *Archive of Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 30(10): 1416-1424.

Atıf Şekli	Kaymak Bayram, G., Can, M., Acar, Z., Ayan, İ., Gülümser, E., 2023. Gelemen Üçgülünün (<i>Trifolium meneghinianum</i> Clem.) Farklı Gelişme Dönemlerine Ait Kaba Yem Kalitesi. <i>ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 7(4): 778-783. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.10208320 .
To Cite	Kaymak Bayram, G., Can, M., Acar, Z., Ayan, İ., Gülümser, E., 2023. Roughage Quality of Gelemen Clover (<i>Trifolium meneghinianum</i> Clem.) in Different Development Periods. <i>ISPEC Journal of Agricultural Sciences</i> , 7(4):778-783. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.10208320 .



Yüksekova Havzasında Yüzey ve Yüzeyaltı Su Kaynaklarının Karakterizasyonu

Mesut BUDAK^{1*}, Hikmet GÜNAL², Mesut SIRRI³, Nurullah ACİR⁴

¹Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Siirt

²Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Şanlıurfa

³Siirt Üniversitesi, Kurtalan Meslek Yüksekokulu, Bitkisel Üretim Bölümü, Siirt

⁴Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Kırşehir

*Sorumlu Yazar (Corresponding author): m.budak@siirt.edu.tr

Özet

Su kaynaklarına nitrat ve fosfatın aşırı deşarjı, nehir ve göl gibi yüzey sularının ötrofikasyonuna neden olurken, insan sağlığını ve su canlılarının yaşamlarını da tehdit etmektedir. Bu çalışma, Hakkâri ili için en değerli tarım arazilerinin yer aldığı ve tüm bölge için çeşitli ekosistem hizmetlerinin üretildiği Nehil Sazlığına sahip olan Yüksekova havzasında, yeraltı ve yüzey su kaynaklarının besin yüklerinin belirlenmesi, eşik değeri aşması durumunda kirliliğin kaynağının araştırılması ve çözüm önerilerinin geliştirilmesi amacı ile gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 37°.26' K - 37°.36' K enlemleri ile 44°.4' D - 44°.26' D boylamları arasında yer alan çalışma alanındaki çay, dere, artezyen kuyu, doğal çeşme ve sondaj kuyuları olmak üzere 51 noktadan her yıl 2 ayrı dönemde olmak üzere 2 yıl (2020, 2021) süre ile su örnekleri alınmıştır. Çalışma alanında NO₃⁻ içeriği 2020 ve 2021 yılları bahar aylarında ortalama 3.45 ve 3.74 mg kg⁻¹ iken son baharda bir miktar yükselerek 4.73 ve 4.44 mg kg⁻¹ çıkmıştır. Tarımsal üretimde mineral gübre kullanımının hemen hemen hiç olmadığı çalışma alanında en yüksek PO₄⁻³ içeriği, Nehil çayı (1.99 mg kg⁻¹), sulama kanalı (0.78 mg kg⁻¹) ve Havaalanı giderinde (0.56 mg kg⁻¹) tespit edilmiştir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) standartlarına göre Yüksekova Havzasında yer alan yüzey ve yüzey altı sularının NO₃⁻ ve PO₄⁻³ içerikleri zarar eşik değerlerinin altındadır. Bununla birlikte, hayvan çiftliklerinden ve evsel atıklarından su kaynaklarına katılan NO₃⁻ ve PO₄⁻³ gelecekte su kalitesi açısından önemli sorunlar oluşturabilir.

Characterization of Surface and Groundwater Resources in Yüksekova Basin

Abstract

Excessive discharge of nitrate and phosphate into water sources leads to eutrophication of surface waters such as rivers and lakes and posing a threat to human health and aquatic life. This study was conducted to determine the nutrient loads of groundwater and surface water resources in the Yüksekova basin, which has the most valuable agricultural lands for Hakkari province and Nehil Reed, where various ecosystem services are produced for the whole region, to identify the sources of pollution if threshold values are exceeded and to develop solutions. For this purpose, water samples were collected from 51 points including streams, creeks, artesian wells, natural fountains and boreholes in the study area located between latitudes 37°.26' N - 37°.36' N and longitudes 44°.4' D - 44°.26' D for 2 years (2020, 2021) in 2 different periods each year. The average NO₃⁻ content in the study area during the spring months of 2020 and 2021 was 3.45 and 3.74 mg kg⁻¹, respectively, and increased slightly in the fall to 4.73 and 4.44 mg kg⁻¹, respectively. The highest PO₄⁻³ content in the study area, where the use of mineral fertilizers in agricultural production is almost non-existent, were detected in Nehil stream (1.99 mg kg⁻¹), irrigation canal (0.78 mg kg⁻¹), and airport drainage (0.56 mg kg⁻¹). According to the World Health Organization (WHO) standards, the NO₃⁻ and PO₄⁻³ contents of surface and groundwater in the Yüksekova Basin are below harmful threshold levels. However, NO₃⁻ and PO₄⁻³ input from livestock farms and domestic wastewater into water sources can pose significant future challenges to water quality.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi :10.07.2023
Kabul Tarihi :24.08.2023

Anahtar Kelimeler

Su kirliliği
nitrat
fosfat
yüksekova
evsel atıklar
hayvansal üretim

Research Article

Article History

Received :10.07.2023
Accepted :24.08.2023

Keywords

Water pollution
nitrate
phosphate
yüksekova
domestic wastes
animal production

1.Giriş

Sürekli artan insan nüfusu ve farklılaşan yaşam standartları, su dahil mevcut doğal kaynakların kullanımına yönelik talepleri artırmaktadır. Suyun farklı sektörlerde çeşitli amaçlar için kullanımı, mevcut suyun miktarını ve kalitesini etkilemektedir. Dünyanın en kötü yönetilen doğal kaynaklarından biri olan suyun kirliliği nedeniyle su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi hem ulusal hem de uluslararası düzeyde önemlidir (Sasakova ve ark., 2018). Su kirliliği, doğal bir kaynak olan su içerisinde nitrat, fosfat, ağır metal, patojen ve pestisit gibi arzu edilmeyen maddelerin konsantrasyonunun artması ile suyun kalitesinin değişmesi ve çevre ve insan sağlığına zarar vermesi olarak tanımlanmaktadır (Briggs, 2003; Haseena ve ark., 2017). Su kirliliğinin insan sağlığını tehdit ettiğini belirten Chaudhry ve Malik (2017), dünyada her gün yaklaşık 14 bin kişinin su kirliliğinden dolayı hayatını kaybettiğini rapor etmiştir.

Yağmur ile yeryüzüne ulaşan su, toprakla temas ettiğinde yüzey suyu haline gelir ve toprak içerisinde süzülüp, derinlerde biriktiğinde ise yeraltı suyu olarak adlandırılabilir. Önemli bir kısmı, yüzey altına sızdığından veya buharlaşıp atmosfere karıştığından, yüzey akışla nehir, göl ve denizlere taşınan yüzey suyunun insan ve hayvan atıklarıyla kirlenmesine karşı korunması, çeşitli sektörler tarafından ihtiyaç duyulan suyun korunması açısından mutlak gereklidir. Yüzey suları, çeşitli atık ve yüzey akışa maruz kalmaları nedeniyle kirlenmeye en duyarlı olan su kaynaklarıdır. Öte yandan yeraltı suyu, doğrudan yüzey akışlarına ve atık deşarjlarına karşı korunmaktadır, ancak bir kere kirlendikten sonra daha uzun süre kirlenmiş olarak kalır. Bu nedenle sürdürülebilir kullanımları için korunmaya ihtiyaç bulunmaktadır (Saalidong ve ark., 2022). Miktar ve çeşit olarak değişen talebi karşılamak için artan gıda üretimi ve enerji tüketiminde, küresel

olarak hidrolojik döngüde değişmelere neden olmuştur. Ayrıca, aşırı ve bilinçsiz tüketim, su kıtlığı ve su kirliliğinin küresel bir soruna dönüşmesine yol açmıştır (Liu ve ark., 2012). Bu soruna karşı koyabilmek için su kaynakları politikalarının sürekli olarak değerlendirilmesi gerekmektedir (Chaudhry ve Malik, 2017). Herhangi bir nedenden dolayı suyun kirlenmesi tarımsal üretimde ciddi sorunların ortaya çıkmasına (Dorak ve ark., 2018) ve nihayetinde de gıda güvenliğinin sekteye uğramasına neden olmaktadır.

Su kirliliği hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkeler için önemli bir sorundur. Su kalitesi, yağış, iklim, toprak tipi, bitki örtüsü, jeoloji, yeraltı suyu ve insan faaliyetleri gibi birçok faktörden etkilenir. Su kalitesine yönelik en büyük tehdit, endüstrilerin ve belediyelerin noktasal kaynaklarıdır. Madencilik, kentsel gelişim ve tarımsal faaliyetler su kalitesi üzerinde olumsuz etkileri olan diğer faktörlerdir (Chaudhry ve Malik, 2017; Hassena ve ark., 2017). Özellikle tarımsal faaliyetler nedeniyle nehir ve göl gibi yüzey sularında azot ve fosfor gibi besinlerin konsantrasyonu önemli düzeyde artmaktadır. Çevrede biyolojik azotun 2, fosforun ise 3 katına çıktığını ifade eden Howarth ve Choi (2005), bu artışa tarımsal üretim uygulamaları (gübreleme, herbisit ve insektisit kullanımı) ve evsel atıkların neden olduğunu bildirmişlerdir.

Bitkisel üretimde azot temel bir besin elementi olmasına rağmen, bilinçsiz kullanımı su ve hava kirliliğine yol açmaktadır. Bu nedenle, tarımsal faaliyetler, çevrede azot kirliliğine en çok katkıda bulunan kaynak olarak tanımlanmaktadır. Özellikle de hayvansal üretimin yapıldığı çiftliklerde, sıvı hayvan dışkıları, nehirleri, gölleri ve kıyı sularını kirleten temel azot kaynağıdır. Tarımsal üretim için organik ve mineral gübrelerin kullanımı oldukça yaygındır. Ancak aşırı kullanımları su ve hava kirliliği gibi çevre

sorunlarına neden olmaktadır (Woli ve ark., 2004). Hayvansal dışkılarından salınan ve çevreye zarar veren birincil öneme sahip iki besin maddesi, azot ve fosfordur (Hubbard ve ark., 2004). Aile işletmeciliği şeklindeki çiftliklerde, yeterli altyapı olmadığından dolayı özellikle sıvı hayvan gübrelerinden kaynaklanan azot, fosfor, organik madde ve çeşitli mikroorganizmalar çevrede bulunan su kaynaklarının kirlenmesine yol açmaktadır (Li ve ark., 2016). Tarımsal üretimde yüksek dozda gübre kullanımı yanı sıra, çiftlik hayvanlarından, evsel ve endüstriyel kaynaklardan çevreye salınan azot önemli düzeyde su kirliliğine neden olmaktadır. Küresel anlamda çevreye giren reaktif azot miktarı 1860'ta yaklaşık 15 megaton (Mt) iken 2010'da 185 Mt'a çıkmıştır. Bunun en önemli nedeni o süreçte kimyasal gübre kullanımının önemli derecede artmasından kaynaklanmaktadır. Zira tarımda azotlu gübrelerin kullanımı 1961'de 12 Mt iken 2014'te 110 Mt'a yükselmiştir (Yu ve ark., 2019).

Suyun içindeki bakterilerin yaşamlarını ve diğer kirleticilerin kullanılabilirliğini etkileyen en önemli su kalitesi parametrelerinden biri de pH'dır. Genel olarak, çok yüksek veya çok düşük pH, suyun belirli amaçlar için hoş olmayan hale gelmesine neden olabilir. Çok yüksek pH'larda metaller çökelme eğiliminde iken amonyak gibi kimyasallar sucul yaşam için toksik hale gelebilir. Ayrıca, alkali koşullarda su hoş olmayan bir koku ve tat kazanmaktadır. Diğer yandan, düşük pH'larda, metallerin çözünürlüğü daha yüksektir ve sülfür su canlıları için toksik hale gelebilir. Düşük pH'lı sularda ağır metaller daha çözünür olduklarından biyoyararışlılıkları yükselmektedir. Bu nedenle suların pH değerlerinin belirlenmesi, kirlilik için hassas bir gösterge olduğundan tavsiye edilmektedir (Saalidong ve ark., 2022). Yeraltı ve yüzey sularının içme suyu veya sulama suyu olarak kullanımlarının değerlendirilmesinde kullanılan bir diğer önemli parametre is elektriksel iletkenlik

(EC)'dir. Suyun EC değeri, su içerisindeki yüklü parçacıkların konsantrasyonunun bir göstergesidir (Tutmez ve ark., 2006). ABD tuzluluk laboratuvarının değerlendirmesine göre, suyun EC değeri 0.10 ile 0.25 dS m⁻¹ arasında olduğunda düşük, 0.25 ile 0.75 dS m⁻¹ arasında orta ve 0.750 dS m⁻¹'nin üzerinde olduğunda ise yüksek tuzluluk riskine sahiptir (Richards, 1954). Dünyanın birçok bölgesinde olduğu gibi ülkemizde de su kirliliği oldukça önemli çevresel sorunların başında gelmektedir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Türkiye Çevre Sorunları ve Öncelikleri Değerlendirme Raporu'na göre Türkiye'de yerüstü su kaynaklarının % 54'ü ve yeraltı su kaynaklarının ise % 21'i kirli kategorisinde sınıflandırılmaktadır. 81 ilde yapılan su kirliliği araştırmalarına göre 27 ilimiz 1. derecede, 30'u 2.derece, 16'sı ise 3. derecede öncelikli sorun kategorisinde yer almaktadır. Su kirliliği bakımından Ankara ve İstanbul gibi büyük şehirler 1. öncelikle sorunlu şehirler kategorisinde yer alırken Hakkâri ili zengin bir su kaynağına ve düşük nüfus varlığına sahip olmasına rağmen 2. öncelikli sorunlu şehirler arasında yer almaktadır (Anonim, 2023). Yüksekova ilçesi doğal kaynak suları ve tarım arazileri bakımından Hakkâri ilinin en önemli ilçesi konumundadır. Bu nedenle bu çalışmada önemli tarım arazilerine sahip Yüksekova havzasında yeraltı ve yer üstü su kaynaklarında kirlilik durumunun belirlenmesi ve nedenlerinin ortaya konulup çözüm önerilerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Çalışma alanı

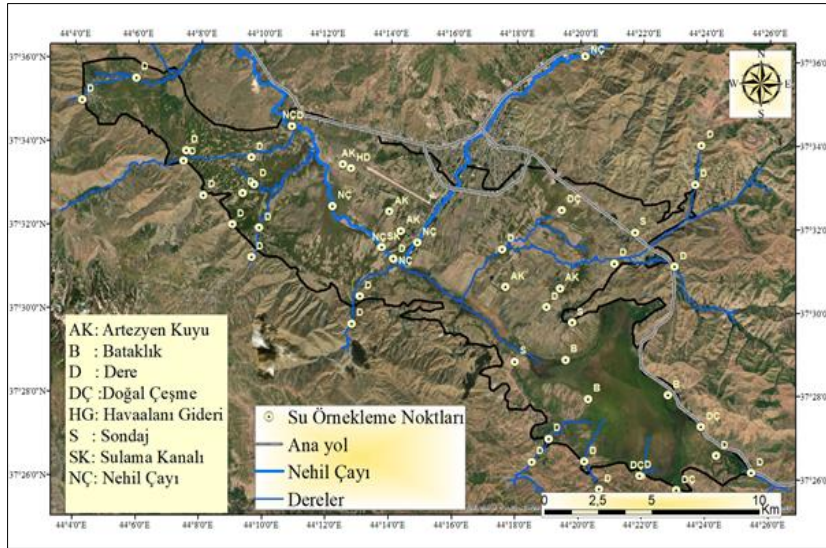
Yüksekova Ovasının yer aldığı çalışma alanının etrafı yüksek dağlarla çevrili olup, tipik bir çöküntü ovası görünümündedir. Çalışma alanı, 37°.26' K - 37°.36' K enlemleri ile 44°.4' D - 44°.26' D boylamları arasında yer almaktadır. Alanın batısında Cilo dağı, kuzeyde Mor dağı doğusunda İran sınır dağları ve güneyinde ise Cilo

dağlarının uzantısı olan Sipiriz sıra dağları bulunmaktadır (Şekil 1). Yüksekova ovasında etraftaki yüksek dağlardan ovaya inen ve taşıdığı materyali ovada depolayan Nehil çayının yanı sıra birçok yan dere bulunmaktadır. Birçok bölgesinde sulak alanların yer aldığı ovada, tarımsal üretimin yapıldığı lokasyonlarda yaz aylarında sulama, çoğunlukla sondaj kuyularından suyun çekilmesi ile yapılmaktadır. Ovada yer yer küçükbaş ve büyükbaş hayvanların su ihtiyacını karşılamada kullanılan artezyen kuyuları da bulunmaktadır.

2.2.Su örneklemeleri

Yüksekova ovasında sulardaki besin yükünü belirlemek için yapılan su örneklemeleri öncesi su kaynakları çalışma alanının etrafındaki yüksek dağlardan ovaya giriş yapan Dere, Nehil çayı, Artezyen Kuyusu, Doğal Çeşme, Bataklık,

Sondaj, Sulama Kanalı ve Havaalanı Gideri olmak üzere 8 ayrı gruba ayrılmıştır. Çalışma alanında bulunan çay, dere, artezyen kuyu, doğal çeşme ve sondaj kuyularından olmak üzere 51 noktadan 2020 ve 2021 yıllarında her yıl 2 ayrı dönemde olmak su örnekleri alınmıştır (Şekil 1). Alınan su örnekleri soğuk zincir ortamında korunmuş ve analiz edilmek üzere Siirt Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezine ulaştırılmıştır. Çalışma alanında insan etkisinin besin yüküne katkısının ortaya konması için, örneklemeler şehir/köy merkezini ve yakınından geçen yüzey sularında ve suyun ilçe ve köylere giriş ile çıkış yaptığı noktalardan ayrı ayrı yapılmıştır. Tarımsal üretimin yoğun yapıldığı alanlarda, hayvan barınaklarının dere/çay yataklarına yakın olduğu noktalarda da su örnekleri alınmıştır.



Şekil 1. Su örnekleme deseni

2.3.Su analiz yöntemleri

Suların asitlik bazlılığının bir göstergesi olan pH değerleri bir dijital pH metre cihazı ile belirlenmiştir. (Jansen, 1993). Suların tuzluluk düzeylerinin göstergesi olan elektriksel iletkenlik (EC) değerleri de bir dijital EC metre cihazı ile belirlenmiştir (Jansen, 1993). Su örneklerinin fosfat ve nitrat içerikleri, Siirt Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma

Merkezi'nde bulunan İyon Kromatografisi cihazı ile belirlenmiştir (Cochrane ve Hillman, 1982).

3.Bulgular ve Tartışma

Çalışma alanında iki yıl içinde 6 ayrı dönemde alınan su örneklerine ait analiz sonuçları iki ayrı başlık altında sunulmuş ve sonuçlar tartışılmıştır.

3.1.Su örneklerinin pH ve EC değerlerindeki değişim

Diğer su kalitesi parametrelerinin davranışını kontrol eden en önemli fizikokimyasal parametrelerden biri olan pH, aynı zamanda sucul ortamlardaki kimyasal süreçleri, asit-baz reaksiyonlarını, çözünürlük reaksiyonlarını, oksidasyon-indirgeme reaksiyonlarını ve kompleksleşmeler gibi tüm süreçleri de etkilemektedir (Weiner, 2008). Çalışma alanında 51 farklı noktadan ve 4 ayrı dönemde alınan su örneklerinin pH ve EC içeriklerine ait veriler Tablo 1’de verilmiştir. Tüm su örneklerinde pH değeri 6.39 (Mayıs 2020 Dere) ile 8.57 (2021 Eylül Havaalanı gideri) arasında değişmektedir. Su örneklerindeki pH değişimi mevsime bağlı olarak incelendiğinde, 2020 ve 2021 yılında son baharda elde edilen pH değerlerinin ilkbahar aylarına göre genel olarak daha yüksek olduğu görülmektedir. Bunun temel nedeni son baharda su debisinin azalması ile alkali özellikteki iyon konsantrasyonunun artması olabilir. Çalışma alanı Hakkâri ili için önemli bir tarım potansiyeline sahip olup sulama imkânları bu su kaynaklarından sağlanmaktadır. Bu nedenle sulama suyu olarak kullanılan bu sulardaki pH değişimi tarımsal üretim açısından da önemlidir. Bauder ve ark. (2011), sulama suları için optimal pH aralığının 6.5 ile 8.4 arasında olması gerektiğini bildirmiştir. Alanda su örneklerinde pH değerleri her ne kadar sınır değerlerin bir miktar üzerine çıksa da sorun oluşturacak bir düzeyde olmadığı anlaşılmaktadır. Ancak pH değerinin en yüksek olduğu noktanın Havaalanı gideri olması insan etkisinden kaynaklanan bir su kirliliğini işaret etmektedir. Havaalanı giderinin gelişi güzel tarım arazilerine bırakılması illerde önemli sorunlara yol açacaktır. Zira özellikle pH değerinin 8.5’un üzerine çıkması alkalilik olarak bilinen yüksek karbonat (CO_3^{2-}) ve bikarbonat (HCO_3^-) konsantrasyonları ile ilişkilidir (Bauder ve ark., 2011). Yüksek

karbonatlar, kalsiyum ve magnezyum iyonlarının çözünmeyen mineraller oluşturmaya neden olarak sodyumu çözeltide baskın iyon olarak bırakırlar ve sodik toprakların oluşumuna neden olabilirler.

Tarımsal üretimde kullanılan sulama suyunun pH’sı, topraktaki mikroorganizma popülasyonunun çeşidi ve miktarını etkileyebilir, bitki kök sistemine zarar verebilir ve toprağın katı fazından toprak çözeltisine ya da tersi yönde katyonların değişim sürecini tehlikeye atabilir (Paterniani ve Pinto, 2001; de Almeida, 2010). Çalışma alanının denizden yükseliği en düşük olan bölgesinde, etraftan taşınan marjinal sular ile beslenen bataklık (Sulak alan) alanlar yer almaktadır. Bu alanlarda pH değerlerinin değişimi, su kirliliğine insan etkisinin ortaya konulması açısından önemlidir. Marjinal sular, doğrudan akiferlerden ya da yeraltı veya yüzey sularının kullanımının ardından açığa çıkan atık kaynaklarından elde edilebilir (Bennett ve Warren, 2015). Bu tür sular, yüksek tuzluluk, çok düşük veya çok yüksek pH, yüksek sodiklik gibi çeşitli nedenlerle kalite açısından marjinal olabilir (Kinnon ve ark., 2010; Taulis ve Milke, 2013; Bennett ve ark., 2016). Tüm bu nedenlerle, marjinal kalitede suların kullanımına bağlı olarak topraklarda yapısal bozulmalar ve geçirgenlik potansiyellerinde azalmalar meydana gelebilir (Bennet ve ark., 2019). Sulak alandan alınan su örneklerinde pH değerleri 7.06-8.21 arasında değişmektedir. Bu alanlarda pH değerlerinin optimum aralıkta olması, tarım arazileri için suyun kullanımının tehlikeli olmadığını göstermektedir. Yüksekova ovasında tarım arazilerinde kimyasal gübrelemenin neredeyse hiç yapılmaması tarım arazilerinde oluşan atık sulara pH değerlerinin normal aralıkta olmasını sağlamıştır.

Sularda tuzluluk düzeyinin göstergesi olarak kabul edilen EC değerleri, çalışma

alanında 0.12 dS m^{-1} (Mayıs 2021- Dere) ile 0.76 dS m^{-1} (Mayıs 2020-Batakılık) arasında değişmektedir (Tablo 1). Bauder ve ark. (2011), sulama suyunun tuzluluğunu, EC değerine göre $\leq 0.75 \text{ dS m}^{-1}$ olduğunda tehlikesiz, 0.76 ile 1.5 dS m^{-1} arasında olduğunda az tehlikeli, 1.51 ile 3.00 dS m^{-1} arasında olduğunda orta tehlikeli ve $\geq 3.00 \text{ dS m}^{-1}$ olduğunda ise çok tehlikeli olarak 4 gruba ayırmışlardır. Bu sınıflara göre Yüksekova ovasındaki tüm su kaynakları tarımsal sulama suyu kalitesi bakımından tehlikesiz sular sınıfında yer almaktadır. Ancak Batakılık alanlardan 2020 Mayıs döneminde alınan su örneklerinin EC değerleri (0.76 dS m^{-1}) az tehlikeli olarak sınıflandırılmıştır.

EC değerine bağlı olarak sulama suyunda fazla bulunan sodyum, toprakta kil minerallerinin dispersiyona uğramasına ve kil mineralleri arasındaki tabakaların şişmesine neden olup fiziksel toprak özelliklerinin bozulmasına yol açabilmektedir (Ezlit ve ark., 2013). Çalışma alanında örneklenen suların EC değerleri, çalışma alanı toprakları için yakın zamanda sulama suyundan kaynaklanacak bir fiziksel bozulmanın söz konusu olmayacağına işaret etmektedir. Ancak sulardaki tuzluluk durumunun takibi, ileride oluşabilecek sorunların erken teşhisi açısından önemli olacaktır.

Tablo 1. Çalışma alanından alınan su örneklerine ait pH ve EC değerleri

		pH				EC dS m^{-1}			
		2020 Mayıs	2020 Eylül	2021 Mayıs	2021 Eylül	2020 Mayıs	2020 Eylül	2021 Mayıs	2021 Eylül
Dere (n=28)	Ortalama	6.88	7.61	7.49	8.11	0.29	0.30	0.20	0.34
	En Küçük	6.39	7.46	7.26	7.11	0.16	0.19	0.12	0.21
	En Büyük	7.43	7.86	7.83	8.52	0.47	0.45	0.39	0.55
Nehil Çayı (n=6)	Ortalama	6.89	7.51	7.42	7.69	0.43	0.45	0.26	0.52
	En Küçük	6.46	7.36	7.19	7.34	0.34	0.37	0.23	0.31
	En Büyük	7.30	7.63	7.90	8.37	0.51	0.52	0.29	0.64
Artezyen Kuyu (n=5)	Ortalama	6.95	7.53	7.40	7.52	0.40	0.43	0.34	0.43
	En Küçük	6.81	7.48	7.24	7.07	0.36	0.37	0.31	0.38
	En Büyük	7.14	7.61	7.79	7.78	0.43	0.51	0.36	0.47
Doğal Çeşme (n=4)	Ortalama	7.01	7.65	7.48	7.60	0.41	0.42	0.25	0.39
	En Küçük	6.91	7.35	7.31	7.09	0.33	0.35	0.20	0.33
	En Büyük	7.22	7.78	7.61	8.13	0.54	0.48	0.29	0.51
Batakılık (n=3)	Ortalama	7.13	7.46	7.37	8.21	0.52	0.39	0.44	0.57
	En Küçük	7.06	7.34	7.28	8.21	0.35	0.12	0.28	0.57
	En Büyük	7.22	7.58	7.47	8.21	0.76	0.62	0.67	0.57
Sondaj (n=3)	Ortalama	7.12	7.53	7.33	7.39	0.45	0.47	0.38	0.49
	En Küçük	6.95	7.51	7.25	7.02	0.30	0.44	0.32	0.41
	En Büyük	7.36	7.55	7.44	7.68	0.61	0.51	0.46	0.58
Sulama Kanalı (n=1)		6.75	7.46	7.16	8.08	0.43	0.47	0.33	0.41
Havaalanı Gideri (n=1)		7.41	7.52	7.36	8.57	0.27	0.37	0.36	0.39

3.2.Su örneklerinin nitrat ve fosfat içeriklerindeki değişim

Tarım arazilerinin sulanması, yeraltı suyu, nehirler gibi yüzey suları ve arıtılmış atık sular olmak üzere üç farklı kaynaktan temin edilen sular ile yapılmaktadır (Mandal ve ark., 2019; Ahmadi-Jouibari ve ark., 2021). Tarımsal üretimde, toprakta eksik olan besin elementlerinin

tamamlanması amacı ile kullanılan mineral ve organik gübreler, tarımsal üretimin sürdürülebilir bir şekilde yapılabilmesi için gereklidir. Bununla birlikte gereğinden fazla uygulanan bu gübrelerden dolayı yüzey ve yüzey altı sularının kimyasal içeriğinde değişimler meydana gelebilmektedir (Bergström ve Brink, 1986; Sebilo ve ark., 2013). Bugün dünyanın çoğu

yerinde, arıtılmış atık suların ve nehirlerin sulama için kullanılması, tarımda yeraltı sularının aşırı kullanımının önlenmesi açısından kritik öneme sahiptir (Lavrnic ve ark., 2017). Fakat, bazı ülkelerde kanalizasyon ve nehir sularının sulama amaçlı kullanımı kontrolsüz bir şekilde yürütülmektedir. Bu durum, birçok zararlı kirleticinin toprağa karışmasına, yüzey sularına taşınmasına, yer altı sularını kirlletmesine ve hatta bazı durumlarda sulama yapılan ürünlerde birikmesine neden olmaktadır. Yüzey ve yüzey altı sularında rastlanan en önemli kirleticilerin başında nitrat gelmektedir (Manas ve ark., 2009; Minhas ve Yadav, 2015; Ahmadi-Jouibari ve ark., 2021).

Çalışma alanında su örneklerinin nitrat (NO_3^-) ve fosfat (PO_4^{3-}) içeriklerine ait değerler Tablo 2’de verilmiştir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) standardına göre yüzey sularında izin verilen NO_3^- ve PO_4^{3-} eşik değerleri sırasıyla 50 mg kg^{-1} ve 5 mg kg^{-1} ’dir (WHO, 2004). Yerüstü sularında 15 mg kg^{-1} ’in, yeraltı sularında ise 37 mg kg^{-1} ’in üzerindeki sular ise kirlenme tehdidi altındaki sular olarak değerlendirilmekte ve NO_3^- kirliliğine hassas olarak nitelendirilmektedir. Yüzey sularında nitrat ve fosfat iyonlarının konsantrasyonları fazla olduğunda, su bitkilerinin aşırı büyümesine neden olan alg patlamalarına neden olur. Bu durum, suyun içinde çözünmüş oksijenin yüksek tüketimine yol açar. Sudaki çözünmüş oksijen önemli miktarda azalır ve nihayetinde sucul bitkilerin ve hayvanların ölümüne yol açar. Ölen bitkiler ve hayvanlar, su kalitesinin kötüleşmesine neden olan çürümeler oluşturur. Zira bu sürece ötrofikasyon adı verilir (Moshoeshe ve Obuseng, 2018). Dünya Sağlık Örgütü’nün standartlarına göre Yüksekova havzasında yer üstü sularının bazıları NO_3^- ile kirlenme riski altındadır. Ova içerisinde yer alan Kadıköy Deresinden alınan su örneğinin NO_3^- konsantrasyonu (12.71 mg kg^{-1}), eşik değer olan 15 mg kg^{-1} ’in hemen altındadır. Yüksek NO_3^-

konsantrasyonunun, köy içerisinde geçen dereye karışan hayvansal ve evsel atıkları ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Bu alanda hayvan barınaklarının dere yataklarına yakın yerlere kurulması ve toprağın oldukça geçirgen olması, hayvan barınaklarından sızan başta idrar olmak üzere sıvı atıkların dere yatağındaki suya karışmasına neden olmaktadır. Aynı dönem içerisinde (2021 Eylül) Artezyen kuyularından alınan örneklerde de NO_3^- içeriğinin 10.5 mg kg^{-1} seviyelerine kadar yükseldiği görülmektedir. Yer altı sularındaki nitrat içeriğinin göstergesi olarak kabul edilen sondaj kuyularından alınan örneklerin NO_3^- içeriği de ovanın su kaynaklarının içme suyu olarak kullanımının riskli olabileceğini göstermektedir. 2021 yılı mayıs ve eylül aylarında alınan su örneklerinde NO_3^- içerikleri sırasıyla 36.42 ve 36.10 mg kg^{-1} olarak tespit edilmiştir (Tablo 2). Bu örnekleme noktası hayvan barınağı bulunan bir bahçede yer alan sondaj kuyusuna aittir. Küçükbaş hayvan ağılının kurulduğu arazinin geçirgen bir toprak profiline sahip olmasının, sıvı dışkının sondaj suyuna karışmasına neden olduğu düşünülmektedir. Kupiec ve ark. (2022), kırsal bölgelerde çevreye yönelik en ciddi tehditlerden birinin yüzey ve yüzey altı sularında önemli miktarda kimyasal ve biyolojik kirliliğe neden olan hayvancılık üretimi olduğunu bildirmektedir. Benzer sonuçlar Strokal ve ark. (2016) tarafından da rapor edilmiştir. Araştırmacılar, Çin’de, Huang, Changjiang, Zhujiang Huai, Hai ve Liao nehirlerinde yaptıkları çalışmada hayvan barınaklarından nehirlere ulaşan sıvı ve katı atıkların önemli oranda NO_3^- kirliliğine neden olduğunu bildirmiştir. Araştırmacılar 1970’ten 2000 yılına kadar bölgede hayvan sayısının yaklaşık 2 kat artmasına rağmen nehirlerdeki NO_3^- ve fosfat kirliliğinin 2-45 kat arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir. Ayrıca doğrudan gübre deşarjının Çin’deki kuzey nehirlerindeki besin maddelerinin üçte

ikisinden fazlasını, orta ve güney nehirlerindeki besin maddelerinin ise % 20-95'ini oluşturduğu rapor edilmiştir. Ryu ve ark. (2018) ise Kore'de bulunan Cheongmi Nehrinde azot kirliliğine neden olan faktörlerin belirlenmesi için yürüttükleri çalışmada dönemsel olarak Mayıs ve Ağustos aylarında örneklemelerin yapıldığı ve özellikle de Mayıs ayında Cheongmi Nehri'ndeki baskın azot kaynağının hayvan dışkıları olduğunu bildirmişlerdir.

Yüksekova havzasında sudaki NO_3^- içeriğinin bu denli yüksek olması yer yer yeraltı suyunun NO_3^- içeriği bakımından tehlike sınırı olan 37 mg kg^{-1} değerine çok yaklaştığını ortaya koymaktadır. Bauder ve ark. (2011), sulama sularında NO_3^- içeriğinin 10 mg kg^{-1} üzerine çıkması durumunda, bu suların gübre hesaplamasına dâhil edilmesi gerektiğini ifade etmektedir. Bu sular ile tarımsal sulama yapan çiftçilerin gübre programlamasına dikkat etmeleri gerektiği ve uygun zamanda gübreleme yapmaları gerektiğini rapor etmiştir. Kimyasal gübrelerin çok az kullanıldığı çalışma alanında, kimyasal gübre kullanımının artması, bölgedeki yüzey ve yüzey altı sularında NO_3^- kirliliğinin ciddi seviyelere ulaşmasına neden olabilecektir. Bu durumda, üreticilerin gübre kullanımında, özellikle azotun yıkanma ile

yüzey ve yüzey altı sularına karışmasını da önleyecek şekilde tedbir almaları gerekecektir. Ayrıca, günümüzde var olan kirliliğin ortadan kaldırılması için hayvan barınaklarının yer seçiminde dere yataklarından uzak olan lokasyonların tercih edilmesi önemlidir. Sulama veya içme amaçlı açılacak sondaj kuyularının yerlerinin doğru seçimine de dikkat edilmesi gerekmektedir. Zira, daha önceki dönemlerde yüksek boyutlara çıkmayan NO_3^- içerikleri dere, artezyen kuyusu ve sondaj noktalarından alınan örneklerde yükselme eğilimi göstermişlerdir. Yüksek NO_3^- konsantrasyonu, dolaylı olarak insan yaşamını tehdit edebilmektedir. Sulardaki yüksek NO_3^- özellikle yetişkinlerde ağızda ve midede kolayca nitrite indirgenebilir ve bağırsaktaki nitrit daha sonra sekonder aminlerle reaksiyona girerek kanserojen N-nitrozaminler oluşturabilir (Mitchell, 1989). Ayrıca, nitritin kandaki hemoglobine yüksek afinitesi nedeniyle, mavi bebek sendromu olarak da bilinen ve çocuklarda toksisite potansiyeli yüksek olan methemoglobinemi oluşturmak için kuvvetli bir şekilde birleşebilir (Knobeloch ve ark., 2000; Ward ve ark., 2018; Hickey ve ark., 2021). Bu nedenle havzada sularda NO_3^- kirliliğinin düzenli bir şekilde takip edilmesi gerekmektedir.

Tablo 2. Çalışma alanından alınan su örneklerine ait NO_3^- ve PO_4^{3-} konsantrasyonları

		NO_3^- (mg kg^{-1})				PO_4^{3-} (mg kg^{-1})			
		2020 Mayıs	2020 Eylül	2021 Mayıs	2021 Eylül	2020 Mayıs	2020 Eylül	2021 Mayıs	2021 Eylül
Dere (n:28)	Ortalama	3.45	4.73	3.74	4.44	0.03	0.03	***	***
	En Küçük	0.12	0.92	0.91	0.00	0.00	0.00	***	***
	En Büyük	8.97	9.59	11.67	12.71	0.19	0.09	***	***
Nehil Çayı (n:6)	Ortalama	2.08	1.52	1.74	1.19	0.44	0.13	1.91	1.91
	En Küçük	1.03	0.10	0.44	0.02	0.00	0.03	1.83	1.83
	En Büyük	3.94	3.56	2.56	1.84	1.34	0.31	1.99	1.99
Artezyen Kuyu (n:5)	Ortalama	3.25	4.26	2.76	4.44	0.04	0.03	0.15	0.15
	En Küçük	1.27	1.20	1.04	1.97	0.00	0.01	0.14	0.14
	En Büyük	7.95	8.16	7.62	10.50	0.05	0.05	0.16	0.16
Doğal Çeşme (n:4)	Ortalama	4.12	4.37	3.96	2.10	0.09	0.04	***	***
	En Küçük	2.33	0.47	0.66	0.21	0.00	0.01	***	***
	En Büyük	7.72	11.18	9.32	3.05	0.30	0.06	***	***
Bataklık (n:3)	Ortalama	0.63	0.15	0.06	0.11	0.05	0.03	***	***
	En Küçük	0.08	0.12	0.02	0.11	0.03	0.03	***	***
	En Büyük	1.64	0.18	0.12	0.11	0.06	0.03	***	***
Sondaj (n:3)	Ortalama	1.57	4.11	16.70	16.08	0.01	0.01	***	***
	En Küçük	0.17	0.18	2.18	1.22	0.00	0.01	***	***
	En Büyük	2.96	11.03	36.42	36.10	0.02	0.01	***	***
Sulama Kanalı (n:1)		0.15	0.09	0.05	***	0.78	0.12	***	***
Havaalanı Gideri (n:1)		0.15	0.09	0.05	***	0.56	0.10	***	***

***: Tespit edilemedi. n: örnek sayısı

Yüzey sularındaki yüksek NO_3^- ve PO_4^{3-} iyonlarının konsantrasyonu, ötrofikasyon ve hipoksik sorunlarına neden olabileceğinden büyük bir endişe kaynağıdır. Tarım arazilerinde gübreleme yapılan alanlarda biriken fosfor, yüzey akış esnasında toprak parçacıklarına bağlı bir şekilde hareket ederek yüzey sularına ulaşmaktadır. Özellikle salma sulama şeklinde yapılan sulama faaliyeti ile araziden önemli miktarda fosforun taşındığı belirtilmektedir (Anonim, 2023c). Suda PO_4^{3-} varlığı, suda antropojenik bir kirlilik kaynağının bir göstergesi olabilir (Okoffo, 2016). Bununla birlikte, PO_4^{3-} suda doğal olarak ve bazen düşük biyolojik üretkenlik sırasında da yüksek miktarlarda oluşabilmektedir (Gyamfi ve ark., 2012). Havzada toplanan su örneklerinin PO_4^{3-} içeriklerine ait değerler Tablo 2’de verilmiştir. Tüm su örneklerinin PO_4^{3-} içeriklerinin Dünya Sağlık Örgütü’nün

standardı olan 5 ppm PO_4^{3-} seviyesinden düşük olduğu görülmektedir.

Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (USEPA), tarımsal alanlarda kullanılan suların ötrofikasyona neden olmaması için bazı tavsiyelerde bulunmuşlardır. Bunlar; (i) bir göle ya da sulama kanalına boşalan nehirde toplam PO_4^{3-} konsantrasyonu ≤ 0.05 mg kg^{-1} , (ii) doğrudan göllere ya da sulama kanalına dökülmeyen nehirlerde toplam fosfat konsantrasyonu ≤ 0.1 mg kg^{-1} ve (iii) sulama kanalı için toplam fosfat konsantrasyonu ≤ 0.025 mg kg^{-1} seviyelerinde olması gerektiği yönündedir (Fadiran ve ark., 2008). Elde edilen veriler, çalışma alanında yer alan Nehil Çayının özellikle son bahar örneklemelerinde yüksek miktarda ötrofikasyon oluşturma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Nehil deresinden 2020 ve 2021 sonbahar örneklemelerinde PO_4^{3-} konsantrasyonu sırasıyla 1.34 ve 1.99

mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir (Tablo 2). Nehil çayının PO₄⁻³ içeriğinin yüksek olmasının en önemli nedeninin 2021 yılına kadar şehir atıklarının gelişigüzel bir şekilde Nehil çayına bırakılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim 2020 Mayıs ve 2021 Mayıs ve Eylül aylarında Nehil çayının ilçe merkezine girmeden önceki noktadan alınan su örneklerinde PO₄⁻³ tespit edilmezken ilçe merkezinin çıkışındaki son noktada PO₄⁻³ konsantrasyonu sırası ile 0.14, 0.34 ve 1.99 mg kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Birçok köy merkezinde geçen derelerde de hem NO₃⁻ hem de PO₄⁻³ bakımından benzer durumlar tespit edilmiştir. Bu durum yerleşim yerlerinde evsel atıkların gelişigüzel su kaynaklarına salıverildiğini ortaya koymaktadır. Ancak 2021 yılında şehir merkezinin girişinden çıkışına kadar Nehil çayı restore edilmeye başlanmıştır. Restorasyon sonrasında günümüzde çaya dökülen şehir atıklarının, katı ve sıvı atık tesislerinde ayrıştırılması ve arıtılması planlanmaktadır. Bu durum, Nehil çayında düzensiz olarak katılan besin yükünün azalmasına ve nehir suyunun korunmasına yardımcı olacaktır.

Yüzey suları ve yeraltı suları hem doğal hem de antropojenik PO₄⁻³ kaynaklarından dolayı kirlenebilmektedir. Hem yüzey hem de yeraltı sularındaki doğal fosfor kaynakları arasında atmosferik çökme, kayaların ve minerallerin doğal ayrışması, çözünür inorganik malzemelerin ayrışması, çürüyen biyokütle, akış ve çökme yer alır. Antropojenik kaynaklar ise şunları içerir; gübreler, atık su ve septik sistem atıkları, hayvansal atıklar, deterjanlar, endüstriyel deşarjlar, fosfat madenciliği, içme suyu arıtma, orman yangınları ve sentetik malzemeler (Mueller ve ark., 1995; Fadiran ve ark., 2008). Nehil Çayı, Artezyen kuyusu ve sulama kanallarından alınan su örneklerine bakıldığında insan kaynaklı PO₄⁻³ taşınımlarının bazı dönemlerde artış gösterdiği görülmektedir. Bu artışın evsel kökenli atıklar ile hayvansal atıklardan

kaynaklandığı anlaşılmaktadır. Yüzey ve yer altı su kütlelerinde doğal olarak oluşan PO₄⁻³ seviyeleri insan sağlığına, hayvanlara veya çevreye zararlı değildir. Ancak, yüksek PO₄⁻³ seviyesine sahip sular sindirim sorunlarına neden olabilir (Murphy ve ark., 2015).

4.Sonuç

Yüksekova Havzasında iki yıl boyunca farklı dönemlerde çeşitli kaynaklardan toplanan su örneklerine ait pH ve EC değerlerinin tarım arazilerinde sorun oluşturacak boyutlarda olmadıkları tespit edilmiştir. Nitrat bakımından yerleşim yerlerinden geçen bazı derelerde ve hayvan barınaklarına yakın sondaj kuyularında besin yükünün arttığı gözlemlenmiştir. Özellikle de gübrelemenin neredeyse hiç yapılmadığı Yüksekova Ovasındaki tarım arazilerinde sulardaki nitrat kirliliğinin ana kaynağı, yerleşim yerleri atıkları ve özellikle de hayvan barınaklarının dere kenarlarında inşa edilmesinden dolayı sıvı/katı dışkıların derelere ulaşmasıdır. Bazı derelerde nitrat içeriğinin döneme bağlı olarak 12 mg kg⁻¹'a kadar yükseldiği tespit edilmiştir. Ayrıca, hayvan barınağı çevresinde yer alan sondaj kuyusundan alınan su örneklerinin nitrat içeriğinin 36 mg kg⁻¹'a kadar çıktığı tespit edilmiştir. Bu durum Dünya Sağlık Örgütü'nün belirlediği standartlara göre bazı yer üstü sulama sularının (eşik değer 15 mg kg⁻¹) ve bazı yer altı su kaynaklarının (tehlike sınırı 37 mg kg⁻¹) nitrat içeriği bakımından kirlenme tehdidi ile karşı karşıya olduğunu göstermektedir. Özellikle bu bölgelerde hayvan barınaklarından kaynaklanan sıvı/katı atıkların ve sıvı evsel atıkların su kaynaklarına ulaşmaması için gerekli önlemlerin alınması ve bu konuda bir farkındalık oluşturulması gerekmektedir. Fosfat içeriğinin zaman zaman evsel atıklardan dolayı bazı derelerde arttığı tespit edilmiştir. Dereler için bu artış, fazla risk oluşturmaya da özellikle Yüksekova ilçe merkezinden geçen Nehil Çayının sonbahar

örneklemelelerinde fosfat içeriğinin ötrofikasyon oluşturma potansiyeline sahip olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.

Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulunduklarını, makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Finansman

Bu çalışmada elde edilen veriler, TOOVAG 1190947 nolu TÜBİTAK projesi kapsamında elde edilmiştir. TÜBİTAK'a desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Ahmadi-Jouibari, T., Ahmadi Jouybari, H., Sharafi, K., Heydari, M., Fattahi, N., 2021. Assessment of potentially toxic elements in vegetables and soil samples irrigated with treated sewage and human health risk assessment. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 1-17.
- Anonim, 2023. Türkiye Çevre Sorunları ve Öncelikleri Değerlendirme Raporu (<https://ced.csb.gov.tr/turkiye-cevre-sorunlari-ve-oncelikleri-raporu-i-82679>), (Erişim Tarihi: 05.06.2023).
- Bauder, T.A., Waskom, R.M., Sutherland, P.L., Davis, J.G., Follett, R.H., Soltanpour, P.N., 2011. Irrigation water quality criteria. Service in action; no. 0.506.
- Bennett, J.M., Warren, B.R., 2015. Role of livestock effluent suspended particulate in sealing effluent ponds. *Journal Of Environmental Management*, 154: 102-109.
- Bennett, J.M., Marchuk, A., Marchuk, S., 2016. An alternative index to the exchangeable sodium percentage for an explanation of dispersion occurring in soils. *Soil Research*, 54(8): 949-957.
- Bennett, J.M., Marchuk, A., Marchuk, S., Raine, S.R., 2019. Towards predicting the soil-specific threshold electrolyte concentration of soil as a reduction in saturated hydraulic conductivity: The role of clay net negative charge. *Geoderma*, 337: 122-131.
- Briggs, D., 2003. Environmental pollution and the global burden of disease. *British Medical Bulletin*, 68(1): 1-24.
- Chaudhry, F.N., Malik, M.F., 2017. Factors affecting water pollution: a review. *Journal of Ecosystem & Ecography*, 7(1): 225-231.
- Cochrane, R.A., Hillman, D.E., 1982. Analysis of anions by ion chromatography using ultraviolet detection. *Journal Of Chromatography*, 241: 392.
- Davis, A.P., Shokouhian, M., Sharma, H., Minami, C., 2006. Water quality improvement through bioretention media: Nitrogen and phosphorus removal. *Water Environment Research*, 78(3): 284-293.
- de Almeida, O.A., 2010. Qualidade da água de irrigação. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura.
- Dorak, S., Aşık, B.B., Özsoy, G., 2019. Tarımda su kalitesi ve su kirliliğinin önemi: Bursa Nilüfer çayı örneği. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(1): 155-166.
- Ezlit, Y.D., Bennett, J.M., Raine, S.R., Smith, R.J., 2013. Modification of the McNeal clay swelling model improves prediction of saturated hydraulic conductivity as a function of applied water quality. *Soil Science Society of America Journal*, 77(6): 2149-2156.

- Fadiran, A.O., Dlamini, S.C., Mavuso, A., 2008. A comparative study of the phosphate levels in some surface and ground water bodies of Swaziland. *Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia*, 22(2).
- Gyamfi, E.T., Ackah, M., Anim, A.K., Hanson, J.K., Kpattah, L., Enti-Brown, S., Adjei-Kyereme, Y., Nyarko, E.S., 2012. Chemical analysis of potable water samples from selected suburbs of Accra, Ghana. *Proceedings Of The International Academy Of Ecology And Environmental Sciences*, 2(2): 118.
- Haseena, M., Malik, M.F., Javed, A., Arshad, S., Asif, N., Zulfiqar, S., Hanif, J., 2017. Water pollution and human health. *Environmental Risk Assessment and Remediation*, 1(3).
- Hickey, T.B., MacNeil, J.A., Hansmeyer, C., Pickup, M.J., 2021. Fatal methemoglobinemia: a case series highlighting a new trend in intentional sodium nitrite or sodium nitrate ingestion as a method of suicide. *Forensic Science International*, 326: 110907.
- Howarth, R., Choi, E., 2005. Nutrient Management. Ecosystems and Human Well-Being: Policy Responses: Findings of the Responses Working Group, 3, 295.
- Hubbard, R.K., Newton, G.L., Hill, G.M., 2004. Water quality and the grazing animal. *Journal of Animal Science*, 82(suppl_13): E255-E263.
- Jansen, H.H., 1993. Soluble salts in soil sampling and methods of analysis. Carter M.R. (ed) Canadian Society of Soil Science, CRC Pres Inc. Boca Raton, Florida. USA.
- Kinnon, E.C.P., Golding, S.D., Boreham, C. J., Baublys, K.A., Esterle, J.S., 2010. Stable isotope and water quality analysis of coal bed methane production waters and gases from the Bowen Basin, Australia. *International Journal of Coal Geology*, 82(3-4): 219-231.
- Knobeloch, L., Salna, B., Hogan, A., Postle, J., Anderson, H., 2000. Blue babies and nitrate-contaminated well water. *Environmental Health Perspectives*, 108(7): 675-678.
- Kupiec, J.M., Staniszewski, R., Kayzer, D., 2022. Assessment of Water Quality Indicators in the Orla River Nitrate Vulnerable Zone in the Context of New Threats in Poland. *Water*, 14(15): 2287.
- Lavrić, S., Zapater-Pereyra, M., Mancini, M.L., 2017. Water scarcity and wastewater reuse standards in Southern Europe: focus on agriculture. *Water, Air, & Soil Pollution*, 228: 1-12.
- Li, F., Cheng, S., Yu, H., Yang, D., 2016. Waste from livestock and poultry breeding and its potential assessment of biogas energy in rural China. *Journal Of Cleaner Production*, 126: 451-460.
- Liu, C., Kroeze, C., Hoekstra, A.Y., Gerbens-Leenes, W., 2012. Past and future trends in grey water footprints of anthropogenic nitrogen and phosphorus inputs to major world rivers. *Ecological Indicators*, 18: 42-49.
- Manas, P., Castro, E., de Las Heras, J., 2009. Irrigation with treated wastewater: effects on soil, lettuce (*Lactuca sativa* L.) crop and dynamics of microorganisms. *Journal of Environmental Science and Health Part A*, 44(12): 1261-1273.
- Mandal, S.K., Dutta, S.K., Pramanik, S., Kole, R.K., 2019. Assessment of river water quality for agricultural irrigation. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 16: 451-462.

- Minhas, P.S., Yadav, R.K., 2015. Long-term impact of wastewater irrigation and nutrient rates II. Nutrient balance, nitrate leaching and soil properties under peri-urban cropping systems. *Agricultural Water Management*, 156: 110-117.
- Moshoeshe, M.N., Obuseng, V., 2018. Simultaneous determination of nitrate, nitrite and phosphate in environmental samples by high performance liquid chromatography with UV detection. *South African Journal of Chemistry*, 71: 79-85.
- Mueller, D.K., Hamilton, P.A., Helsel, D.R., Hitt, K.J., Ruddy, B.C., 1995. US Geological Survey Water Resources Investigations Report 95-4031. Denver, Colorado.
- Murphy, S.F., Writer, J.H., McCleskey, R.B., Martin, D.A., 2015. The role of precipitation type, intensity, and spatial distribution in source water quality after wildfire. *Environmental Research Letters*, 10(8): 084007.
- Paterniani, J.E.S., Pinto, J.M., 2001. Qualidade da água. In: Miranda, J.H., Pires, R.C.M. (Eds.), *Irrigação*. FUNEP/SBEA, Piracicaba, pp. 195–253.
- Richards, L.A., 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. No. 60. US Government Printing Office.
- Ryu, H.D., Kim, M.S., Chung, E.G., Baek, U. I., Kim, S.J., Kim, D.W., Kim, Y.S., Lee, J.K., 2018. Assessment and identification of nitrogen pollution sources in the Cheongmi River with intensive livestock farming areas, Korea. *Environmental Science and Pollution Research*, 25: 13499-13510.
- Saalidong, B.M., Aram, S.A., Otu, S., Lartey, P.O., 2022. Examining the dynamics of the relationship between water pH and other water quality parameters in ground and surface water systems. *Plos One*, 17(1): e0262117.
- Sasakova, N., Gregova, G., Takacova, D., Mojzisova, J., Papajova, I., Venglovsky, J., Szaboova, T., Kovacova, S., 2018. Pollution of surface and ground water by sources related to agricultural activities. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 2: 42.
- Stokal, M., Ma, L., Bai, Z., Luan, S., Kroeze, C., Oenema, O., Velthof, G., Zhang, F., 2016. Alarming nutrient pollution of Chinese rivers as a result of agricultural transitions. *Environmental Research Letters*, 11(2): 024014.
- Taulis, M., Milke, M., 2013. Chemical variability of groundwater samples collected from a coal seam gas exploration well, Maramarua, New Zealand. *Water Research*, 47(3): 1021-1034.
- Tutmez, B., Hatipoglu, Z., Kaymak, U., 2006. Modelling electrical conductivity of groundwater using an adaptive neuro-fuzzy inference system. *Computers & Geosciences*, 32(4): 421-433.
- Yu, C., Huang, X., Chen, H., Godfray, H.C. J., Wright, J.S., Hall, J.W., Gong, P., Ni, S.Q., Qiao, S.C., Huang, G., Xiao, Y.C., Zhang, J., Feng, Z., Ju, X.T., Ciais, P., Stenseth, N.C., Hessen, D.O., Sun, Z.L., Yu, L., Cai, W.J., Fu, H.H., Huang, X.M., Zhang, C., Liu, H.B., Taylor, J. 2019. Managing nitrogen to restore water quality in China. *Nature*, 567(7749): 516-520.
- Ward, M.H., Jones, R.R., Brender, J.D., De Kok, T.M., Weyer, P.J., Nolan, B.T., Villanueva, C.M., Van Breda, S.G., 2018. Drinking water nitrate and human health: an updated review. *International Journal Of Environmental Research And Public Health*, 15(7): 1557.
- Weiner, E.R., 2008. Applications of environmental aquatic chemistry: a practical guide. CRC press.

- Woli, K.P., Nagumo, T., Kuramochi, K., Hatano, R., 2004. Evaluating river water quality through land use analysis and N budget approaches in livestock farming areas. *Science of the Total Environment*, 329(1-3): 61-74

Atıf Şekli

Budak, M., Günal, H., Sırrı, M., Acir, N., 2023. Yüksekova Havzasında Yüzey ve Yüzeyaltı Su Kaynaklarının Karakterizasyonu. *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi*, 7(4): 784-797.

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10208340>.

To Cite

Budak, M., Günal, H., Sırrı, M., Acir, N., 2023. Characterization of Surface and Groundwater Resources in Yüksekova Basin. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 7(4): 784-797.

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10208340>.



Mısır Bitkisinin İkinci Ürün ve Silajlık Olarak Yetiştirilmesinde Kullanılan Arıtma Çamurunun Topraktaki Makro Besin Elementleri Üzerine Etkisi

Erhan GEZER^{1*}, Fatih KONUKCU¹, Aydın ADİLOĞLU², Ali Rıza DİNÇER³

¹Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ

²Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Tekirdağ

³Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Çorlu Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ

*Sorumlu Yazar (Corresponding author): egezer@nku.edu.tr

Özet

Bu araştırma, artan dozlarda uygulanan arıtma çamurlarının (2, 4, 8 ton da⁻¹) düşük organik madde içeriğine sahip ve erozyon probleminin yoğun bir şekilde yaşandığı Trakya Bölgesi topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Deneme arazisi toprakları üzerine uygulanan arıtma çamuru, toprakların organik madde, toplam azot, yarıyışlı fosfor, değişebilir potasyum içeriklerinde artışlar meydana getirmiş ve bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Atıksu arıtma çamuru uygulaması toprakların değişebilir magnezyum içeriğinde azalmaya neden olmuştur. Toprakların değişebilir kalsiyum içeriğinde ise herhangi bir değişim söz konusu olmamıştır. Araştırma sonuçlarına göre organik madde içeriği yüksek, Toprak Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne uygun ve tarımda kullanılmasında bir sakınca bulunmayan arıtma çamurlarının, organik madde içeriği yetersiz durumda olan Trakya Bölgesi topraklarına uygulanması tarımda sürdürülebilirliğin ve verimliliğin artırılması için büyük önem taşımaktadır.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi :11.07.2023
Kabul Tarihi :24.08.2023

Anahtar Kelimeler

Arıtma çamuru
organik madde
makro besin elementleri
toprak

The Effect of Sewage Sludge Used in the Cultivation of Corn Plants as Second Crop and Silage on the Macro Nutrient Elements in the Soil

Abstract

This research was carried out to determine the effects of sewage sludge applied in increasing doses (2, 4, 8 tons da⁻¹) on the physical and chemical properties of the soils of the Thrace Region, which has low organic matter content and where erosion problems are intense. The sewage sludge applied to the soil of the experiment field increased the organic matter, total nitrogen, available phosphorus and exchangeable potassium contents of the soil and this increase was found to be statistically significant ($p < 0.01$). Wastewater treatment sludge application caused a decrease in the exchangeable magnesium content of soils. There was no change in the exchangeable calcium content of the soil. According to the research results, the application of sewage sludge, which has a high organic matter content, complies with the Soil Pollution Control Regulation and has no harm in using it in agriculture, to the soils of the Thrace Region with insufficient organic matter content, is of great importance for increasing sustainability and productivity in agriculture.

Research Article

Article History

Received :11.07.2023
Accepted :24.08.2023

Keywords

Sewage sludge
organic material
macro plant nutrients
soil

1. Giriş

Tarım yapılan arazilerin verimliliklerinin belirlenmesi ve toprakların niteliklerinin artırılması hem tarımsal üretimin devamlılığı hem de toprak yönetimi açısından bir zorunluluk olarak karşımıza çıkmaktadır (Kabir ve ark., 2020). Birim alandan amaçlanan miktar ve kalitede verim elde edilmesine olanak veren önemli bir faktör olan verimlilik toprakların bulunduğu konuma göre farklılıklar göstermektedir (Güçdemir ve ark., 2004; Nath ve Lal, 2017). Sürdürülebilir bir toprak verimliliği için bitki besin maddeleri toprakta yeter düzeyde bulunmalıdır. Bitki besin elementleri makro (N, P, K, Ca, Mg) ve mikro (Fe, Cu, Zn, ve Mn) besin elementleri olarak ikiye ayrılır. İyi bir bitki gelişimi için makro besin elementlerine daha fazla gereksinim duyulmaktadır (Fageria, 2009).

Son yıllarda atık suların arıtılarak doğaya daha az zararlı şekilde geri kazandırılması amacıyla atık su arıtma sistemlerinin sayıları ve dolayısıyla atık suların arıtılması sonucunda oluşan atık su arıtma çamurlarının miktarı da giderek artmaktadır. Çeşitli çevre sorunlarına neden olan ve tekrar kullanılabilir veya farklı yollarla geri kazanılabilen bu atıklardan tekrar faydalanma fikri ön plana çıkmıştır. Bünyelerinde organik madde ve bitkilerin gelişmesi açısından önemli olan makro ve mikro besin maddeleri yönünden zengin bir içeriğe sahip, buna bağlı olarak ta toprak özellikleri üzerinde iyileştirici etkisinin olması nedeniyle tarımsal faaliyetlerin gerçekleştirildiği arazilerde kullanılmasına öncelik verilmeye başlanmıştır (Epstein, 2003; Alpaslan, 2004; Öbek ve ark., 2004; Tepecik ve ark., 2022; Tepecik ve ark., 2023). TÜİK verilerine göre 2009-2022 yılları arasında ülkemiz içerisinde toprağa atılan kimyevi gübre miktarı 9-14,5 milyon ton aralığında değişirken 2022 yılında 11,3 milyon ton olarak gerçekleşmiştir (Anonim, 2023). TÜİK verileri ışığında, arıtma

çamurlarının tarımsal alanlarda organik gübre olarak kullanılmasının sağlayacağı ekonomik katkının ne kadar önemli olduğu görülebilmektedir.

Yüksek miktarda bitki besin maddesi içeren, toprak özelliklerini iyileştirme özelliği olan ve çevre üzerinde olumsuz etkiler oluşturabilme riski yüksek olan atıksu arıtma çamurlarının (Lasaridi ve ark., 2018) çevre problemlerine neden olmadan bertaraf edilmesi konusu üzerinde dünya genelinde önemle durulmaktadır (Singh ve Agrawal, 2010). Oluşan arıtma çamurları, tarım arazilerine uygulanarak (% 42), enerji elde etmek için yakılarak (% 27), çeşitli sanayi alanlarında yeniden değerlendirilmek suretiyle (% 17) ve depolama alanlarında biriktirilerek (% 14) bertaraf edilmektedir (Faria ve ark., 2018).

Tarımsal üretimde toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri, toprakta daha iyi bitki gelişiminin elde edilmesinde etkili bir faktördür. Bu nedenle toprak içerisine organik madde, makro ve mikro besin maddeleri açısından zengin atıksu arıtma çamurlarının ilave edilmesi, sürdürülebilir bir tarımsal üretim, içeriklerinde bulunan besin maddelerinin doğal döngü sürecine yeniden katılması, toprak koşullarının iyileştirilmesi ve kesin olarak bertaraf edilmesi açısından en çok tercih edilen metottur (Bender ve ark., 1998; Uzun ve Bilgili, 2011). Bu yöntem, hem arıtma çamurlarının bertaraf edilme maliyetlerinin hem de çevre sorunlarının azaltılmasında katkıda bulunmaktadır (Göçmez, 2006).

Ülkemiz tarımında önemli bir yere sahip olan Trakya bölgesi topraklarının kesintisiz her sene işlenmesi ve ekim yapılması, hasat sonrasında bitki atıklarının yakılarak bertaraf edilmesi, organik kökenli gübrelemenin yeterli düzeyde yapılmaması gibi hatalı tarımsal uygulamalar sebebiyle düşük olan organik madde miktarlarının sürdürülebilir bir tarım ve verimlilik için yükseltilme zorunluluğu bulunmaktadır. Bu nedenle toprakların beslenmesi için belirli

bir zaman aralığında organik gübreleme yapılması gerekmektedir (Bellitürk ve Sağlam, 2005; Gürbüz ve ark., 2019; Kocagöz ve ark., 2022; Bellitürk ve Çelik, 2022; Büyükfiliz ve ark., 2023).

Bu araştırma, organik madde açısından fakir, sürekli tarım yapılması nedeniyle bitki besin maddeleri yönünden desteklenmesi gereken, uzun yıllar erozyon nedeniyle yıpranmış ve ağır bünyeye sahip Trakya Bölgesi toprakları üzerine arıtma çamurlarının uygulanması ile bölge topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerinde meydana gelecek değişimleri belirlemek amacıyla yapılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Araştırma, Tekirdağ şehir merkezine 30 km mesafedeki Karaevli Köyü'nde bulunan bir çiftçi arazisinde gerçekleştirilmiştir. Araştırma alanında, 60 parsel oluşturulmuş ve her biri 4.2 m genişliğe, 6.0 m uzunluğa sahiptir. Deneme parselleri 33 m genişliğe, 105 m uzunluğunda ve toplamda 3465 m²'lik bir alanda kurulmuştur. Parsellerden temin edilen toprak örnekleri üzerinde yapılan analizler sonucunda topraklar tınlı tekstürde ve pH'sı 7.55 olup, yüksek taban suyu, tuz ve sodyum problemleri yoktur. Deneme parsellerinde İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi (İSKİ) atıksu arıtma tesislerinden temin edilen arıtma çamuru kullanılmıştır.

2.2. Yöntem

Deneme alanı topraklarından alınan bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Tarla kapasitesi ve hacim ağırlığı değerleri toprak profillerinden alınan bozulmamış toprak örnekleri ile (Blake, 1965), solma noktası ve bünye sınıfı değerleri ise bozulmuş toprak örnekleri ile (Benami ve Diskin, 1965) tespit edilmiştir. Toprakların mevcut verimlilik durumunu belirlemek için alınan toprak örnekleri üzerinde; pH (saturasyon), toplam tuz, kireç (kalsimetrik), tekstür, saturasyon, organik madde (Walkey-Black), toplam azot (Kjeldahl), yarayışlı fosfor (Olsen-ICP), bazı katyonlar (Ca, K, Mg) (Amonyum Asetat-ICP) metotları kullanılarak analizler yapılmıştır (Sağlam, 2012).

İlk ürünün (buğday bitkisi) hasadı yapıldıktan sonra, arazi işlenerek denemenin iki yılında da sabit olacak olan parseller düzenlenmiştir. Çalışmanın sadece ilk senesinde arıtma çamuru uygulaması yapılmış ve her bir parsel ne kadar çamur kullanılacağı yaş ağırlık dikkate alınarak belirlenmiştir (Tablo 1). İnkübasyon süresi tamamlandıktan sonra (30 gün) ekim işlemi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada 5 farklı arıtma çamuru dozu kullanılmış ve konular üç tekrarlı olacak şekilde tesadüf blokları bölünmüş parseller deneme desenine göre dizayn edilmiştir (Düzgüneş, 1963; Yurtsever, 1984).

Tablo 1. Deneme parselleri üzerine uygulanan atıksu arıtma çamuru miktarları

Aritma Çamuru Dozları (D _n)	Arazi Üzerine Uygulanan Arıtma Çamuru Miktarı (ton ha ⁻¹)	Deneme Parseli Üzerine Uygulanan Arıtma Çamuru Miktarı (kg)
D ₀	0	0
D ₁	20	50.4
D ₂	40	100.8
D ₃	80	201.6
D ₄	0	0

Tablo 2. Toprak ve arıtma çamuru örneklerinin analiz sonuçları

Parametre	Birim	Toprak	Arıtma Çamuru
pH		7.55	6.69
Tekstür		Tın	
Tuz	$\mu\text{mhos cm}^{-1}$	969	8160
Kireç	%	7.80	-
Organik Madde	%	1.45	69.52
Toplam Azot (N)	%	0.07	3.47
Yarayışlı Fosfor (P)	$\text{kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$	0.68	715.05
Değişebilir Kalsiyum (Ca)	mg kg^{-1}	4310	2037
Değişebilir Potasyum (K)	$\text{kg K}_2\text{O da}^{-1}$	107.40	1129.31
Değişebilir Magnezyum (Mg)	mg kg^{-1}	954.20	1334.00

Tablo 3. Arıtma çamuru uygulamasından sonra alınan toprak örneklerinin bazı özellikleri

		pH		Tuz ($\mu\text{mhos cm}^{-1}$)		Kireç (%)		Doygunluk (%)		Organik Madde (%)	
		1. Yıl	2. Yıl	1. Yıl	2. Yıl	1. Yıl	2. Yıl	1. Yıl	2. Yıl	1. Yıl	2. Yıl
D0	S0	6.99	6.31	727	986	-	-	47	52	1.52	2.71
	S1	7.2	6.77	980	1022	0.21	-	49	51	1.17	2.34
	S2	6.6	6.59	798	1010	-	-	46	52	1.44	2.46
	S3	6.72	6.78	1081	1169	-	-	47	50	1.48	2.34
D1	S0	6.43	6.35	1292	851	-	-	48	51	1.58	2.75
	S1	6.61	6.62	1610	1043	-	-	49	50	1.50	2.40
	S2	6.31	6.41	1458	995	-	-	48	52	1.76	2.11
	S3	6.75	6.27	1167	1037	-	-	46	50	1.56	2.23
D2	S0	5.57	6.32	2221	975	-	-	47	52	1.96	2.54
	S1	6.82	6.4	1670	993	-	-	48	54	1.60	2.82
	S2	5.82	6.41	1507	1077	-	-	48	52	1.82	2.84
	S3	5.65	6.27	2877	1146	-	-	49	53	1.78	2.70
D3	S0	6.53	6.65	1521	1050	-	-	49	54	1.58	2.73
	S1	6.45	6.53	1217	991	-	-	46	51	1.94	2.32
	S2	5.19	6.55	1940	1273	-	-	48	54	1.68	2.85
	S3	6.85	6.53	1593	988	-	-	46	52	1.69	2.84
D4	S0	6.52	6.3	984	1028	-	-	49	52	1.30	2.17
	S1	6.98	6.54	1309	951	-	-	46	51	1.38	2.39
	S2	6.41	6.38	1116	930	-	-	46	52	1.38	2.50
	S3	6.2	6.14	1349	1145	-	-	46	54	1.76	2.69

Tablo 4. Arıtma çamuru uygulamasından sonra alınan toprak örneklerinin makro besin elementi içerikleri

		Toplam N (%)		Yararışlı Fosfor (kg P ₂ O ₅ da ⁻¹)		Potasyum (kg K ₂ O da ⁻¹)		Kalsiyum (mg kg ⁻¹)		Magnezyum (mg kg ⁻¹)	
		1. Yıl	2. Yıl	1. Yıl	2. Yıl	1. Yıl	2. Yıl	1. Yıl	2. Yıl	1. Yıl	2. Yıl
D0	S0	0.076	0.135	11.74	23.15	85.03	173.2	5913	3648	801.9	754.3
	S1	0.058	0.117	6.88	6.45	62.89	161.0	6270	3718	652.5	620.3
	S2	0.072	0.123	16.88	13.70	77.62	166.6	4295	3485	1010	774.4
	S3	0.074	0.116	8.70	10.38	76.49	158.0	5253	3724	814.4	573.4
D1	S0	0.079	0.137	39.13	33.14	90.29	185.6	5800	3575	674.8	609.9
	S1	0.075	0.120	22.82	18.75	69.73	149.9	5585	3645	1089.0	823.3
	S2	0.088	0.155	26.66	13.47	86.66	148.3	5164	3791	845.4	587.3
	S3	0.078	0.111	45.03	16.36	88.57	148.1	5656	3525	829.2	836.4
D2	S0	0.098	0.127	100.36	45.06	136.08	187.0	4725	3700	961.0	653.7
	S1	0.080	0.141	45.13	22.65	139.41	184.0	5391	3645	866.1	632.2
	S2	0.091	0.142	45.17	28.38	89.04	160.6	4895	3761	1069.0	757.7
	S3	0.089	0.135	45.23	42.52	121.92	171.8	4366	3752	984.4	676.6
D3	S0	0.079	0.136	23.49	30.07	79.52	191.7	5367	4078	842.1	567.8
	S1	0.097	0.116	36.82	18.71	104.54	168.5	4462	3600	975.7	765.6
	S2	0.084	0.142	79.12	35.05	128.91	195.9	4133	3608	954.9	705.1
	S3	0.084	0.142	22.68	38.29	81.90	183.9	6544	3902	665.4	604.6
D4	S0	0.065	0.108	35.37	16.13	66.02	162.9	4562	3517	976.7	703.3
	S1	0.069	0.119	21.43	11.03	72.08	151.4	6620	3904	661.9	574.8
	S2	0.069	0.125	15.90	22.07	96.36	154.3	5154	3743	717.7	763.3
	S3	0.088	0.134	24.70	25.15	78.42	163.8	7913	3316	1239.0	791.6

3. Bulgular ve Tartışma

Arıtma çamurları sahip oldukları zengin organik madde içeriği, iyi bir toprak iyileştirici olması yanında tarım ürünlerinin özellik ve kaliteleri üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle pek çok ülkede hali hazırda kullanımı devam ederken, gün geçtikçe de daha yaygın hale gelmektedir (Strauch, 1991; Düring ve Gäth, 2002). Çalışmamızda kullanılan çamurun organik madde oranı % 69,52 olduğu tespit edilmiştir. Uygulama öncesinde % 1.45 olan organik madde içeriğinin birinci yılın sonunda % 1.40- % 1,78, ikinci yılın sonunda ise % 2.432- % 2.757 arasında olduğu tespit edilmiş ve konular arasındaki farklılıklar $p < 0.01$ seviyesinde önemli bulunmuştur (Tablo 3). Yüksek organik madde içeriğine sahip arıtma çamuru, beklenildiği gibi denemenin yürütüldüğü arazi topraklarının organik madde içeriğini

olumlu yönde etkilemiş ve bu durum literatür çalışmalarının sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Atıksu arıtma çamuru uygulamaları, toprağın tuz, organik madde, N ve P (Özyazıcı ve Özyazıcı, 2012), Ca ve Mg içeriklerinde önemli artışlara neden olmaktadır (Demir ve Çimrin, 2011).

Atıksu arıtma çamurlarının tarım arazileri üzerine uygulanıp uygulanmayacağına ve kullanılacak arıtma çamuru miktarı belirlenirken toprakların pH değeri sınırlandırıcı bir etkidir (Ok, 2021). Toprak pH'sının düşmesi, katyon konsantrasyonunun düşmesine ağır metal konsantrasyonunun ise yükselmesine neden olur (Guo ve Zhang, 2007). Toprak ve atıksu arıtma çamuru örnekleri üzerinde yapılan verimlilik analizi sonuçlarına göre 40 cm'lik toprak katmanı içerisinde toplam tuz miktarı 969 mmhos cm⁻¹ ve pH değeri

ise 7.55, atıksu arıtma çamuru örneklerine ait toplam tuz miktarı $8160 \text{ mmhos cm}^{-1}$, pH değeri ise 6.69 olarak belirlenmiştir (Tablo 2.). Tablo 3 incelendiğinde atıksu arıtma çamuru uygulaması yapılan parsellerden elde edilen değerler literatür ile benzerlik göstererek, toprağın toplam tuz miktarı değerlerini belirgin şekilde arttırırken tüm parsellerde pH değerinde genel bir azalma eğilimi olduğu görülmektedir. Atıksu arıtma çamuru uygulaması yapılan toprakların pH inkübasyon süresine bağlı olarak bir azalma meydana gelmektedir (Aşık ve Katkat, 2004).

Azot toprak içerisinde elementel, organik ve inorganik halde bulunmakta ve bu azot formlarının birbirlerine dönüşümleri ise azot döngüsünü meydana getirmektedir (Demir ve Topaç, 2019). Toprak örnekleri analiz sonuçlarına göre toplam azot miktarı % 0.070, atıksu arıtma çamurunda % 3.47 olarak belirlenmiştir (Tablo 2). İlk yılın sonunda parsellerden alınan toprak örneklerinin toplam azot içeriği % 0.075-% 0.098, ikinci yılın sonunda ise % 0.111-% 0.155 aralığında oranlara sahip olduğu ve gerçekleştirilen çamur uygulamalarının toprak içerisindeki toplam azot değişiminde olumlu yönde etkili olduğu Tablo 4 incelendiğinde görülmektedir. Farklı dozlarda uygulanan arıtma çamuru konuları arasındaki farklılıklar denemenin ilk yılında $p < 0.01$ seviyesinde önemli bulunurken ikinci yıl önemsiz bulunmuştur. Deneme alanı topraklarının toplam azot miktarları ilk yıl “Az (% 0.045-0.09)” düzeyinde iken ikinci yıl “Yeterli (% 0.09-0.17)” düzeyine yükselmiş ve meydana gelen artış daha önce yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir (FAO, 1990). Deneme arazisine uygulanan arıtma çamuru miktarındaki artışla birlikte toprağın toplam azot içerikleri de paralel olarak artma eğilimindedir (Samaras ve ark., 2008).

Okyanus tabanlarında büyük miktarda yatakları bulunmasına rağmen fosfor (P)

elementinin tabi prosesler ile doğaya karışımı oldukça yavaştır. Bu nedenle tarımsal üretim yapılan alanlarda takviye yapılmadığı takdirde fosfor değerlerinde azalma meydana gelmektedir (Von Uexkull, 1989). Deneme arazisinden alınan toprak örnekleri analiz sonuçlarına göre yarıyışlı fosfor miktarı $0.68 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$, atıksu arıtma çamurunda $715.05 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$ olarak belirlenmiştir (Tablo 2). İlk yılın sonunda arıtma çamuru uygulanan parsellerden alınan toprak örneklerinin yarıyışlı fosfor miktarları $18.04 - 100.36 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$, ikinci yıl $16.36 - 45.06 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$ değerleri arasındadır (Tablo 4). Farklı dozlarda uygulanan arıtma çamuru konuları arasındaki farklılıklar ilk yıl $p < 0.01$ seviyesinde, ikinci yıl $p < 0.05$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Farklı çalışmalarda artan dozlarda atıksu arıtma çamuru uygulanan toprakların fosfor içeriğinin arttığı belirtilmiştir (Lopez-Mosquera ve ark., 2000).

Bitkiler için önemli besin maddelerinden biri olan kalsiyum elementi, toprak strüktürünün ve pH'sının düzenlenmesinde, bitkiler için zararlı olan maddelerin bitki kök bölgesinden uzaklaştırılmasında (Güneş ve ark., 2000), toprağın kolayca işlenebilen ve geçirgen bir hal almasına yardımcı olur (Kanber ve ark., 1992). Deneme arazisinden alınan toprak örnekleri analiz sonuçlarına göre toprağın içeriğinde bulunan değişebilir kalsiyum miktarı 4310 mg kg^{-1} , atıksu arıtma çamurunda 2037 mg kg^{-1} olarak belirlenmiştir (Tablo 2). Denemenin ilk yılındaki ortalama kalsiyum miktarları $4133 - 6270 \text{ mg kg}^{-1}$, ikinci yıl elde edilen ortalama kalsiyum miktarları $3316 - 4078 \text{ mg kg}^{-1}$ değerleri arasındadır (Tablo 4). Yapılan varyans analizi sonucuna göre, ilk yılın sonunda farklı dozlarda uygulanan arıtma çamuru konuları arasındaki farklılıklar $p < 0.01$ seviyesinde önemli, ikinci yılın sonunda ise önemsiz bulunmuştur. Analiz sonuçları incelendiğinde çalışma öncesinde ve çalışmanın yürütüldüğü yılların sonunda

toprakların ortalama kalsiyum miktarı yeterli düzeyde olduğu görülmektedir. Arıtma çamurlarının toprak üzerine uygulanması neticesinde, toprak içerisinde kalsiyum miktarında artış gözlemlenmiştir (Lopez-Mosquera ve ark., 2000).

Ülkemizin toprakları zengin potasyum içeriğine sahiptir ve var olan toprakların çok büyük bir çoğunluğu potasyum yönünden yeterli düzeydedir (Eyüpoğlu, 1999). Deneme arazisinden alınan toprak örnekleri analiz sonuçlarına göre toprağın içeriğinde bulunan değişebilir potasyum miktarı $107.4 \text{ kg K}_2\text{O da}^{-1}$, atıksu arıtma çamurunda $1129.31 \text{ kg K}_2\text{O da}^{-1}$ olarak belirlenmiştir (Tablo 2). İlk yılın sonunda arıtma çamuru uygulanan parsellerden alınan toprak örneklerinin ortalama değişebilir potasyum içerikleri $62.89\text{--}139.41 \text{ kg K}_2\text{O da}^{-1}$, ikinci yılında $148.1\text{--}191.7 \text{ kg K}_2\text{O da}^{-1}$ değerleri arasında olduğu Tablo 4'te görülmektedir ve arıtma çamuru konuları arasındaki farklılıklar $p<0.01$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Bazı araştırmalarda, artan dozlarda uygulanan arıtma çamurunun toprakta değişebilir K miktarını artırdığı belirtilmişken (O'Riordan ve ark., 1987) bazı araştırmalarda ise artan dozlarda uygulanan arıtma çamurunun pek çok makro ve mikro elementlerin içeriklerinde artışa neden olurken, potasyum içeriğinde herhangi bir değişiklik olmadığı belirtilmiştir (Lopez-Mosquera ve ark., 2000; Bozkurt ve ark., 2000). Arıtma çamurlarının topraklar üzerine uygulanması durumunda bitkisel üretim açısından az miktarda bile olsa olumlu yönde etkili olacağı belirtilmiştir (Topaç ve Başkaya, 2008). Görüldüğü gibi çalışmamızda değişebilir potasyum içeriği artma eğilimindedir. Ancak toprağa atıksu arıtma çamuru uygulaması sonucunda toprağın değişebilir potasyum içeriği ile ilgili literatür bulguları farklılık göstermektedir.

Deneme arazisini temsilen alınan toprak örneği analiz sonuçlarına göre toprağın içeriğinde bulunan değişebilir magnezyum

miktarı $954.20 \text{ mg kg}^{-1}$, atıksu arıtma çamurunda 1334 mg kg^{-1} olarak belirlenmiştir (Tablo 2). İlk yılın sonunda arıtma çamuru uygulanan parsellerden alınan toprak örneklerinin ortalama değişebilir magnezyum içerikleri $652.5\text{--}1239 \text{ mg kg}^{-1}$, ikinci yılında $567.8\text{--}836.4 \text{ mg kg}^{-1}$ değerleri arasında olduğu Tablo 4'te görülmektedir. Farklı dozlarda uygulanan arıtma çamuru konuları arasındaki farklılıklar ilk yıl $p<0.01$ seviyesinde önemli bulunurken, ikinci yıl önemsiz bulunmuştur. Toprağa arıtma çamuru ilavesi ile değişebilir potasyum, değişebilir kalsiyum ve değişebilir magnezyum içeriğinde kayda değer bir değişim olmamıştır (Pinamonti ve ark., 1997; Bozkurt ve ark., 2000). Kâğıt sanayiinden temin edilen çamur kullanılarak elde edilen kompostun toprak üzerine serilmesi neticesinde, toprak bünyesindeki magnezyum miktarı artmıştır (Baziramakenga ve ark., 2001). Domates bitkisi yetiştirmek amacıyla artan dozlarda uygulanan arıtma çamurları; bitkilerden elde edilen ürün miktarında, ürünlerin kuru madde miktarında ve N, P, K, Mg, Fe içeriklerinde artış olduğunu bildirmişlerdir (Önal ve ark., 2003). Görüldüğü gibi toprağa atıksu arıtma çamuru uygulaması sonucunda toprağın değişebilir magnezyum içeriği ile ilgili literatür bulguları çeşitlilik arz etmekte ve çalışmamızda değişebilir magnezyum içeriğinin azalma eğiliminde olduğu görülmektedir.

4. Sonuçlar

Araştırmada, organik madde miktarı açısından düşük değerlere sahip, ağır bünye sınıfına giren ve uzun yıllar boyunca kesintisiz tarımsal faaliyetlerin devam etmesi nedeniyle erozyon probleminin yoğun bir şekilde yaşandığı Trakya Bölgesi topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla İSKİ'den temin edilen arıtma çamurunun farklı dozlarda (2 ton da^{-1} , 4 ton

da⁻¹, 8 ton da⁻¹) araziye tatbik edilmesi neticesinde makro besin maddeleri üzerinde ki değişimler değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Bitki besin elementleri ve organik madde yönünden zengin olan atıksu arıtma çamurlarının tarım alanlarında kullanılması, toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerinde olumlu etkilerinin olduğu bilinmektedir. Beklenildiği gibi arıtma çamurları denemenin yürütüldüğü arazi topraklarının toplam tuz miktarı değerlerini belirgin şekilde arttırırken tüm parsellerde pH değerinde genel bir azalma eğilimi olduğu görülmektedir. Araştırmanın yürütüldüğü arazi toprakları üzerine uygulanan arıtma çamuru, organik madde, toplam azot, yarıyışlı fosfor, değişebilir potasyum, içeriklerinin artmasını sağlamış ve istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Atıksu arıtma çamuru uygulaması toprakların değişebilir magnezyum içeriğinde azalmaya neden olurken bu durum istatistiksel olarak $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Toprakların değişebilir kalsiyum içeriği arıtma çamurunun etkisi ile ilk yıl artma ($p<0.01$), ikinci yılın sonunda miktar olarak azalma eğiliminde olmasına rağmen, toprak içerisinde bulunması gereken sınır değerle ile kıyaslandığında araştırma öncesinde ve sonrasında yeterli düzeyde değişebilir kalsiyum içeriği bulunduğu tespit edilmiştir.

Bu bağlamda organik madde içeriği yüksek, Toprak Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne uygun ve tarımda kullanılmasında bir sakınca bulunmayan arıtma çamurlarının organik madde içeriği yetersiz durumda olan Trakya Bölgesi topraklarına uygulanması tarımda sürdürülebilirliğin ve verimliliğin artırılması için büyük önem taşımaktadır.

Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulunduklarını, makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Finansman

Araştırmayı maddi olarak destekleyen TÜBİTAK Bilimsel Araştırma Kurumuna (Proje no: 108O324) teşekkür ederiz.

Açıklama

Bu makale birinci yazarın “İkinci Ürün Silajlık Mısır Üretiminde İSKİ Atıksu Arıtma Çamuru Kullanımının Toprak Özellikleri, Bitki Gelişimi ve Su Kullanımına Etkisi” başlıklı TÜBİTAK projesi (108O324) ve aynı zamanda doktora çalışmasının bir bölümünden yararlanılmak suretiyle güncellenerek hazırlanmıştır.

Kaynaklar

- Alpaslan, N., 2004. Arıtma çamurları. Atıksu arıtma tesislerinin tasarım ve işletim esasları kurs notları, İzmir.
- Anonim, 2023. Kimyasal gübre kullanımı, 2009-2022. (<https://data.tuik.gov.tr/Bul ten/DownloadIstatistikselTablo?p=3Fp ReuQQvdDqlq8CQ/umsGWcTmoZMF 1WuAaZYPXiH7rOYBLFfxu9v6qNWP 7KS4Zeo>), (Erişim tarihi: 20.06.2023).
- Aşık, B.B., Katkat, A.V., 2004. Gıda sanayi arıtma tesisi atığının (arıtma çamuru) tarımsal alanlarda kullanım olanakları. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(2): 59-71.
- Baziramakenga, R., Sımar, R.R., Lalande, R., 2001. Effect of de-inking paper sludge compost application on soil chemical and biological properties. *Canadian Journal of Soil Science*, 81: 561-575.
- Bellitürk, K., Sağlam, M.T., 2005. Tekirdağ ili topraklarının mineralize olan azot miktarları ile mineralizasyon kapasiteleri üzerinde bir araştırma. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(1): 89-101.

- Bellitürk, K., Çelik, A., 2022. Is the debate on organic vs. mineral fertilization meaningful? *II-International Conference on Global Practice of Multidisciplinary Scientific Studies*, Conference Proceedings Book, 26-28 July, Batumi, Georgia, pp. 754-762.
- Benami, A., Diskin, M.H., 1965. Design of Sprinkling Irrigation. Lowdermilk Faculty of Agricultural Engineering Publication 23. Technicon. Israel Institute of Tecnology. Haifa, Israel.
- Bender, D., Erdal, İ., Dengiz, O., Gürbüz, M., Tarakçıoğlu, C., 1998. Farklı organik materyallerin killi bir toprağın bazı fiziksel özellikleri üzerine etkileri. *International Symposium On Arid Region Soil*, Conference Proceedings Book, 21-24 September, Menemen, İzmir, s. 506-510.
- Blake, G.R., 1965. Bulk Density. Methods of Soil Analysis: Part 1 Physical and Mineralogical Properties, Including Statistics of Measurement and Sampling. Chapter 30.
- Bozkurt, M.A., Yılmaz, İ., Çimrin, K.M., 2000. Kentsel arıtma çamurunun kışlık arpada azot kaynağı olarak kullanılması. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 7(1): 105-110.
- Büyükfiliz, F., Bellitürk, K., 2023. Determination of plant nutrition capacities of agricultural areas by soil analysis: the case of çorlu district of tekirdag province. *4th International Black Sea Modern Scientific Research Congress*, Conference Proceedings Book, 6-7 June, Rize, Türkiye, s. 1327-1339.
- Demir, E., Çimrin, K.M., 2011. Arıtma çamuru ve humik asit uygulamalarının mısırın gelişimi, besin elementi ve ağır metal içerikleri ile bazı toprak özelliklerine etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 17(2011): 204-216.
- Demir, E., Topaç, F.O., 2019. Arıtma çamurlarının tarımsal amaçlı kullanımı: topraktaki azot proseslerinde meydana gelen değişimler. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 2(24).
- Düring, R.A., Gäth, S., 2002. Utilization of municipal organic wastes in agriculture where do we stand, where will we go? *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 165: 544-556.
- Düzgüneş, O., 1963. İstatistik Prensipleri ve Metotları. Ege Üniversitesi Matbaası, İzmir.
- Epstein, E., 2003. Land Application of Sewage Sludge and Biosolids. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida.
- Eyüpoğlu, F., 1999. Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumu. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel Yayın No: 220, Teknik Yayın No: T-67, Ankara.
- Fageria, N.K., 2009. The Use of Nutrients in Crop Plants. CRC Pres, Boca Raton, Florida, New York.
- FAO, 1990. Micronutrient, Assesment At The Country Level: An International Study. Fao Soils Bulletin, No:63, Rome.
- Faria, W.M., Figueiredo, C.C., de Coser, T. R., Vale, A.T., Schneider, B.G., 2018. Is sewage sludge biochar capable of replacing inorganic fertilizers for corn production? evidence from a two-year field experiment. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 64: 505–519.
- Göçmez, S., 2006. Menemen ovası topraklarında İZSU kentsel arıtma çamuru uygulamalarının mikrobiyal aktivite ve biyomas ile bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri üzerine etkisi. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

- Guo, T.R., Zhang, G.R., 2007. Physiological changes in barley plants under combined toxicity of aluminum, copper and cadmium, colloids and surfaces. *B: Biointerfaces*, 57: 82–188.
- Güçdemir, İ.H., Türker, U., Karabulut, A., Arcak, Ç., 2004. Gübreleme teknolojilerindeki yenilikler (Hassas tarım uygulamaları) ve bunun tarımsal üretime etkileri üzerine bir çalışma. 3. *Ulusal Gübre Kongresi “Tarım Sanayi Çevre”*, Kongre Bildiri Kitabı, 11-13 Ekim, Tokat, Cilt 1, s. 1005-1014.
- Güneş, A., Alpaslan, M., İnal, A., 2000. Bitki Besleme ve Gübreleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:1514.
- Gürbüz, M.A., Kayalı, E., Bahar, E., Öz, T.A., Kurşun, İ., 2019. Trakya topraklarının veri tabanının oluşturulması ve bazı toprak özellikleri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 7(1): 1-9.
- Kabir, B.E., Bashari, H., Bassiri, M., Mosaddeghi, R.M., 2020. Effects of land-use/cover change on soil hydraulic properties and pore characteristics in a semi-arid region of central Iran. *Soil&Tillage Research*, 197: 104478.
- Kanber, R., Kırdar, C., Tekinel, O., 1992. Sulama Suyu Niteliği ve Sulamada Tuzluluk Sorunları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:21, Adana.
- Kocagöz, Y.M., Bellitürk, K., Hurma, H., 2022. Comparison of organic and chemical fertilizer use: the case of muratlı district of Tekirdağ province. *Adyutayam*, 10(2): 108-127.
- Lasaridi, K.E., Manios, T., Stamatiadis, S., Chroni, C., Kyriacou, A., 2018. The evaluation of hazards to man and the environment during the composting of sewage sludge. *Sustainability*, 10(8): 2618.
- Lopez-Mosquera, M.E., Moiron, C., Carral E., 2000. Use of dairy-industry sludge as fertilizer for grassland in northwest spain: heavy metal levels in the soil and plants. *Resource Conservation and Recycling*, 30: 95-109.
- Nath, J.A., Lal, R., 2017. Effects of tillage practices and land use management on soil aggregates and soil organic carbon in the north appalachian region. USA. *Pedosphere*, 27(1): 172-176.
- O’Riordan, E.G., Dodd, V.A., Tunney, H., Fleming, G.A., 1987. The fertiliser nutrient value of activated sewage sludge under grassland field conditions. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 26: 213-229.
- Ok, H., 2021. Recycling of Sewage Sludge in Agriculture. Academic Research And Reviews in Agriculture, Forestry and Aquaculture Sciences, Chapter-2.
- Öbek, E., Tatar, Ş.Y., Hasar, H., Arslan, E.I., İpek, U., 2004. Kentsel ve endüstriyel atıksu arıtma tesisi arıtma çamurlarındaki ağır metal düzeylerinin değerlendirilmesi. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(1): 31-38.
- Önal, M.K., Topçuoğlu, B., Arı, N., 2003. Toprağa uygulanan kentsel arıtma çamurunun domates bitkisine etkisi 2. gelişme ve meyve özellikleri ile meyvede mineral içerikleri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(1): 97-106.
- Özyazıcı, M.A., Özyazıcı, G., 2012. Arıtma çamurunun toprağın bazı temel verimlilik parametreleri üzerine etkileri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(2): 101-109.
- Pinamonti, F., Stringari, G., Zari, G., 1997. The use of compost: its effects on heavy metal levels in soil and plants. *Resources, Conversation and Recycling*, 21: 129-141.

- Sağlam, M.T., 2012. Toprak ve Suyun Kimyasal Analiz Yöntemleri (5. Baskı). Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:2, Tekirdağ.
- Samaras, P., Papadimitriou, C.A., Haritou, I., Zouboulis, A.I., 2008. Investigation of sewage sludge stabilization potential by the addition of fly ash and lime. *Journal of Hazardous Material*, 154: 1052-1059.
- Singh, R.P., Agrawal, M., 2010. Variations in heavy metal accumulation, growth and yield of rice plants grown at different sewage sludge amendment rates. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 73(4): 632-641.
- Strauch, D., 1991. Survival of pathogenic micro-organisms and parasites in excreta, manure and sewage sludge. *Revue Scientifique Et Technique (International Office Of Epizootics)*, 10(3): 813-846.
- Tepecik, M., Ongun, A.R., Kayıkcıoğlu, H.H., Delibacak, S., Elmaci, O.L., Celen, A.E., İlker, E., 2022. Change in cotton plant quality in response to application of anaerobically digested sewage sludge. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29: 615-621.
- Tepecik, M., Ongun, A.R., Kayıkcıoğlu, H.H., Delibacak, S., Birişçi, T., Aktaş, E., Önaç, A.K., Balık, G., 2023. Effects of sewage sludge on marigold (*Tagetes erecta* L.) garden verbena (*Verbena hybrida*) plants and soil nutrient elements and heavy metal. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 26(1): 161-171.
- Topaç, O.S., Başkaya, H.S., 2008. Evsel nitelikli arıtma çamurlarının bitki besin düzeylerinin değerlendirilmesinde azot formlarının önemi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 13(1).
- Uzun, P., Bilgili, U., 2011. Arıtma çamurlarının tarımda kullanım olanakları. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(2): 135-146.
- Von Uexkull, H.R., 1989. Nutrient cycling. In: E. Pushparajah (Ed), *Soil Management and Smallholder Development in the Pacific Islands. Proceedings of the Workshop the International Board for Soil Research and Management*, Bangkok, Thailand, pp. 121-132.
- Yurtsever, N., 1984. Deneyisel İstatistik Metotlar. T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.

Atıf Şekli	Gezer, E., Konukcu, F., Adiloğlu, A., Dinçer, A.R., 2023. Mısır Bitkisinin İkinci Ürün ve Silajlık Olarak Yetiştirilmesinde Kullanılan Arıtma Çamurunun Topraktaki Makro Besin Elementleri Üzerine Etkisi. <i>ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 7(4): 798-808. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.10224305 .
To Cite	Gezer, E., Konukcu, F., Adiloğlu, A., Dinçer, A.R., 2023. The Effect of Sewage Sludge Used in the Cultivation of Corn Plants as Second Crop and Silage on the Macro Nutrient Elements in the Soil. <i>ISPEC Journal of Agricultural Sciences</i> , 7(4): 798-808. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.10224305 .



Kilis Keçilerinde Aşım Mevsimi İçerisinde Erkek Etkisinin Bazı Reprodüktif Verilere Etkisi

Mehmet Ferit ÖZMEN^{1*}, Halit Deniz ŞİRELİ², Elif Merve ÇINAR¹, Murat TURAN³
İlhan ALKAN¹

¹Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Dölerme ve Suni Tohumlama Anabilim Dalı, Diyarbakır

²Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Diyarbakır

³Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Van

*Sorumlu Yazar (Corresponding author): ferit-ozmen@hotmail.com

Özet

Keçi yetiştiriciliği özellikle dağlık bölgelerde yaşayan halkımızın hem geçimi hem de beslenmesi açısından oldukça önemli bir yetiştiriciliktir. Diğer hayvan türlerine göre yetiştiricilik maliyetinin düşük olması, veteriner hekim giderinin az olması gibi avantajlara sahip olan keçi yetiştiriciliğinin en önemli dezavantajları mevsime bağlı kızgınlık görülmesi ve sürülerde çiftleşmelerin uzun bir döneme yayılmasıdır. Son yıllarda çeşitli medikal yöntemler ile yılın tüm mevsimlerinde başarılı bir şekilde östrus senkronizasyonu ve mevsim dışı kızgınlık uyarımı gerçekleştirilebilmektedir. Ancak artan maliyetler ve iş gücü gereksinimi bu yöntemlerin yaygın kullanımına engel olmaktadır. Maliyeti olmayan ve iş gücü gereksinimi oldukça az olan medikal olmayan yöntemlerin başında erkek etkisi gelmektedir. Sunulan çalışmada 24 adet kilis keçisi 2 gruba ayrılmış ve 1. gruba (n:14) hiç bir uygulama yapılmazken 2. grubun (n: 10) tekeleri aşım mevsiminden 3 ay öncesinden sürünün dışında tutulmuş aşım mevsiminde sürüye katılarak erkek etkisi oluşturulmuştur. Erkek etkisi ile çiftleşme dönemi 46 gün kısalmış anaç keçi başına elde edilen oğlak sayısı % 56 ($p > 0.05$) artmıştır. Çalışmamızdan sonuç olarak kilis keçilerinde aşım mevsimi içinde erkek etkisinin kızgınlığın toplulaştırılmasında faydalı olduğu, oğlak sayısının artırılmasında da istatistiksel olarak olmasa bile ekonomik olarak faydalı bir yöntem olduğu kanaatine varılmıştır.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi :13.07.2023
Kabul Tarihi :28.08.2023

Anahtar Kelimeler

Kilis keçisi
erkek etkisi
östrus senkronizasyon

The Effect of Male Effect on Some Reproductive Data in Kilis Goats During The Matching Season

Abstract

Goat breeding is very important for both the livelihood and nutrition of our people, especially those living in mountainous regions. Goat breeding has advantages such as low breeding costs and low veterinary expenses compared to other animal species. The most important disadvantages are seasonal estrus and mating in flocks over a long period of time. In recent years, estrus synchronization and off-season estrus stimulation can be achieved successfully in all seasons of the year with various medical methods. However, increasing costs and labor requirements prevent the widespread use of these methods. The male effect is one of the non-medical methods that are inexpensive and require very little labor. In the presented study, 24 goats were divided into 2 groups and while no treatment was applied to the 1st Group (n:14), the goats of the 2nd Group (n: 10) were kept out of the herd 2-3 months before the breeding season and a male effect was created by joining the herd during the breeding season. Due to the male effect, the mating period was shortened by 46 days and the number of kids produced per parent goat increased by 56% ($p > 0.05$). As a result of our study, it was concluded that the male effect is beneficial in concentrating the estrus in Kilis goats during the breeding season and that it is an economically beneficial method, although not statistically, in increasing the number of lambs.

Research Article

Article History

Received :13.07.2023
Accepted :28.08.2023

Keywords

Kilis goat
male effect
estrus synchronization

1. Giriş

Keçi diğer çiftlik hayvanları tarafından değerlendirilemeyen düşük kalitedeki meraları, dağlık alanları, çalılık vb alanları değerlendirerek et, süt, kıl, deri vb ürünlerin üretilmesini sağlayan, özellikle gelir seviyesi düşük ailelerin hayvan kaynaklı proteinlerinin karşılanmasında rol oynayan önemli bir yetiştiricilik alanıdır (Günlü ve Alaşahan, 2010). Keçiler, yeryüzünde ılıman bölgelerde mevsime bağlı poliöstrik karakterde üreme davranışı gösterirler. Üreme mevsimleri genellikle sonbahar ve kış iken başta fotoperiyot olmak üzere iklim, sürüde erkek varlığı, cins ve yaş gibi faktörlerden etkilenmektedir (Fatet ve ark., 2011). Günümüzde artan nüfus ve tüketim talebi ile ekonomik koşullar nedeniyle küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinde minimum girdi ile maksimum verim almayı amaçlayan yöntemlerin kullanımı elzem hale gelmiştir. Bu amaçla bazı medikal ve medikal olmayan yöntemlerin bir arada veya ayrı ayrı kullanımı ile koyun ve keçilerde östrus ve ovulasyonların uyarılması veya düzenlenmesi yolu ile döl veriminde artış sağlanabilmektedir. Östrus senkronizasyonu ile çiftleşmelerin toplulaşması doğumların toplulaşmasına neden olmaktadır. Bu hem iş gücü açısından avantaja neden olurken planlı üretim yapılmasına da olanak sağlamaktadır. Kullanılan yöntemlerin etkisi ile ikizlik üçüzlük oranı yükselmekte, takibe gerek kalmadan aşımalar veya tohumlamalar yapılabilmektedir. Bu amaçla çeşitli hormonal uygulamaları içeren medikal yöntemler ile ışık ayarlaması, erkek etkisi gibi medikal olmayan yöntemler kullanılmaktadır (Abecia ve ark., 2012; Uçar ve Özyurtlu, 2013). Uygulama kolaylığı, iş gücü gerektirmemesi ve maliyetinin olmaması gibi avantajları erkek etkisini cazip hale getirmektedir (Kaçar ve ark., 2016). Memeli hayvanlarda üreme faaliyetlerinin başlaması ve devamında feromonların etkili olduğu bilinmektedir (Rekwot ve ark., 2001; Yılmaz ve ark.,

2009) Feromon; hayvanların idrar, dışkı ve deri bezlerinden salgılanan ve aynı türün karşı cinsinde belirli reaksiyona neden olan, havada yayılan kimyasal maddelere denir. Kızgınlık dönemlerinde salgılanan feromonlar hayvanlar arasında karşı cinsten çeşitli etkiler oluşturmaya ve bu şekilde üreme davranışlarının oluşumuna önemli katkılar sağlamaktadır. (Dominic, 1991; Archunan, 2008). Feromonlar, alıcının endokrin ve üreme sisteminde fizyolojik değişikliklere neden olarak davranışların oluşumuna neden olmaktadır. (Doty, 1976; Izard, 1983). Erkek etkisi oluşturmak dolayısıyla feromon salgılanmasını uyarmak için teke veya koçların sürüden 28-42 gün ayrı tutulması, dişilerin erkekleri görmemesi ve kokularını almaması gerekmektedir. Merada başka sürüler varsa bunların erkeklerinin de uzaklaştırılmış olması gerekmektedir. Teke etkisi sonucu oluşan etkilerin koku alma duyusu ile birlikte dişilerin, erkeklerin eşeysel davranışlarından, ses ve görüntülerinden etkilediği bildirilmiştir (Martin ve ark., 2004; Delgadillo ve ark., 2009). Dişi keçinin teke ile teması, ani bir LH artışına ve ardından ovulasyona neden olur (Chemineau, 1983). Koyunların aksine keçilerin büyük bir oranı (% 60) ilk yumurtlama ile cinsel davranış sergilemektedir (Walkden-Brown ve ark., 1993). Keçilerin % 75'inde kısa bir luteal faz gözlenir ve tekelerin girmesinden 5 gün sonra ikinci bir ovulasyona yol açar (Chemineau, 1983;)

2. Materyal ve Yöntem

Çalışma Dicle Üniversitesi Sağlık Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır (No: 568849). Çalışma; üreme mevsimi içinde, aralık ayı başlangıcında, Diyarbakır İlinde bir hayvancılık işletmesinde bulunan yaşları 2-5 yaşında 24 adet Kilis keçisi üzerinde yürütüldü. Ağırlıkları 35-50 kg, kondisyon puanı 3.5- 4 olan kilis keçileri gündüz merada otlatılmış ve akşam 400 gr kesif

yem verilmiştir. Keçiler 2 gruba ayrılıp farklı yerlerde tutuldu. 1. grupta (n:14) tekeler sürü içinde bulunurken 2. grupta (n:10) ekim ayı itibarı ile tekeler ayrı tutuldu. Keçilere bunun dışında uygulama yapılmadı. Östrusta olduğu belirlenen keçiler her grup için 2 şer adet teke ile elde sıfat yöntemiyle çiftleştirildi. Tüm keçiler çiftleştirildikten sonra erkekler sürüden uzaklaştırılıp ayrı bir bölmeye alındı. Gebelik süresi bitiminde doğum yapan keçiler gebe kabul edildi ve oğlak sayıları kayıt altına alındı.

2.1.İstatiksel analiz

Araştırma verileri SPSS 21.0 paket programıyla, istatistiksel analizler tek örneklem Khi kare yöntemine göre değerlendirilmiş, gruplar arasındaki farklılığın belirlenmesinde Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmamızın sonuçları Tablo 1 de özetlenmiştir. 1. gruptaki keçilerimizde aşım dönemi 65 gün sürerken 2. grupta bu süre 19 gün sürdü. Hem birinci hem ikinci grupta keçilerin tamamı gebe kaldı. Gebelik süresi bitiminde 1. Grupta 16 yavru doğarken 2. Grupta 17 yavru doğdu.

Tablo 1: Çalışmada elde edilen reproduktif veriler

Grup no	Hayvan Sayısı	Aşım Dönemi	Gebelik Oranı	Yavru Sayısı	Doğuran Keçi Başına Oğlak Sayısı (%)
1. grup	14	65	% 100	16	(%) 114
2. grup	10	19	% 100	17	(%) 170
					P >0.05

Saha şartlarında çeşitli hormonlar kullanılarak başarılı bir şekilde yılın tüm dönemlerinde östrus senkronizasyon çalışmaları yapılabilmektedir. Ancak hem iş gücü gerekmesi hem de artan hormon maliyetleri bu yöntemlerin kullanılmasını sınırlamaktadır. Erkek etkisi; kolay uygulanma ve maliyetinin olmaması gibi avantajlara sahip olan bir yöntemdir. Belli bir süre dişilerden ayrı tutulan erkeklerin sürüye katılması çeşitli feromonların salgılanmasına neden olur. Bu feromonların etkisi ile dişi keçilerde östrus ve ovulasyon meydana gelmektedir. Çalışmamızın sonuçları incelendiğinde erkek etkisi ile aşım döneminin önemli ölçüde 46 gün kısaldığı ve çiftleşmelerinin toplulaştığı görülmektedir. Çiftleşmelerin toplulaşması doğumların toplulaşmasına bu da hem iş gücü kullanımında hem de oğlakların beslenmesinde ve bir örnek olarak pazara sunulması gibi avantajlara neden olmuştur. Kızgınlığın toplulaştığı 2. grupta yavru sayısının da grup 1'e göre % 56 oranında

arttığı görülmektedir. Özdemir ve Keskin (2018) kilis keçilerinin ikizlik oranının % 27.1 ile % 35.9 arasında değiştiğini bildirmiştir. Bu durum erkek etkisinin ikizlik oranını önemli ölçüde artırdığını göstermektedir. Yaptığımız araştırmalarda kilis keçilerinde çalışmamıza benzer olarak yapılan bir çalışma bulunamamıştır. Şenok ve ark. (2021) akkeçi keçilerinde yaptıkları çalışmalarında keçilerde erkek etkisinin üreme mevsiminde önemli bir role sahip olmadığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar üreme mevsimi boyunca bir popülasyondaki keçilerin farklı kızgınlık dönemlerinde bulunabileceğinden hormon düzeyleri birbirinden farklı olacağını bu nedenle erkek etkisinin üreme mevsimi boyunca her keçiye önemli bir hormonal etkiye sahip olmayabileceğini bildirmişlerdir. Neto ve ark. (2016) ise teke etkisinin sadece anöstrus dönemdeki dişilerde değil üreme mevsimi içindeki dişilerde de reaksiyona yol açtığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar teke etkisinin

luteal fazdaki keçilerde progesteron düzeylerini etkilemediğini, LH salgılanma frekansını yükselttiğini, dolayısıyla dişilerin teke etkisine karşılık verdikleri endokrin reaksiyonun dişinin bulunduğu kızgınlık döngüsü fazına göre progesteron hormonunun baskılayıcı etkisi nedeniyle farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda alınan olumlu sonuçların nedeni; keçilerimizin içinde bulunduğu östrus siklusu dönemi, çalışmalarda kullanılan keçilerin ırklarının farklılığı ve kullanılan hayvan sayısındaki farklılıklar olabilir.

4. Sonuçlar

Çalışmamızdan sonuç olarak kilis keçilerinde aşım mevsimi içerisinde erkek etkisi kullanılarak kızgınlığın önemli oranda toplulaştığı, çoğul gebelik oranının ise istatistiksel olarak olmasa bile sayısal olarak arttığı belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan materyal sayısının az olması muhtemelen çoğul gebelik oranının önemli çıkmamasına neden olmuştur. Ancak çalışma sonucunda erkek etkisinin; sürü yetiştiriciliği açısından ekonomik, planlı yetiştiricilik ve iş gücü açısından sağladığı faydalar göz önünde bulundurulduğunda faydalı bir yöntem olabileceği kanaatine varılmıştır. Yöntemin daha yaygın kullanımı için daha fazla hayvan katımlı çalışmaların hem aşım sezonunda hem aşım sezonuna girişte hem de aşım sezonu dışında yapılması faydalı olacaktır.

Yazarların Katkı Beyanı

Çalışma Mehmet Ferit Özmen ve Halit Deniz Şireli tarafından planlanmıştır. Halit Deniz Şireli ve Mehmet Ferit Özmen tarafından gerçekleştirilmiştir. Elif Merve Çınar, Murat Turan verilerin yorumlanmasına ve İlhan Alkan çalışmanın yazılmasına yardımcı olmuştur. Yazarların tamamı makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Finansman

Çalışmanın gerçekleştirilmesi için herhangi bir finans kaynağı kullanılmamıştır.

Etik Kurul Onayı

Yapılan çalışma HADMEK Yönetmeliği ve Deneysel ve Diğer Bilimsel Amaçlar İçin Kullanılan Hayvanların Refah ve Korunmasına Dair Yönetmeliğin ilgili maddeleri göre etik kurul iznine tabi değildir (Belge No: 568849, 568700).

Kaynaklar

- Abecia, J.A., Forcada, F., González-Bulnes, A., 2012. Hormonal control of reproduction in small ruminants. *Animal Reproduction Science*, 130(3-4): 173-179.
- Archunan, G., 2008. Identification of putative pheromones in bovine (bos taurus) faeces in relation to estrus detection. *Animal Reproduction Science*, 103(1-2): 149-153.
- Chemineau, P., 1983. Effect on oestrus and ovulation of exposing creole goats to the male at three times of the year. *Journal of Reproduction and Fertility*, 67(1): 65-72.
- Delgadillo, J.A., Gelez, H., Ungerfeld, R., Hawkend, P.A.R., Martin, G.B., 2009. The 'male effect' in sheep and goats—Revisiting the dogmas. *Behavioural Brain Research*, 200: 304-314.
- Dominic, C.J., 1991. Chemical communication in animals. *Journal of Scientific Research*, 41: 157-169.
- Doty, R.L., 1976. Mammalian Olfaction, Reproductive Processes And Behaviour. Academic Press, New York, USA.

- Fatet, A., Pellicer-Rubio, MT., Leboeuf, B., 2011. Reproductive cycle of goats. *Animal Reproduction Science*, 124(3-4): 211-219.
- Günlü, A., Alaşahan, S., 2010. Türkiye’de keçi yetiştiriciliği ve geleceği üzerine bazı değerlendirmeler. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 81(2): 15-20.
- Izard, M.K., 1983. Pheromones and reproduction in domestic animals. In: J.G. Vandenberg (Ed), *Pheromones and Reproduction in Mammals*. Academic Press, New York, pp. 253–285.
- Kaçar, C., Kaya, S., Kuru, M., Zonturlu, AK., 2016. Koyun ve keçilerde üremenin denetlenmesinde güncel yöntemler. *Türkiye Klinikleri Veterinary Sciences-Obstetrics and Gynecology*, 2(1): 29-37.
- Martin, G.B., Milton, J.T., Davidson, R.H., Banchemo-Hunzicker, G.E., Lindsay, D.R., Blanche, D., 2004. Natural methods for increasing reproductive efficiency in small ruminants, *Animal Reproduction Science*, 82: 231-245.
- Neto, A.M.V., Salles, M.G.F., de Araújo, É.P., Rodrigues, I.C.S., da Rocha, D.R., de Araújo, A.A., 2016. Male effect: sustainability and effectiveness in inducing estrus in goat. *Journal of Veterinary Andrology*, 1(1): 13-23.
- Özdemir, F., Keskin, M., 2018. Kilis ve Gaziantep illerinde yetiştirilen Kilis keçilerinin bazı morfolojik ve fizyolojik özellikler bakımından karşılaştırılması. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(1): 115-123
- Rekwot, P.I., Ogwu, D., Oyedipe, E.O., Sekoni, V.O., 2001. The role of pheromones and biostimulation in animal reproduction. *Animal Reproduction Science*, 65(3-4): 157-70.
- Şenok, A., Pehlivan, E., Cedden, F., 2021. Effect of buck existence on some reproductive hormone levels during premating in Akkeçi goats. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 45(5): 930-935.
- Uçar, M., Özyurtlu, N., 2013. Üremenin denetlenmesi. (Ed. A. Semecan, M. Kaymaz, M. Fındık, A. Rışvanlı, A. Köker). *Çiftlik Hayvanlarında Doğum ve Jinekoloji*. Medipres Yayıncılık, Malatya, s.549-65.
- Walkden-Brown, S.W., Restall, H., Henniawati, H., 1993. The male effect in the Australian cashmere goat 1. Ovarian and behavioural response of seasonally anovulatory does following the introduction of bucks. *Animal Reproduction Science*, 32: 41–53.
- Yılmaz, M., Bardakçioğlu, H.E., Taşkın, T., 2009. Koç etkisinin kullanımı ve koyun yetiştiriciliği açısından önemi. *Hayvansal Üretim*, 50(2): 52-9.

Atıf Şekli	Özmen, M.F., Şireli, H.D., Çınar, E.M., Turan, M., Alkan, İ., 2023. Kilis Keçilerinde Aşım Mevsimi İçerisinde Erkek Etkisinin Bazı Reprodüktif Verilere Etkisi. <i>ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 7(4): 809-813. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.10224333 .
To Cite	Özmen, M.F., Şireli, H.D., Çınar, E.M., Turan, M., Alkan, İ., 2023. The Effect of Male Effect on Some Reproductive Data in Kilis Goats During The Matching Season. <i>ISPEC Journal of Agricultural Sciences</i> , 7(4): 809-813. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.10224333 .



Effect of Different Levels of Cluster Tipping On Quality Characteristics and Phenolic Composition in Crimson Seedless Grape Variety

Harun ÇOBAN^{1*}

¹Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Çanakkale

*Corresponding author: harun.coban@comu.edu.tr

Abstract

In table grapes, berry size, homogeneous colour, and medium-dense cluster structure are desirable characteristics. However, the Crimson Seedless grape variety has late maturity small berry size, and poor colour. The study aimed to apply different levels of technical applications to the vines to achieve the desired quality of this table grape variety and it was used completely randomized block design with three replicates for each treatment, and six vines in each replication. Treatments were made as control (C), 1/5 (A1), 1/3 (A2), and 1/2 (A3) cluster tipping (CT). As a result, the grape variety was affected by both vintage averages effect of different rates of CT applied in both years on some quality characteristics and the phenolic composition of the Crimson Seedless grape variety was found to be statistically significant ($p < 0.05$). According to the findings, treatments A1 and A2 for CT were more efficient than the control in enhancing cluster features, berry diameter, and berry quality. Organic acids in both years, the highest values of tartaric acid and malic acid were found in the control and A1 treatments, while the lowest values were found in the A2 and A3 treatments. On the other hand, CT treatments increased as the average peonidin-3-glucoside by 48.58%, malvidin-3-glucoside by 20.54%, cyanidin-3-glucoside content by 15.98 %, delphinidin-3-glucoside by 7.85%, and petunidin-3-glucoside by 7.48 % in both years.

Research Article

Article History

Received :15.07.2023
Accepted :28.08.2023

Keywords

Crimson seedless
cluster tipping
phenolic composition

1. Introduction

Türkiye's most important viticulture region in cultivating table grapes is the Gediz basin, which covers Sarıgöl/Manisa zone. Grape production in Türkiye is realized in an area of 400,778 ha. with 5.65% of the world's grape production area. Türkiye ranks 5th in the world in grape production area. Manisa ranks first in Türkiye with 28% of the total vineyard area and 45% of the grape production, and Sarıgöl is one of the districts where table grape production and trade is widespread. Sarıgöl has 11,590 hectares of vineyard area and produces 125,415 tons of fresh grapes (Anonymous, 2022). In general, Sultana Seedless, Red Globe, Mevlana, Superior Seedless, Trakya Ilkeren, and Antep Karası varieties are dominant in the region, and the cultivation of the Crimson Seedless grape variety has been increasing rapidly in recent years. When it comes to table grapes, consumers are primarily influenced by the variety and their appearance. Özer et al. (2012), according to the findings of the research on the influence of cluster thinning applications on Reçel grapes, found that applications increased the size of the berry and the attractiveness of the clusters, the density of the clusters, and the colour homogeneity of the berry. Piernas et al. (2022) and Choi et al. (2023) explained that for table grapes to be of good quality, they should have medium-sized clusters with characteristic colours and pleasant flavours, equal size, and excellent berries.

Various cultural practices and technical procedures such as canopy management, cluster tipping, berry thinning, girdling, and the use of growth regulators are applied to develop grape features in table grape cultivation. Thinning is a technical treatment that doesn't require specialized skills to improve the quality of vines and regulate their yield. This involves manually eliminating flowers or berries from clusters after the fruit set, which can increase the

size and weight of the remaining fruit, leading to better quality. Asmaa et al. (2020), in their study on the Ruby Seedless grape variety, reported that they obtained large-berry and homogeneous clusters by removing some clusters and explained the reason for this as an increase in the amount of leaf area per unit yield. Thinning clusters is a technique to achieve larger berries, higher berry weight, and faster ripening. This means that reducing the number of grape clusters on a vine directly affects the balance between yield and quality. As a result, the production of assimilates is improved and leads to an increase in grape superiority (Nan et al., 2023). Numerous studies have been conducted on the quality of table grapes. These studies have explored different factors such as colour characteristics (Lutzt et al., 2011), cultural practices (Jayasana et al., 2008), chemical parameters, and phenolic composition (Sing Brar et al., 2008; Baiano et al., 2011; Lutzt et al., 2011), protein content and enzymatic activities (López-Miranda et al., 2011), post-harvest storage conditions, and packaging atmosphere and materials (Rolle et al., 2011). Crimson seedless grape variety has late maturity and small berry size and red colour. However, there is not enough research on Crimson Seedless, which has been used as a late variety in recent years and its production is increasing day by day.

The study aimed to examine how varying degrees of clusters tipping (1/5, 1/3, and 1/2 cm) impact the phenolic composition, cluster, and berry characteristics of the Crimson Seedless grape variety.

2. Materials and Methods

2.1. Location and plant material

The study was conducted in 2021 and 2022 in a producer vineyard where the Crimson Seedless grape variety was grown in Sarıgöl district, Manisa /Türkiye [38°10' 24.2" N 28°38' 42.6" E]. The research vineyard is ten years old, the implanting

spaces were 3.0 m between the rows and 2.0 m on the row and trained onto a big "Y" trellis system. During winter pruning (mid-February) the vines were cane pruned and 6 canes with 15 buds each were left for cv. Crimson Seedless.

2.2. Field treatments

The experimental design was planned as completely randomized block with three replicates for each treatment. There were six vines in each replication. Cluster tipping (CT) processes applied to grapes at the berry-set stage (when the berry diameter is 2-3 cm). The treatments with scissors were made as follows,

1. C, control (no treatment)
2. A1, 1/5 cluster tipping (berry thinning, 20% of berries removed per cluster)
3. A2, 1/3 cluster tipping
4. A3, 1/2 cluster tipping

2.3. Morphological traits

On September 21st, the grapes were harvested when the berry colour turned red and was evenly distributed in 90-95% of the clusters in two consecutive years. Six vines were randomly selected, and from each, ten clusters were taken and weighed. The average weight (g), length (cm), and width (cm) of the clusters were measured using a digit-meter instrument. For each cluster, 12 berries were randomly picked from the top, center, and tip. The weight (g), length (mm), and diameter (mm) of each berry were determined using digital calliper with in 0.01 accuracy using the fresh berries.

2.4. Extraction

At harvest, the following extracts were prepared and analyzed by extracting the must of berries collected randomly from the clusters of six vines in each replicate. The soluble solid content (SSC) of juices was measured using a handheld refractometer (Atago, Japan) and expressed as °Brix. The titratable acidity (TA) was measured by

titrating 10 mL juice with 0.1N NaOH to pH 8.1 and expressed as tartaric acid g L⁻¹. The pH of grape juices was found using a pH meter (MP220, Switzerland). Berry firmness was determined using a digital penetrometer with a 2 mm needle FM200 (Rolle et al., 2011). The compactness of the clusters was observed on a scale of 1 (very loose) to 5 (very compact) according to Çelik (1998).

2.5. Organic acid

To prepare for high-performance liquid chromatography (HPLC), we followed a modified method by Bevilacqua and Califano (1989) to extract organic acids from 100g of berries. First, we crushed the berries with a Heidolph SilentCrusher M (Germany), then homogenized 7g of the skin and pulp with 50mL of 0.009N H₂SO₄ using an A-10 Analytical Mill (Tekmar Ohio, USA). Next, we shook the samples using a Heidolph Unimax 1010 (Germany) for an hour before centrifuging them at 7000 g for 5 minutes with a Hettich Zentrifugen Universal 32 R (Germany). Afterward, we passed the supernatant through a filter once and then twice through a 0.45 µm membrane filter (Millipore Millex-HV Hydrophilic PVDF, USA). The standard solutions were prepared individually in different concentrations with double distilled water. Organic acids (l-tartaric, l-malic, citric, fumaric, and succinic) were obtained from Sigma (St. Louis, USA).

2.5.1. HPLC conditions

The modified method (Bevilacqua et al., 1983; Perez-Ruiz et al., 2004) was used to extract organic acids. The system was controlled with the Agilent package program and a column of Aminex HPX - 87 H, 300 mm × 7.8 mm (Bio-Rad Laboratories, Richmond, USA) was used. The Photodiode array detector was set to 214 and 280 nm wavelength. A mobile phase of 0.009 N H₂SO₄ was filtered through a 0.45 µm membrane at a flow rate

of 1 mL min⁻¹ to analyze organic acids. The acid amounts were determined by measuring peak areas with external standards and expressed as mg g⁻¹. For the analysis, a high-performance liquid chromatography system (LC-10Avp; Shimadzu, Kyoto, Japan) was used.

2.6. Phenolic composition

A modified version of the Di Stefano and Cravero (1991) method was used to analyze the phenolic composition of berry skin. The skins were peeled and ground into a fine powder with liquid nitrogen. Then, skin powders (0.1g) were extracted in 30 mL of HCl-methanol (1:99, v:v) solution for 24 hours in the dark. The extraction solution (1 mL) was added to 3 mL of potassium chloride buffer (0.025 mmol L⁻¹, pH 1.0) and 3 mL of sodium acetate buffer (0.4 mmol L⁻¹, pH 4.5), respectively. The solutions were then macerated at room temperature for 20 minutes. Absorbance was measured at 520 and 680 nm using a spectrophotometer (UV1901P, Phenix, China). The data collected were analyzed using SPSS software (version 20.0; SPSS

Inc., USA). The means were compared using ANOVA variance analysis and evaluated with Tukey's Test to determine any differences.

3. Results and Discussion

3.1. Influence of different CT levels on cluster and berry features

The effect of various CT levels on the characteristics of clusters and berries in the Crimson Seedless grape variety was analyzed and found to be significant (Table 1). The highest cluster weight value was observed in A2-treated vines (744.10 g vine⁻¹, group a), while the lowest weight value was observed in untreated control vines (700 g vine⁻¹, group b). The increase in weight between the two vintages was found to be 5.83%. These results are consistent with previous studies by Özer et al. (2012) and Asmaa et al. (2020), which found that removing a portion of the cluster resulted in a slight increase in weight. Furthermore, in our study, treated vines consistently had clusters with a higher average weight than the control.

Table 1. Effect of different cluster tipping levels on characteristics of clusters

	Cluster weight (g)			Cluster length (cm)			Cluster width (cm)			Num. berries of cluster			Cluster Compactness		
	2021	2022	Mean	2021	2022	Mean	2021	2022	Mean	2021	2022	Mean	2021	2022	Mean
C	703.00b	710.20b	706.6b	25.30a	28.90a	27.1a	13.80c	12.35b	13.0b	152.82a	186.89a	169.85a	4.04a	4.46a	4.25a
A1	713.10b	743.70a	728.4a	22.45b	26.30b	24.3b	14.60b	11.90b	13.2b	141.76a	170.21a	155.98b	3.46b	3.46b	3.46b
A2	730.80a	758.30a	744.1a	21.10bc	22.25c	21.6c	15.40b	14.71a	15.0a	110.51b	115.32b	112.91c	3.23b	3.18b	3.20b
A3	715.50a	705.70a	710.1ab	19.85c	21.10c	20.4c	19.10a	14.35a	16.7a	100.40b	98.50b	99.45d	4.05a	4.66a	4.68a

a, b, c: Mean values followed by the same letter in each column are not significantly different (P>0.05)
C, control A1, 1/5 cluster tipping (berry thinning) A2, 1/3 cluster tipping A3, 1/2 cluster tipping

Table 1 shows that the control vines had the longest cluster length and the highest number of berries per cluster on average. However, the CT treatments at different levels (A1, A2, A3) significantly decreased the number of berries per cluster compared to the control, with the greatest reduction observed in CT treatments at A2 and A3. For two years, the number of berries per cluster was reduced by approximately 15.76

- 39.13% compared to the control. These results are consistent with previous studies on the effects of cluster-tipping practices in various grape varieties, such as those conducted by Dardeniz (2014), Fallahi et al. (2018) and Nan et al. (2023). Moreover, CT may have caused a decrease in the amount of berries in each cluster, but it has resulted in a slight increase in the average weight of each cluster per vine. These results are in

line with the study conducted by Belal et al. (2016), who noted that the thinning of grape clusters tended to lead to a higher average weight of clusters for Merlot and Cabernet Sauvignon grapes.

The effect of CT treatments on cluster compactness is significant. Specifically, treatments A2, A3, and cluster tipping resulted in a lower number of grape berries per cluster compared to the control group. This suggests a slight decrease in cluster compactness and a medium-density homogeneous cluster structure, which ultimately leads to an increase in the number of marketable grapes. Several other researchers have supported these findings in their studies, citing how CT treatments remove the living parts of the vine and concentrate their activities on the remaining parts, thereby preventing cluster compactness (Çelik, 1998; Han et al., 2019; Xi et al., 2020). Dardeniz (2014) reported similar results, noting that removing the tip of the cluster during berry thinning reduces

the number of berries in the cluster and subsequently decreases its compactness.

The results of Table 2 showed that all CT treatments resulted in higher berry weight and diameter values than the control. Specifically, A1, A2, and A3 treatments had a more significant effect, increasing average berry weight, diameter, length, and firmness compared to A3 or untreated vines. These treatments increased the average berry weight by approximately 19.26-22.36% compared to the control. The mean berry diameter, length, and firmness were similarly affected. It was observed that CT treatments caused an increase in average berry diameter and length compared to the control. A2 CT treatment had the highest impact, producing the highest berry diameter, length, and firmness in both seasons of the study, with an increase of about 4.39-6.43%, 5.14-5.08%, and 3.05-13.88%, respectively, compared to the control.

Table 2. Effect of different cluster tipping levels on characteristics of berry weight

	Berry weight (g)			Berry length (mm)			Berry diameter (mm)			Firmness (g cm ⁻²)		
	2021	2022	M*	2021	2022	M	2021	2022	M	2021	2022	M
C	4.1±0.48	3.8±0.5 b	3.95c	13.5±0.9b	13.5±0.9 b	13.5bc	12.4a	12.7 b	12.4ab	360b	398b	379b
A1	4.7±0.3a	4.1±0.4 b	4.40b	13.8±0.9a	14.0±0.8a	13.9b	13.0a	13.0 a	13.0a	377b	401b	389b
A2	4.8±0.2 a	4.6±0.4 a	4.70a	14.1±1.1a	14.2±1.2 a	14.1a	13.2a	13.2 a	13.2a	410a	430a	420a
A3	4.8±0.4 a	4.4±0.3 a	4.60b	13.9±1.0a	14.0±0.9 a	13.9b	12.2b	13.0 a	12.6b	408a	412a	410a

a, b, c, d: Mean* (means ± SEM) values followed by the same letter in each column are not significantly different ($P>0.05$)
C, control A1, 1/5 cluster tipping (berry thinning) A2, 1/3 cluster tipping A3, 1/2 cluster tipping

The growth of berries can be attributed to the impact of CT treatments, which altered the ratio of leaves to fruit and lessened the competition among the remaining fruits for assimilates. As per Dardeniz (2014) and Uslu and Cardinal grape cultivars, the results of Asma et al. (2020) on Ruby seedless grape cultivars showed that there was an increase in fruit weight and diameter based on the rate of cluster thinning.

3.2. Influence of different CT levels on SSC (Brix), TA (g L⁻¹), pH, and ripeness index

The Crimson Seedless variety was subjected to different levels of CT, and the effect on SSC, TA, pH, and ripeness index was significant over two years, as shown in Table 3. However, pH was found to be insignificant in both years. The A2 and A3 treatments yielded the highest values for SSC, while the control had the lowest values. In other words, the CT treatments had a positive impact on SSC, resulting in

higher values as compared to the untreated clusters, on average, over the two vintages. The data in the same table show that CT treatment has an opposite effect on TA compared to its effect on SSC in the juice. Specifically, CT treatment levels A2 and A3 resulted in lower TA values in the juice, while CT A1 treatment and the control group gave higher TA values (as shown in Table 3). This is consistent with the findings

of Xi et al. (2020) in the local cultivar 'Jumeigui' and Nan et al. (2023) in two different cultivars, who reported that different levels of cluster tipping treatments significantly increased SSC value in grapes as the rate increased, while significantly reducing the TA of the cultivars when compared to untreated vines. Our study aligns with these findings.

Table 3. Effect of different cluster tipping levels on SSC (°Brix), TA (g L⁻¹), maturity index, and pH

	SSC (°Brix)			TA (g L ⁻¹)			maturity index		pH		
	2021	2022	mean	2021	2022	mean	2021	2022	mean	-21	-22
C	18.0±0.2b	19.2±0.1b	18.6 b	6.18±0.15a	5.98±0.18a	6.08 a	29.2±1.80b	32.1±0.95b	30.6 c	3.7	3.7
A1	18.1±0.6b	19.3±0.3a	18.6 b	5.75±0.11a	5.78±0.06a	5.75 b	31.5±1.15b	33.4±1.50b	32.4 b	3.8	3.8
A2	18.7±0.8a	19.5±0.5a	19.1 a	5.55±0.05b	5.40±0.50b	5.47 c	33.7±0.98a	34.0±1.24a	33.8 b	3.9	3.8
A3	18.9±0.4a	19.7±0.7a	19.3 a	5.40±0.13b	5.40±0.10b	5.40 c	35.0±1.50a	36.1±1.65a	35.5 a	3.9	3.8
LSD _{0.05}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ns	ns

a, b, c: Mean values (means ± SEM) followed by the same letter in each column are not significantly different ($P>0.05$) ns: non-significant
C, control A1, 1/5 cluster tipping (berry thinning) A2, 1/3 cluster tipping A3, 1/2 cluster tipping

The ratio of SSC/TA in fruit shows a similar pattern to that of grapes in both years studied. This is likely due to the cluster rotation increasing the SSC value in the grape juice while decreasing the TA levels, as shown in Table 3. Additionally, decreasing the amount of berries per cluster, without changing the number of leaves, reduces competition among the berries for essential materials. Therefore, it can be inferred that the cluster tipping treatments were successful in promoting carbohydrate accumulation, which activates growth and development, resulting in increased berry weight and faster ripening. Guadino et al. (2002) and Sabır et al. (2010) found that increasing cluster tipping in 'Nebbiolo' grape and five different grape cultivars, respectively, resulted in a higher ripeness

index. This was attributed to the source/sink ratio. Our study supports these findings, as do studies by Da Mota et al. (2010), and Keskin et al. (2013). They also reported that cluster tipping can increase SSC and ripeness index while decreasing TA.

3.3. Influence of different CT levels on organic acids (mg g⁻¹)

Table 4 presents the organic acid contents of grapevines that were grown organically and subjected to different levels of cluster tipping. The results show that the treatments had a significant effect ($p<0.05$) on the tartaric and malic acid of the Crimson Seedless variety at various CT levels in both years. However, citric acid, fumaric acid, and succinic acid showed no significance ($p>0.05$) in either year.

Table 4. Effect of different cluster tipping levels on Organic acids (mg g⁻¹)

Organic acids (mg g ⁻¹)										
		2021	2022	Mean			2021	2022	Mean	LSD _{0.05}
Tartaric	C	4.98±0.90 a	5.10±0.92a	5.04±0.91a	Citric	C	0.44±0.10	0.40±0.10	0.42±0.05	ns
	A1	4.65±0.50 a	4.85±0.10a	4.75±0.75b		A1	0.39±0.00	0.37±0.05	0.38±0.10	
	A2	4.41±0.21 a	4.55±0.15a	4.48±0.17b		A2	0.39±0.10	0.36±0.10	0.37±0.15	
	A3	4.10±0.12a	4.15±0.13a	4.12±0.12c		A3	0.30±0.00	0.30±0.05	0.30±0.05	
Malik	C	2.10±0.20 a	1.98±0.05a	2.04±0.22a	Fumaric	C	0.25±0.05	0.26±0.05	0.25±0.00	ns
	A1	2.00±0.18 a	1.94±0.10a	1.97±1.86a		A1	0.17±0.00	0.22±0.10	0.19±0.00	
	A2	1.81±0.10 b	1.78±0.15b	1.79±0.12b		A2	0.22±0.00	0.19±0.00	0.19±0.00	
	A3	1.90±0.05 b	1.72±0.10b	1.81±0.75b		A3	0.27±0.05	0.25±0.05	0.26±0.10	
					Succinic	C	0.20±0.05	0.22±0.05	0.21±0.05	ns
						A1	0.22±0.05	0.19±0.05	0.20±0.05	
						A2	0.24±0.10	0.26±0.08	0.25±0.09	
						A3	0.25±0.10	0.28±0.10	0.26±0.10	

a, b, c: Mean values (means ± SEM) followed by the same letter in each column are not significantly different (P>0.05) ns: non-significant
C, control A1, 1/5 cluster tipping (berry thinning) A2, 1/3 cluster tipping A3, 1/2 cluster tipping

The organic acid content varied based on the treatments. Vines under A1 and control treatments had the highest levels of tartaric acid (4.65-4.98) and malic acid (1.95-2.01), respectively. However, the lowest values of tartaric and malic acid were found in A3 treatments (Table 4). Citric acid, fumaric acid, and succinic acid values ranged between (0.26-0.40; 0.22-0.27, and 0.21-0.26) in the CT treatments, respectively. Several studies, including those conducted by Lopez et al. (2011) and Keskin et al. (2013), have examined grapes grown using conventional cultivation methods. López-Tamames et al. (2011) discovered that citric and malic acids were influenced by climate. Sabır et al. (2010) reported that ripe grape cultivars had significantly lower malic acid content compared to tartaric acid content. In contrast, Da Mota et al. (2010) found no effect on the tartaric, citric, and malic acids in 'Cabernet Sauvignon' from cluster thinning in the no-shoot trimmed vines. Previous research by Conte et al. (2012) and Melino et al. (2009) confirmed that malic acid, which serves as an energy source during the ripening stage, is present in lower quantities compared to tartaric acid. These studies also suggest that malic

and tartaric acids constitute the majority of the total acidity in berries (Sweetman et al., 2009).

3.4. Influence of different CT levels on phenolic composition (mg kg⁻¹)

Crimson Seedless Grape showed a significant difference ($p<0.05$) in anthocyanin content (mg kg⁻¹) when treated at varying CT levels in both 2021 and 2022. The highest levels of total anthocyanins and 3-mono glucoside anthocyanins were found in treatments A2, A1, and A3, respectively, while the lowest levels were observed in the control group for both years (Table 5). This means that untreated clusters had lower levels of total anthocyanins and 3-monoglucoside anthocyanins compared to those treated with CT, on average across both vintages. The treatments A3, A1, and A2 produced the highest levels of delphinidin, cyanidin, petunidin, and malvidin (free anthocyanins), while the lowest levels were found in the control group for both years. Peonidin content was highest in treatments A2, A1, and A3 in 2021, and A2, A3, and A1 in 2022.

Table 5. Effect of different cluster tipping levels on the anthocyanin composition (mg kg⁻¹)

	2021				2022			
	C	A1	A2	A3	C	A1	A2	A3
Total anthocyanins mg kg ⁻¹	1610.2 c	1820.5 b	2010.3 a	1805.2 b	1640.2 c	1805.1 b	1950.1 a	1780.5 b
3-monoglucoside anthocyanins mg kg ⁻¹	1095.2 c	1630.1 b	1760.1 a	1450.5 bc	1245.3 d	1605.3 b	1720.5 a	1420.1 c
Delphinidin	86.23 b	84.25 b	77.85 c	90.23 a	87.35 b	82.42 c	75.23 d	91.42 a
Cyanidin	175.34 c	185.65 b	184.30 b	190.30 a	174.12 c	182.31 bc	187.15 b	191.42 a
Petunidin	82.54 b	84.45 b	79.43 c	90.25 a	80.50 b	84.00 b	77.27 c	92.15 a
Peonidin	532.75 c	650.86 b	780.25 a	624.65 b	535.34 c	649.10 b	784.45 a	623.40 b
Malvidin	225.24 b	205.34 b	220.21 b	250.10 a	234.18 bc	250.25 b	285.00 a	235.32 b

a, b, c, d: Values followed by the same letter in each line are not significantly different ($P>0.05$)
 C, control A1, 1/5 cluster tipping (berry thinning) A2, 1/3 cluster tipping A3, 1/2 cluster tipping

In both years, the grapes from the control vines had the lowest peonidin content, as shown in Table 5. The data indicates that applying CT at A1, A2, and A3 resulted in higher total sugar and anthocyanin levels compared to vines without treatment. This difference can be attributed to various climatic factors, including the CT ratio, application time, and temperature during the vegetation period. Sugars are the primary source of anthocyanin synthesis, which is why these findings are in line with previous studies conducted by Guidoni et al. (2002), and Kök (2016) who also presented similar views in their research. The study found that reducing the number of berries in a cluster led to an increase in sugar and a decrease in acid content in the berries. It was also determined that clusters with larger berries had a more compact structure when at medium density. These findings are consistent with previous studies conducted on different types of grapes, such as the research by Guidini et al. (2002) and Xi et al. (2020) which showed that sugar content can affect flavonoid accumulation in grape berries. Additionally, Colombo et al. (2019) found that regulating the source/sink ratio with CT is a common method for increasing the accumulation of secondary metabolites.

In the Crimson Seedless table grape variety, the primary anthocyanins formed are cyanidin-based, particularly the methoxylated forms of peonidin-3-mono

glucoside and malvidin-3-mono glucoside. These anthocyanin levels were observed to increase with different levels of CT treatments. Additionally, CT treatments were found to enhance the accumulation of peonidin-3-glucoside and malvidin-3-glucoside in the berry skin during ripening. These findings align with previous studies conducted by Profio et al. (2011), Xi et al. (2020), and Nan et al. (2023).

4. Conclusion

Based on the findings of the study, it has been concluded that various treatments employed in the research have a significant impact on the physical and chemical characteristics of grapes. Specifically, the practice of cluster tipping has been proven to be effective for table grape growers who aim to produce visually appealing, moderately dense, and large-berried clusters, resulting in a profitable production with high market value. This technique is particularly important for organic table grape cultivation. Overall, the research indicates that A2 is the optimal method for achieving the desired outcomes. A2 treatment can be recommended for producers of Crimson Seedless Table grapes.

Acknowledgments

This research was supported by the Manisa Province Grape Producers Association. We would like to express our thanks

References

- Anonymous, 2022. Tarımsal Ürünler. (http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001), (Erişim Tarihi: 10.05.2023)
- Asmaa, S., Omar, M., Aboryia, M.S., 2020. Effect of cluster tipping on yield, cluster composition, and quality of ruby seedless grapevines. *Journal of Plant Production*, 11(12): 1487-1493.
- Baiano, A., Terracone, C., 2011. Varietal differences among the phenolic profiles and antioxidant activities of seven table grape cultivars grown in the south of Italy based on chemometrics. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 59: 9815-9826.
- Belal, B.E.A., El-kenawy, M.A., Abada, M.A.M., 2016. Using some technical operations for improvement of quality of King Ruby grapes. *Egyptian Journal of Horticulture*, 43(1): 63-76.
- Bevilacqua, A.E., Califano, A.N., 1989. Determination of organic acids in dairy products by high-performance liquid chromatography. *Journal of Food Science*, 54: 1076-1079.
- Çelik, S., 1998. Bağcılık (Ampeloloji). Anadolu Matbaa Ambalaj Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti. Tekirdağ, Türkiye.
- Choi, S., Ban, S., Choi, S., 2023. The impact of plant growth regulators and floral cluster thinning on the fruit quality of 'Shine Muscat' grape. *Horticulture*, 9: 392-405.
- Colombo, R.C., Roberto, S.R., Nixdorf, S.L., Navarro, J.P., Alonso, S.G., Morales, A.M., 2019. Analysis of the phenolic composition and yield of 'BRS Vitoria' seedless table grape under different bunch densities using HPLC-DAD-ESI-MS/MS. *Food Research International*, 130(e-828): 108955.
- Conte, A., Mastromatteo, M., Antonacci, D., Del Nobile, M.A., 2012. Influence of cultural practices and packaging materials on table grape quality. *Journal of Food Process Engineering*, 35: 701-707.
- Dardeniz, A., 2014. Effects of cluster tipping on yield and quality of Uslu and Cardinal table grape cultivars. *COMU Journal of Agriculture Faculty*, 2(1): 21-26.
- Da Mota, R.V., De Souza, R.C., Silva, C.P.C., De Faria Freitas, G., Shiga, T.M., Purgatto, E., Lajolo, F.M., De Albuquerque Gina, M., 2010. Biochemical and agronomical responses of grapevines to alteration of the source-sink ratio by cluster thinning and shoot trimming. *Campinas*, 69: 17-25.
- Di Stefano, R., Cravero, M.C., 1991. Metodi per lo studio dei polifenoli nell'uva. *Rivista di Viticoltura e Di Enologia*, 44: 37-45.
- Fallahi, E., Fallahi, B., Kieser, M.J., 2018. Optimal cluster threshold for improving yield and berry quality attributes of 'Alborz' table grape in the inland Pacific Northwest U.S.A. *Journal of Applied Horticulture*, 20(1): 11-14.
- Guidoni, S., Allara, P., Schubert, A., 2002. Effect of cluster thinning on berry skin anthocyanin composition of *Vitis vinifera* cv. Nebbiolo. *American Journal of Enology and Viticulture*, 53: 224-226.
- Han, W., Han, N., He, X., Zhao, X., 2019. Berry thinning to reduce bunch compactness improves fruit quality of Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.). *Science Horticulture*, 246: 589-596.

- Iland, P., Bruer, N., Edwards, G., Weeks, S., Wilkes, E., 2004. Chemical Analysis of Grapes and Wine: Techniques and Concepts. Patrick Iland Wine Promotions, Campbelltown, South Australia.
- Jayasena, V., Cameron, I., 2008. °Brix/Acid ratio as a predictor of consumer acceptability of Crimson seedless table grapes. *Journal of Food Quality*, 31: 736-750.
- Keskin, N., İşci, B., Gökbayrak, Z., 2013. Effects of cane-girdling and cluster and berry thinning on berry organic acids of four *Vitis vinifera* L. table grape cultivars. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 12(6): 115-125.
- Kök, D., 2016. Variation in total phenolic compounds, anthocyanin and monoterpene content of 'Muscat Hamburg' table grape variety (*V. vinifera* L.) as affected by cluster thinning and early and late period basal leaf removal treatments. *Erwerbs-Obstbau*, 58(4): 241-246.
- López-Miranda, S., Hernández-Sánchez, P., Serrano-Martínez, A., Hellín, P., Fenoll, J., Núñez-Delicado, E., 2011. Effect of ripening on protein content and enzymatic activity of Crimson seedless table grape. *Food Chemistry*, 127: 481-486.
- Lutz, M., Jorquera, K., Cancino, B., Ruby, R., Henriquez, C., 2011. Phenolic and antioxidant capacity of table grape (*Vitis vinifera* L.) cultivars grown in Chile. *Journal of Food Science*, 76: C1088.
- Melino, V.J., Soole, K.L., Ford, C.M., 2009. A method for determination of fruit-derived ascorbic, tartaric, oxalic and malic acids, and its treatment to the study of ascorbic acid catabolism in grapevines. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 15: 293-302.
- Mazumadar, B.C., Majumder, K., 2003. Methods on Physico-Chemical Analysis of Fruits. Daya Publishing House, Delhi, India.
- Nan, J., Yonggang, Y., Minmin, L., Bin, H., Yan, S., Changjiang, L., 2023. Berry thinning affects the fruit quality composition of two table grape cultivars under linkage greenhouse conditions. *Hortscience*, 58(1): 134-140.
- Özer, C., Yasasin, A.S., Ergonul O., Aydin, S., 2012. The effects of berry thinning and gibberellin on reçel üzümü table grapes. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 49(2): 105-112.
- Pérez-Ruiz, T., Martínez-Lozano, C., Tomas, V., Martín, J., 2004. High-performance liquid chromatographic performance liquid chromatography. *Journal Food Science*, 54: 1076-1079.
- Piernas, S., Gimenez, M.S., Artiago, L.N., Garcia-Pastor, M.E., Garcia-Martinez, S., Zapata, P.J., 2022. Influence of bunch compactness and berry thinning methods on wine grape quality and sensory attributes of wine in *Vitis vinifera* L. cv. 'Monastrel'. *Agronomy*, 12(3): 680-690.
- Profio, F.D., Reynolds, A.G., Kasimos, A., 2011. Canopy management and enzyme impacts on Merlot, Cabernet Franc, and Cabernet Sauvignon. I. Yield and berry composition. *American Journal of Enology and Viticulture*, 62(2): 139-151.
- Roberto, S.R., Mashima, C.H., Colombo, R.C., Assis, A., Koyama, M.R.L., Yamamoto, R., 2017. Berry-cluster thinning to reduce compactness of 'Black Star' table grapes. *Ciência Rural Santa Maria*, 47(4): e20160661.

- Rolle, L., Río Segade, S., Torchio, F., Giacosa, S., Cagnasso, E., Marengo, F., Gerbi, V., 2011. Influence of grape density and harvest date on the changes in phenolic composition, phenol extractability indices, and instrumental texture properties during ripening. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59: 8796-8805.
- Sabır, A., Kafkas, E., Tangolar, S., 2010. Distribution of major sugars, acids, and total phenols in the juice of five grapevine [*Vitis* spp.] cultivars at different stages of berry development. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8: 425-433.
- Singh Brar, H., Singh, Z., Swinny, E., 2008. Dynamics of anthocyanin and flavonol profiles in the 'Crimson Seedless' grape berry skin during development and ripening. *Science Horticulture*, 117: 349-356.
- Sweetman, C., Deluc, L.G., Cramer, G.R., Ford, C.M., Soole, K.L., 2009. Regulation of malate metabolism in grape berries and other developing fruits. *Phytochemistry*, 70: 1329-1344.
- Xi, X.J., Zha, Y., He Tianand, H.A., 2020. Influence of cluster thinning and girdling on aroma composition in 'Jumeigui' table grape. *Scientific Reports*, 10: 6877.

To Cite

Çoban, H., 2023. Effect of Different Levels of Cluster Tipping On Quality Characteristics and Phenolic Composition in Crimson Seedless Grape Variety. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 7(4): 814-824.
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10224547>.

Ornithogalum umbellatum'un *In Vitro* Çoğaltımı

Gülşüm ÖZTÜRK^{1*}

¹Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, İzmir

*Sorumlu Yazar (Corresponding author): gulsum.ozturk@ege.edu.tr

Özet

Bu çalışmanın amacı Ülkemiz geofitleri içerisinde yer alan *Ornithogalum umbellatum*'un doku kültürü ile çoğaltım performansının belirlenmesidir. Çalışma Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü doku kültürü laboratuvarında yürütülmüştür. Çalışmada genetik materyal olarak *Ornithogalum umbellatum*'un soğan eksplantları kullanılmıştır. Soğan eksplantları *in vitro*'da farklı sitokinin içeren ortamlarda kültüre alınmıştır. *Ornithogalum umbellatum*'un rejenerasyonu için MS+Z (Zeatin) (0.5; 1.0 ve 2.0 mg l⁻¹), MS +TDZ (Thidazuron) (3.0 ve 4.0 mg l⁻¹) ve MS+BAP (6-Benzilaminopurin) (4.0 mg l⁻¹) ortamları kullanılmıştır. Sürgün sayısı bakımından Z, TDZ ve BAP içeren ortamlarda fark bulunmamıştır. Sürgün uzunluğu bakımından 0.5 mg l⁻¹ Z içeren ortam 10.2 cm ile en yüksek bulunmuştur. Kök sayısı ve kök uzunluğu bakımından 0.5 mg l⁻¹ ve 1.0 mg l⁻¹ Z içeren ortamlar başarılı bulunmuş olup, diğer ortamlarda kök oluşumu sağlanmamıştır. *In vitro*'dan gelişen sürgünler kök oluşumu için farklı oranlarda IBA içeren ortamlarda alt kültüre alınmıştır. Kök sayısı bakımından ortamlar arasında fark bulunmazken; kök uzunluğu bakımından 0.5 mg l⁻¹ ve 1.0 mg l⁻¹ IBA içeren ortamlar başarılı bulunmuştur. Sonuç olarak *Ornithogalum umbellatum*'un soğan eksplantları *in vitro* koşullarda çoğaltıma uygun bulunmuştur. Bu nedenle bu türün *in vitro* çoğaltımı ile hızlı ve hastaliksız çoğaltımın başarılı bir şekilde uygulanabileceği ve ticari üretim başta olmak üzere farklı alanlarda *in vitro* kültürlerden yararlanacağı önerilir.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi :18.07.2023
Kabul Tarihi :28.08.2023

Anahtar Kelimeler

Ornithogalum umbellatum
in vitro çoğaltım
alt kültür

In Vitro Propagation of *Ornothogalum umbellatum*

Abstract

The objective of this study is to determine the propagation performance of *Ornithogalum umbellatum*, which is among the geophytes of our country, by tissue culture. The study was conducted in the tissue culture laboratory of the Field Crops Department of Agricultural Faculty of the Ege University. Bulbs explants of *Ornithogalum umbellatum* were used as genetic material in the study. Bulb explants were cultured in different cytokinins for the regeneration *in vitro* conditions. The media of different levels of MS+Z (Zeatin) (0.5; 1.0 ve 2.0 mg L⁻¹), MS +TDZ (Thidazuron) (3.0 ve 4.0 mg L⁻¹) ve MS+BAP (6-Benzilaminopurin) (4.0 mg L⁻¹) were used for *in vitro* propagation. There was no difference in media of Z, TDZ and BAP for the number of shoots. The medium of 0.5 m L⁻¹ Z had the highest mean in terms of shoot length as 10.2 cm. For root number and root length were found to be successful in 0.5 mg L⁻¹ and 1.0 mg L⁻¹ Z but root formation was not achieved in the other media. Developing shoots were sub cultured in different amounts of IBA for root formation. While there was no difference in the IBA media for root number, 0.5 mg L⁻¹ and 1.0 mg L⁻¹ IBA had the highest mean in terms of root length. Bulbs explants of *Ornithogalum umbellatum* were found to be suitable for propagation under *in vitro*. Therefore, it can be used in a rapid and disease-free plantlet by *in vitro* culture and can be evaluated in various area, just as commercial production.

Research Article

Article History

Received :18.07.2023
Accepted :28.08.2023

Keywords

Ornithogalum umbellatum
in vitro propagation
rooting

1.Giriş

Ornithogalum türleri *Liliacea* familyasında (Van Scheepen, 1991) ve *umbellatum* türü yerel adı ile 'akyıldız soğanı' olarak bilinmektedir. Bu tür 10-30 cm kadar boylanabilen, soğanlı çok yıllık bir bitkidir. Yaprakları şeritsi ve tüysüzdür. Çiçek durumu yalancı şemsiye ve beyaz hoş çiçekli, çanak ve taç yapraklardan oluşmaktadır. Meyve kapsül şeklinde 50-90 mm uzunlukta olup, soğanlarının içerdiği müsilaaj, kıvam verici olarak kullanılmaktadır (Heves, 2008; Corominas ve ark., 2017; Kaynak, 2017). *Ornithogalum umbellatum*'un çoğaltımı vegetatif olarak soğanları ile yapılmaktadır (Hutchinson, 2004). Çoğaltım aşamasında virüs, bakteri ve fungus gibi birçok hastalık etmeni soğanlara zarar vermektedir. Bunun yanında soğanlarının çoğaltım hızı da yavaş olup ancak birkaç yılda bir soğandan en fazla 6 yeni soğan oluşmaktadır (Wabule ve ark., 1991; Arslan ve Sarihan, 2002; Hutchinson, 2004). Bu nedenle bu türlerin doku kültürü ile çoğaltımı hem hızlı bir üretim sağlamakta aynı zamanda da hastaliksız ürün elde edilmesi açısından bir avantaj oluşturmaktadır. Bu teknik ile aseptik şartlarda hızlı bir bitki elde edilmesine olanak sağlandığı gibi, her mevsim üretim de yapılabilir. Bu da doku kültürünü klasik üretime göre bir alternatif ve avantaj olarak öne çıkarmaktadır (Debergh ve Zimmerman, 1993; Hartman, 1997; Babaoğlu ve ark., 2001; Hazarika, 2006; Öztürk, 2021a; 2021b). *Tulipa* (Öztürk, 2021b), *Narcissus poeticus* (Lilien-Kipnis ve ark., 1994), *Gladiolus grandiflorus* (Ziv, 1979), *Galanthus Woronowoi* (Öztürk, 2021c) ve *Ornithogalum* gibi türlerde (Hutchinson, 2004) besin ortamı ya da eksplant seçimi ile ilgili *in vitro* çalışmalar yapılmaktadır (González ve ark., 1997; 1999; Sánchez ve ark., 2002). Sürgün uçları ile soğan pullarından yapılan *in vitro* çalışmalar ile oksin ve sitokinin dengesi ile rejenere bitkicikler elde edilmiştir (Skoog ve Miller,

1957; Hutchinson, 2004). Bu türün doku kültürü çalışmaları ile farklı besin ortamı ve farklı büyüme maddelerini içeren protokoller mevcut olup, bitki türüne göre protokoller değişiklik göstermektedir. Bu nedenle farklı *Ornithogalum* türlerine göre yeni protokoller geliştirilmelidir. Özellikle kallus oluşmadan *in vitro* rejenerasyonu sağlanan eksplantların alt kültürlerinin yapılması ile sürgün ve kök oluşumu ile tam bitkilerin elde edilmesi protokollerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışmada tıbbi veya gıda alanında kullanılan *Ornithogalum umbellatum*'un doğal soğanlarının farklı sitokinin ve 0.50 mg l⁻¹ NAA içeren besin ortamlarında *in vitro* rejenerasyonun sağlanması ve elde edilen bitkilerin alt kültürünün yapılması ile tam bir bitki elde edilmesi amaçlanmıştır.

2.Materyal ve Yöntem

2.1.Besin ortamları ve sterilizasyon

Çalışma Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Doku Kültürü Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada genetik materyal olarak Ege Üniversitesi kampüs alından toplanan doğal *Ornithogalum umbellatum* soğanları kullanılmıştır. Araştırmada Murashige ve Skoog (1962) temel besin ortamı kontrol olarak kullanılmış, MS+ 0.5 mg l⁻¹ NAA içeren besin ortamında farklı oranlarda Zeatin (0.5; 1; 2 mg l⁻¹), TDZ (3 ve 4 mg l⁻¹) ve BAP (4 mg l⁻¹) içeren ortamlarda kültür işlemi gerçekleştirilmiştir.

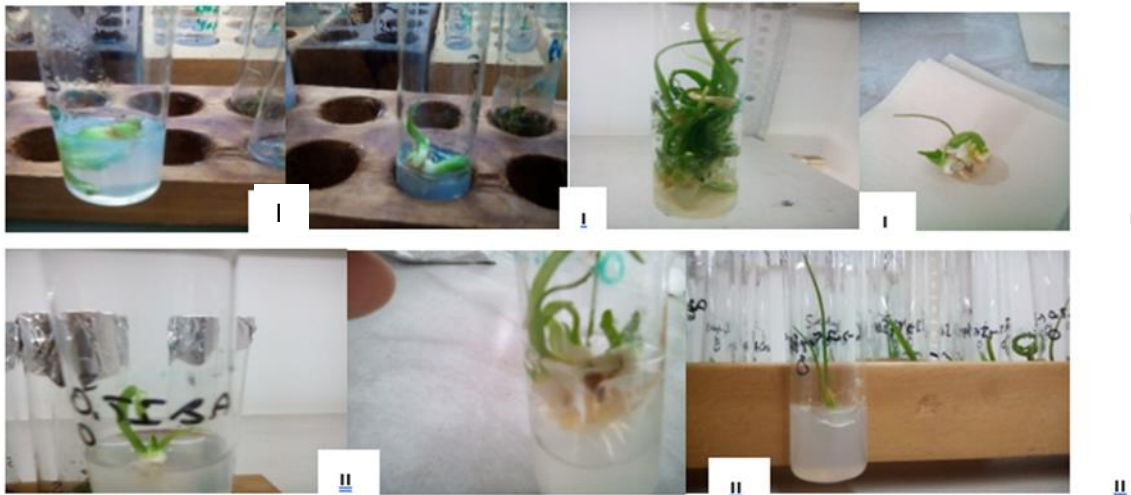
Ornithogalum umbellatum soğanları kültür öncesi ön sterilizasyona alınmış, % 5'lik çamaşır suyunda 30-35 dakika bekletilmiş, yıkanarak temizlenmiş ve kültür işlemine geçilmiştir. *Ornithogalum umbellatum* soğanları yüzey sterilizasyonu için % 70'lik etil alkolde ve % 2.5'luk sodyum hipokloritte (NaOCl) 12 dakika tutulmuş ve 3 kez distile su ile yıkanmıştır. Yüzey sterilizasyonu sonrası her soğanın bazal kısımları 4 parçaya bölünerek besin

ortamı içerisinde kültüre alınmıştır. Eksplant parçaları Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre 2 tekerrürlü olarak *in vitro* kültür ortamında gelişmeye bırakılmıştır. Her bir besin ortamı için 4, toplam 56 eksplant ile kültür işlemi gerçekleştirilmiştir.

2.2.Kültür koşulları ve istatistik değerlendirmeler

Eksplantlar gelişimleri için $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de 16 saat beyaz floresan ışık ($30 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$) ve 8 saat karanlık fotoperiyotta kültüre alınmıştır. Gelişen köklü ve köksüz sürgünler yaklaşık 12 hafta sonra alt kültüre alınarak *in vitro* köklü bitkiciklerin gelişmesi sağlanmıştır. Alt kültür için MS

(kontrol) ve MS + 0.1; 0.5 ve 1.0 mg l^{-1} IBA içeren besin ortamları kullanılmıştır. Köksüz sürgünler Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre 3 tekerrürlü olarak *in vitro* denemeye alınmış ve kültür işlemi gerçekleştirilmiştir. Rejenerasyon ve köklenme ortamında gelişen ve ölçümleri yapılan sürgünlerin ortalamaları Totemstat (Açıkgöz ve ark., 2004) paket programı kullanılarak analiz edilmiş, özelliklere ait ortalamalar Steel ve Torrie (1980)'ye göre Asgari Önemli Fark (AÖF) testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. *Ornithogalum umbellatum*'un *in vitro* rejenerasyon ve alt kültür aşamaları Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. *Ornithogalum umbellatum*'nin *in vitro* kültür aşamaları (1. *Ornithogalum umbellatum*'un *in vitro* rejenerasyonu 11. *Ornithogalum umbellatum*'un alt kültürü ve köklü bitkilerin elde edilmesi)

3. Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada *Ornithogalum umbellatum*'un soğanlarından *in vitro* koşullarda sürgün ve kök rejenerasyonları incelenmiştir. Tablo 1'de *Ornithogalum umbellatum*'un kontrol ve altı farklı besin ortamındaki sürgün gelişim durumları; Şekil 2'de ise sürgün sayısı, sürgün

uzunluğu, kök sayısı ve kök uzunluğu ortalamalarının dağılımı verilmiştir. Tablo 2'de ise gelişen sürgünlerin alt kültürleri ile elde edilen sürgün sayısı, sürgün uzunluğu (cm), kök sayısı ve kök uzunluğu (cm) özelliklerine ait ortalamalar LSD ve F değerleri verilmiş, bu ortalamalara ait histogramlar ise Şekil 3'de sunulmuştur.

Tablo 1. *Ornithogalum umbellatum* soğanlarının farklı besin ortamlardaki gelişme durumları

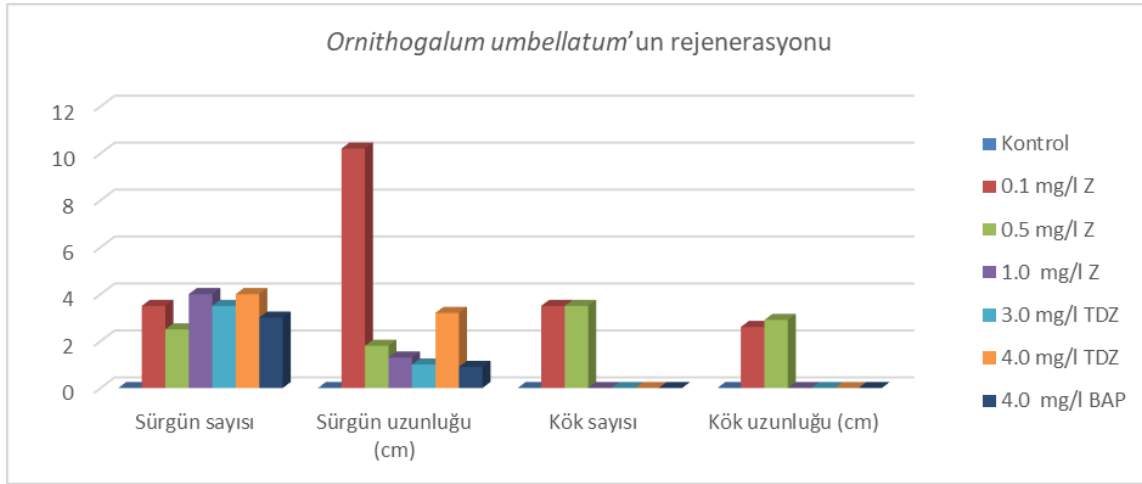
Ortam no	Ortam	Sürgün sayısı	Sürgün uzunluğu (cm)	Kök sayısı	Kök uzunluğu (cm)
1	MS (Kontrol)	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.5 mg l ⁻¹ Z	3.5	10.2	3.5	2.6
3	1.0 mg l ⁻¹ Z	2.5	1.8	3.5	2.9
4	2.0 mg l ⁻¹ Z	4.0	1.3	0.0	0.0
5	3.0 mg l ⁻¹ TDZ	3.5	1.0	0.0	0.0
6	4.0 mg l ⁻¹ TDZ	4.0	3.2	0.0	0.0
7	4.0 mg l ⁻¹ BAP	3.0	0.9	0.0	0.0
LSD(0.05)		1.672	1.621	0.894	0.744
F		7.810**	51.109**	4.833**	4.684**

Tablo 1’de 7 farklı besin ortamında elde edilen sürgün sayısı, sürgün uzunluğu (cm), kök sayısı ve kök uzunluğu (cm) özellikleri için $p \leq 0.01$ düzeyinde istatistiksel farklılıkların olduğu görülmektedir. Sürgün sayısı bakımından Tablo 1’deki besin ortamları değerlendirildiğinde Z, TDZ ve BAP içeren ortamlarda sürgün sayısı bakımından fark olmadığı ve sürgün sayısının 2.5 ile 4.0 adet arasında değiştiği görülmüştür. Sürgün uzunluğu bakımından ise MS+0.5 mg l⁻¹ Z içeren ortam 10.2 cm ile en yüksek bulunmuştur. Kök sayısı bakımından litreye 0.5 mg l⁻¹ ve 1.0 mg l⁻¹ Z içeren ortamlar 3.5 adet ile en yüksek ortalama vermiştir. Kök uzunluğu bakımından yine aynı ortamlarda sırasıyla 2.6 cm ve 2.9 cm olarak en yüksek ortalamalar elde edilmiştir. MS (kontrol) ortamında incelenen tüm özellikler bakımından gelişim sağlanmamış; kök sayısı ve kök uzunluğu özellikleri için 2 mg l⁻¹ Z, 3 mg l⁻¹ TDZ 4 mg l⁻¹ TDZ ile 4 mg l⁻¹ BAP içeren ortamlarda gelişim olmamıştır. Nayak and Sen (1995a) 0.5 mg l⁻¹ BAP ve 2 mg l⁻¹ NAA içeren ortamlarda uzun bir kallus kültürü sonrası rejenerasyon sağlandığı bildirilmiştir. Hutchinson (2004) yaptığı çalışmada yüksek konsantrasyonda TDZ içeren ortamların rejenerasyonda daha başarılı olduğunu vurgulamıştır. Aynı araştırmacı düşük sitokinin konsantrasyonu ile NAA kombinasyonunun daha etkili olduğunu belirtmiştir. Malabadi and Van Staden (2004) *Ornithogalum longibracteatum* türünün soğanlarını

Kinetin, Kinetin ve 2.4 D içeren ortamlarda kültüre almış ve oksin ilave edilen ortamda embriyogenik kallusların oluştuğu bildirmişlerdir. Naik and Nayak (2005), *Ornithogalum virens*’te rejenerasyon için soğan pullarını kullanarak sürgün tomurcukları ve kallus yolu ile indirekt organogenesis gerçekleştirmiştir. *Ornithogalum virens*’te *in vitro* rejenerasyon için 1 mg l⁻¹ (5.4mM) NAA ve 2 mg l⁻¹ (4.4mM) BA içeren ortamların başarılı olduğunu bildirmiştir. Soğan çap artışı MS ortamı tuz konsantrasyonunun ½ oranında azaltılmasıyla sağlanmış ve elde edilen soğanlar başarılı bir şekilde dış ortama aktarılmıştır. Yüksek oranda şeker, soğancıklarda karbonhidrat birikimini ve dolayısıyla çap artmasına yardımcı olmuştur (Sesiz, 2014). López- Marín ve ark. (2009) farklı *Ornithogalum* türlerinin *in vitro* rejenerasyonu için 1.5 mg l⁻¹ BA içeren besin ortamlarının uygun olduğunu bildirmiştir. Karaguzel ve ark. (2012) *Ornithogalum* türlerinin 4 mg l⁻¹ BAP içeren ortamda eksplant başına 4.97 olarak en yüksek soğancık elde etmişlerdir. Çalışmamızda farklı sitokinin içeren tüm ortamlarda rejenerasyon sağlanmış olup, düşük oksin-sitokinin kombinasyonunun (0.5-1.0 mg l⁻¹ Z) *Ornithogalum umbellatum*’un sürgün-kök rejenerasyonu için önerilmiştir. Çalışmamızda sürgün rejenerasyonu bakımından kallus oluşmadan direkt organogenesis sağlanmış olup buda mikro çoğaltım için bir avantaj olarak öne çıkmaktadır. *Ornithogalum*

umbellatum'un sürgün sayısı, sürgün uzunluğu, kök sayısı ve kök uzunluğu

ortalamalarının dağılımları Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. *Ornithogalum umbellatum*'un farklı besin ortamlarında elde edilen sürgün sayısı, sürgün uzunluğu, kök sayısı ve kök uzunluğu ortalamalarının dağılımları

Ornithogalum umbellatum'un farklı sitokinin ve 0.50 mg l⁻¹ NAA kombinasyonunda elde edilen köksüz sürgünler kök oluşumu için farklı IBA (0.1; 0.5 ve 1.0 mg l⁻¹) içeren ortamlarda alt kültüre alınmış, sürgün sayısı, sürgün

uzunluğu, kök sayısı ve kök uzunluğu bakımından değerlendirilmiştir. Alt kültür koşullarındaki gelişim durumları Tablo 2'de özelliklerin dağılımı Şekil 3'de verilmiştir.

Tablo 2. *Ornithogalum umbellatum*'un *in vitro*'da gelişen sürgünlerinin farklı IBA içeren ortamlarda alt kültürü

Ortam no	Ortam	Sürgün sayısı	Sürgün uzunluğu (cm)	Kök sayısı	Kök uzunluğu (cm)
1	MS (Kontrol)	1.0	2.1	0.0	0.0
2	0.1 mg l ⁻¹ IBA	2.0	1.5	2.5	2.0
3	0.5 mg l ⁻¹ IBA	3.8	5.8	2.5	3.2
4	1.0 mg l ⁻¹ IBA	5.0	6.4	2.8	3.0
LSD _(0.05)		1.097	0.240	1.097	0.416
F		40.733**	1637.556**	21.533**	193.259**

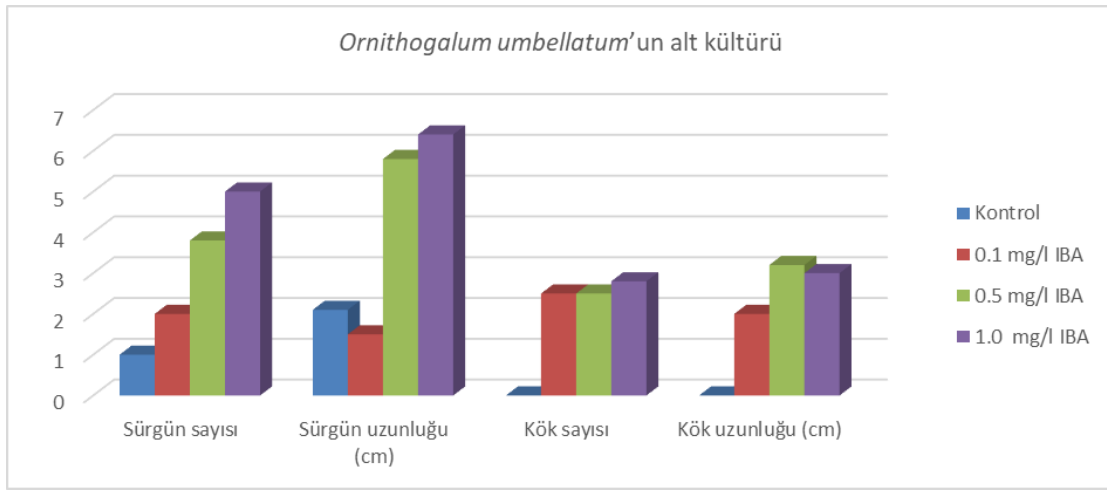
Sürgün sayısı, sürgün uzunluğu (cm), kök sayısı ve kök uzunluğu (cm) özellikleri bakımından ortamlar arasında p≤0.01 düzeyinde, istatistiksel farklılıklar olduğu Tablo 2'de görülmektedir. Sürgün sayısı (5.0) ve sürgün boyu (6.4 cm) bakımından MS+1.0 mg l⁻¹ IBA içeren ortam en yüksek bulunmuştur. Kök sayısı bakımından IBA içeren ortamlarda fark bulunmamıştır. Kök

uzunluğu bakımından ise litreye 0.5 mg l⁻¹ ve 1.0 mg l⁻¹ IBA içeren ortamlar sırasıyla 3.2 cm ve 3.0 cm ile yüksek bulunmuştur.

Nayak and Sen (1995b) kültür ortamında tek başına TDZ kullanıldığında kök oluşumunun olumsuz etkileneceğini ya da oluşumunun çok uzun süre alabileceğini bildirmiştir. Özellikle TDZ ve BAP'in oksinlerle düşük kombinasyonlardaki

miktarlarının kök oluşumunu tetiklediği ve daha başarılı sonuçlar verdiği Hutchinson ve ark. (1996) tarafından bildirilmiştir. Nitekim çalışmamızda da bu sonuçları destekler şekilde düşük miktarlarda kullanılan sitokinin ($0.5-1.0 \text{ mg l}^{-1}$ Z) NAA kombinasyonunda sürgün-kök oluşumunun gerçekleştiği görülmüştür. Bu sonuçlar Nayak ve Sen (1995b) ile Hutchinson ve ark. (1996) ile uyumlu bulunmuştur. Farklı araştırmacıların yaptığı *in vitro* çalışmalarda alt kültür işlemleri ile doğrudan IBA içeren

ortamlar kullanılmamıştır. Dolayısıyla *Ornithogalum umbellatum*'un ticari üretiminde köksüz sürgünlerin alt kültür ile köklü fideler elde edilebilir. *Ornithogalum umbellatum*'un farklı oranlarda IBA içeren alt kültürlerinde kök sayıları arasında fark olmasa da kök gelişimi bakımından 0.5 mg l^{-1} ve 1.0 mg l^{-1} IBA içeren ortamlar başarılı bulunmuştur. Alt kültür koşullarındaki sürgün sayısı, sürgün uzunluğu, kök sayısı ve kök uzunluğu ortalamalarının dağılımları Şekil 3'de gösterilmiştir.



Şekil 3. *Ornithogalum umbellatum*'un farklı IBA ortamlarındaki sürgün sayısı, sürgün uzunluğu, kök sayısı ve kök uzunluğu ortalamalarının dağılımları

4. Sonuçlar

Ornithogalum umbellatum'un soğan eksplantlarından tam bir bitki elde edilme potansiyelinin araştırıldığı bu çalışmada; sürgün rejenerasyonu bakımından 0.50 mg l^{-1} NAA kombinasyonunda Zeatin ($0.5-1.0 \text{ mg l}^{-1}$) içeren ortamlar, sürgün ve kök oluşumu bakımından uygun bulunmuştur. Bu ortamlardan gelişen köksüz sürgünler farklı konsantrasyonlarda IBA içeren ortamlarda alt kültürlerle alınmış ve kök sayısı ve kök uzunluğu bakımından 1.0 mg l^{-1} IBA içeren ortam uygun bulunmuştur. Bu çalışma ile Ülkemiz geofitleri içerisinde yer alan *Ornithogalum umbellatum*'un doku kültürü ile çoğaltıma uygun olduğu

görülmektedir. *Ornithogalum* türlerinin *in vitro* rejenerasyonu sonrası alt kültürü ile tam bir bitki oluşumu da sağlanabilir. Bilindiği gibi doğal koşullarda *Ornithogalum* türlerinin çoğaltımı için uzun zamana gerek duyulmaktadır, fakat *in vitro* teknikler ile *Ornithogalum* türlerinin hızlı ve aynı zamanda hastalıksız üretiminin mümkün olabileceği bu çalışma ile önerilebilir. Böylece bu türler farklı alanlarda değerlendirilmek üzere çoğaltıma alınabilir ve ülke ekonomisine kazandırılabilir.

Kaynaklar

- Arslan, N., Sarihan, E.O., 2002. Türkiye'nin *Fritillaria* türleri ve bunlarla ilgili yapılan çalışmalar. *II. Süs Bitkileri Kongresi*, Kongre Bildiriler Kitabı, 22-24 Ekim, Antalya.
- Babaoğlu, M., Yorgancılar, M., Akbudak, M.A., 2001. Doku Kültürü: Temel Laboratuvar Teknikleri, Bitki Biyoteknolojisi I. Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları, Konya.
- Corominas, M.G., Azorín, M.M., Crespo M.B., 2017. Confirmation of the presence of *Ornithogalum umbellatum* (*Hyacinthaceae*) in the Iberian Peninsula. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 74(1): e049.
- Debergh, P.C., Zimmerman, R.H., 1993. Micropropagation Technology And Application. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- González, A., Ochoa, J., Casanova, E., Bañón, S., Fernández, J.A., Franco, J.A., 1999. Comportamiento agronómico para flor cortada de *Ornithogalum saundersiae* desarrollado en diversos sustratos de cultivo. *Acta Horticulturae*, 26: 71-76.
- González, A., Sastre, P., Fernández, J.A., Bañón, S., Franco, J.A., Casas, J.L., 1997. Influencia de la temperatura y del calibre del bulbo en la floración de *Ornithogalum thyrsoides*. *Acta Horticulturae*, 17:37-42.
- Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies, F.T., 1997. Geneve. Hartmann & Kester's Plant Propagation Principles and Practices, Upper Saddle River (Nueva Jersey, Estados Unidos).
- Hazarika, B.N., 2006. Morphophysiological disorders in in vitro culture of plants. *Scientia Horticulturae*, 108: 105-120.
- Heves, D.M., 2008. Antioxidant activity of akyıldız (*Ornithogalum umbellatum* Freyn Et Sint.). Master Thesis, Istanbul University, Institute of Science, Istanbul.
- Hutchinson, M.J., Murch, S.J., Saxena, P.K., 1996. Morphoregulator role of thidiazuran: evidence of the involvement of endogenous auxin in thidiazuron induced somatic embryogenesis of geranium (*Pelargonium x hortoeum* Bailey). *Journal of Plant Physiology*, 149: 573-579.
- Hutchinson, M.J., Onamu, R., Obukosia, S.D., 2004. *In vitro* propagation *Ornithogalum saundersiae*: potential of Thidiazuron as a chemical of choice. *JAGST*, 6(1): 60-68.
- Karaguzel, O., Kaya, A., Biner, B., Aydınsakir, K., 2012. *In vitro* propagation of native *Ornithogalum* species in west mediterranean region of Turkey. *African Journal of Agricultural Research*, 7: 2669-2673.
- Kaynak, B., 2017. Investigation of in vitro amoebicidal activities of *Ornithogalum umbellatum* and *trachystemon orientalis* on *acanthamoeba castellanii* cysts and trophozoites. Master thesis, Ordu University, Institute of Science, Ordu.
- López-Marína, J., González, A., Cos, J., 2009. *In vitro* multiplication of four species of the Genus *Ornithogalum*. *Acta Horticulturae*.
- Malabadi, R.B., Van Staden, J., 2004. Regeneration of *Ornithogalum in vitro*. *African Journal of Botany*, 70(4): 618-621.
- Murashige, T., Skoog, F., 1962. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco cultures. *Journal of Plant Physiology*, 15: 473-479.

- Naik, P.K., Nayak, S., 2005. Different modes of plant regeneration and factors affecting in vitro bulblet production in *Ornithogalum virens*. *ScienceAsia*, 31: 409-414.
- Nayak, S., Sen, S., 1995a. In vitro propagation of *Ornithogalum umbellatum* through direct organogenesis. *Indian Journal of Experimental Biology*, 33(2): 144-146.
- Nayak, S., Sen, S., 1995b. Rapid and stable propagation of *Ornithogalum umbellatum* L. in long term culture. *Applied Sciences*, 6(4): 1027–1033.
- Ozturk, G., 2021a. In Vitro Regeneration of Snowdrop (*Galanthus woronowii*), *MAS Journal of Applied Sciences*, 6(4): 1027–1033.
- Ozturk, G., 2021b. In Vitro Regeneration of Tulip (*Tulipa* L.). *Astana International Conference On Scientific Research*, October 23-24, Nur-Sultan, Kazakhstan, p. 164-168.
- Ozturk, G., 2022. In Vitro Propagation of Muscari (*Muscari neglectum*) Bulbs. *MAS Journal of Applied Sciences*, 7: 1160–1170.
- Sánchez, P., Carrión, M.A., Hernández, A., Guerra, J., 2002. Libro rojo de la flora silvestre protegida de la Región de Murcia. Consejería de Agricultura, Agua Medio Ambiente. Murcia.
- Skoog, F., Miller, C.O., 1957. Chemical regulation of growth and organ formation in plant tissue cultured in vitro. *Symposium of the Society of Experimental Biology*, 11: 118.140.
- Steel, R.G.D., Torrie, J.H., 1980. Principles and Procedures of Statistics, McGraw-Hill Book Company, Inc. N.Y.
- Van Scheepen, J., 1991. International checklist for Hyacinthus and miscellaneous bulbs. Royal general bulb growers association. Hillegom the Netherlands.
- Wabule, M., Fungoh, W., Njoroga, I.N., 1991. National Horticultural Programs Review Workshop. Kari, Kenya.

Atıf Şekli Öztürk, G., 2023. *Ornithogalum Umbellatum*'un İn Vitro Çoğaltımı. *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi*, 7(4): 825-832.
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10225471>.

To Cite Öztürk, G., 2023. In Vitro Propagation of *Ornithogalum Umbellatum*. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 7(4): 825-832.
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10225471>.



Farklı Sulama Yöntemlerinin Bazı Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) Çeşitlerinde Yağ Oranı ve Yağ Asitleri Oluşumuna Etkileri

Suat CUN^{1*}, Vedat BEYYAVAŞ¹, Emrah RAMAZANOĞLU²

¹Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa

²Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Şanlıurfa

*Sorumlu Yazar (Corresponding author): suatcun@harran.edu.tr

Özet

Bu çalışma, 2022 yılı pamuk yetiştirme sezonunda, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla bitkileri deneme alanında tesadüf blokları bölünmüş parselleri deneme desenine göre Fiona ve May-455 pamuk çeşitleri kullanılarak deneme kurulmuştur. Sulama konuları karık tipi, yağmurlama tipi ve damla sulama olarak belirlenmiştir. Çalışmada, yağ oranı (%) doymuş ve doymamış yağ asitlerinden myristic asit (c14:0), palmitik asit (c16:0), stearik asit (c18:0), oleik asit (c18:1), linoleik asit (c18:2) ve nervonik asit (c24:1) oranları (%) olarak saptanmıştır. Çalışma sonucunda, karık sulamanın damla ve yağmurlama sulamaya göre yağ oranını artırdığı çeşitler arasında May-455 çeşidinin Fiona çeşidine göre daha fazla yağ oranına sahip olduğu saptanmıştır. Sulama tiplerinin ve pamuk çeşitlerinin yağ oranı (%) ve palmitik asit (c16:0) açısından önemli etkisinin olduğu; myristic asit (c14:0), stearik asit (c18:0), cis-oleik asit (c18:1n9c), cis-linoleik asit (c18:2n6c) ve nervonik asit (c24:1) bakımından önemli düzeyde bir etkisi olmadığı görülmüştür. Yağ bitkilerinin yağ asitleri kompozisyonları ekolojik ve diğer birçok faktörün dışında genotipe bağlı olarak da etkilendiği düşünülmektedir.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi :19.07.2023
Kabul Tarihi :28.08.2023

Anahtar Kelimeler

Pamuk
sulama yöntemleri
yağ asitleri
yağ oranı
çevre koşulları

Effects of Different Irrigation Methods on Oil Content and Fatty Acids Formation in Some Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) Varieties

Abstract

This study was conducted during the 2022 cotton growing season in the experimental field of the Faculty of Agriculture at Harran University, using the randomized split-plot design with Fiona and May-455 cotton varieties. Irrigation methods were determined as furrow irrigation, sprinkler irrigation, and drip irrigation. In the study, fat content (%) was determined from saturated and unsaturated fatty acids such as myristic acid (c14:0), palmitic acid (c16:0), stearic acid (c18:0), oleic acid (c18:1), linoleic acid (c18:2) and nervonic acid (c24:1) ratios were determined as (%). As a result of the study, it was observed that furrow irrigation increased the oil content compared to drip and sprinkler irrigation. Among the varieties, May-455 was found to have a higher oil content compared to the Fiona variety. Palmitic acid (c16:0) has a significant effect in terms of irrigation methods and cotton varieties, and oil ratio (%) has a significant effect only in terms of cotton varieties. However, there was no significant effect on myristic acid (c14:0), stearic acid (c18:0), cis-oleic acid (c18:1n9c), cis-linoleic acid (c18:2n6c), and nervonic acid (c24:1). It is believed that the composition of oil fatty acids in oil crops is influenced not only by ecological and various other factors but also by genotype.

Research Article

Article History

Received :19.07.2023
Accepted :28.08.2023

Keywords

Cotton
irrigation methods
fatty acids
fat content
environmental conditions

1. Giriş

Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) bitkisi geniş kullanım alanına sahip bir kültür bitkisi olmasının yanı sıra birden çok endüstri dalında da hammadde olarak kullanılmaktadır. Üretimi gerçekleştirilen kütlü pamuğun, işlenmesi açısından çırçır ve hazır giyim, tohumu ile yağ, lifleri ile tekstil, küspesini de yem sanayisinde değerlendirilerek geniş bir yelpazede öncü bir bitki olarak yer almaktadır (TUİK, 2021). Dünyada pamuk ekiliş alanı 33.4 milyon ha, üretim miktarı ise 26.4 milyon tondur. En fazla üretimin yapıldığı ülkeler; Hindistan, Çin, ABD, Brezilya, Pakistan, Özbekistan ve Türkiye gelmektedir (ICAC, 2022). Pamuk bitkisi her ne kadar lif bakımından öne çıksa da aynı zamanda önemli bir yağ bitkisidir.

Pamuk tohumlarında yağ oranı yüksek olduğundan dolayı yağlı tohum olma özelliğini taşımaktadır. Pamuk tohumundan üretilen yağ, insan ve hayvanların beslenmesinde en çok tercih edilen yağlardan biri olarak öne çıkmaktadır (Yang ve ark., 2021). Ayrıca pamuk tohumundaki yağların bünyesinde büyük oranda antioksidan maddeler yer aldığından besin maddeleri açısından yüksek sıcaklıklara ve uzun süre depolama için diğer yağlara kıyasla daha uzun süre dayanabilmektedirler (Sekhar ve ark., 2011). Bir pamuk tohumunda ortalama yağ oranı % 17-24 oranında bulunmakta ve bileşimini ise doymuş ve doymamış yağ asitleri oluşturmaktadır (Özbek, 2011).

Pamuk tohumunun kalitesine etki eden etmenlerden birisi de yine tohumda bulunan yağ asitlerinin içeriği ve miktarı olarak görülmektedir. Yağ asidi kompozisyonu ile

pamuk yağı % 13- 44 oleik, % 33-58 linoleik asit içerdiği için oleik-linoleik asit grubu yağlar içerisinde yer almaktadır.

Doymuş yağ asitleri arasında en önemli olan yağ asidi ise % 17 ile 29 arasında bir orana sahip olan palmitik asittir (Özbek, 2011). Bitkilerde sabit olarak bulunan yağ oranı ve bu yağlardaki yağ asitleri kompozisyonları bitki ve yağ eldesinde kullanılan bitki kısımlarının gelişmişliğine, bitkinin yetiştirildiği dönemin biyotik ve abiyotik stres faktörlerine bağlı olarak değişim gösterebilmektedir (Aygün ve Mert, 2023).

Sulama rejimi, ekim zamanı, büyüme sıcaklıkları ve abiyotik streslerin de bitkisel yağın yağ içeriğini ve bileşimini değiştirebildiği belirtilmektedir (Bagheri ve ark., 2012). Bu sebeplerden dolayı yağlık bitkilerde yağ asitlerinin hangi şartlarda ve hangi düzeyde bir değişime maruz kaldığının önceden belirlenmesi, yağın kalitesi bakımından büyük önem arz etmektedir. Bu çalışma, farklı sulama yöntemlerinin bazı pamuk çeşitlerinde yağ oranı ve yağ asitleri kompozisyonlarını nasıl etkilediğini ve nasıl değişime uğrattığını gözlemlemek amacıyla yürütülmüştür.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Deneme yeri ve toprak özellikleri

Deneme yerinden alınan toprak örneklerinden elde edilen analiz sonucu ve bu topraklara ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Tablo 1’de verilmiştir. Deneme yeri organik maddece fakir pH ve kireç oranı yüksektir. Diğer besin elementleri bakımından pamuk ekimine elverişlidir.

Tablo 1. Deneme yerine ait toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikler

Derinlik (cm)	pH	Organik Madde (%)	Kireç (%)	Bitki Besin Elementleri (mg kg ⁻¹)						
				P	K	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
0.30	7.92	1.12	29.6	4.70	180	303	3.46	0.72	4.64	0.44

(Ramazanoğlu, 2019).

2.2. İklim verileri

Denemenin yürütüldüğü Şanlıurfa ilinde 2022 yılı ve uzun yıllara ait ortalama

sıcaklık ve yağış verileri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Şanlıurfa ili 2022 yılı ve uzun yıllara ait bazı iklim verileri

Aylar	2022 yılı			1929-2020 uzun yıllar		
	Aylık Ort. Sıcaklık (°C)	Yağış (kg m ⁻²)	Ort. Nispi Nem (%)	Aylık Ort. Sıcaklık (°C)	Yağış (kg m ⁻²)	Ortalama Nispi Nem (%)
Nisan	20.0	1.8	34.0	16.2	50	56.3
Mayıs	22.1	85.7	39.2	22.2	26.8	44.6
Haziran	29.6	0.1	30.1	28.1	4.3	32.6
Temmuz	33.4	0.0	21.9	32	2	29.3
Ağustos	31.8	0.0	39.6	31.5	3.4	32
Eylül	29.0	0.0	28.7	27.2	4.6	35
Ekim	22.8	1.4	35.1	20.6	26.5	44.1
Kasım	14.5	81.9	63.2	13.1	45.1	58.7

Kaynak: Şanlıurfa Meteoroloji İl Müdürlüğü, 2022

İklim verileri incelendiğinde 2022 yılı pamuk yetiştirme sezonunda aylık ortalama sıcaklığının uzun yıllar aylık ortalama sıcaklığına göre yüksek olduğu, yağış miktarının ise daha az olduğu görülmektedir (Tablo 2).

2.3. Metot

2.3.1. Deneme deseni

Bu çalışma, 2022 yılı pamuk yetiştirme sezonunda, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla bitkileri deneme alanında tesadüf blokları bölünmüş parselleri deneme desenine göre Fiona ve May-455 pamuk çeşitleri kullanılarak yürütülmüştür. Ana parselleri sulama yöntemleri karık sulama, yağmurlama sulama ve damlama sulama olup pamuk çeşitleri ise alt parselleri oluşturmuştur. Çalışma 3 tekerrürlü 6 sıradan oluşup, parsel uzunluğu 10 m, sıra arası 75 cm ve sıra üzeri mesafe ise 10 cm olacak şekilde kurulmuştur. Taban gübresi olarak % 18-46 (N-P), üst gübrede ise Üre (% 46) uygulanmıştır. Bakım ve zirai mücadele işlemleri bitkinin ihtiyacı göz önüne alınarak yapılmıştır.

2.3.2. Sulama konuları

Araştırmada bitki ekimleri 8 Mayıs 2022 tarihinde yapılmıştır. Ekim ile birlikte

pamuk tohumlarının homojen bir çıkış sağlaması için çıkış suyu uygulanmıştır. Sulama uygulamalarına başlamadan önce yapılan tüm sulamalar yağmurlama sulama yöntemi ile uygulanmış olup bu sulamalar bitki su tüketim hesaplamalarında tüm konulara dahil edilmiştir. Sulama suyu miktarının hesaplanmasında James ve ark. (1982) tarafından önerilen yöntem uygulanmıştır.

2.3.3. Ham yağ oranının belirlenmesi

Her parselden alınan 10 g kabuklu tohum havanda ezilmiş ve bundan 5'er gram numune alınmış ve kartuşlara konulduktan sonra yağ oranları soxhlet metodu ile n-hexzan ekstraksiyonunda 6 saat kaynatılmış ve n-hexzandan çıkan numuneler 72 saat süreyle 70 °C’de etüvde bekletilmiş, daha sonra tartılarak kuru ağırlık üzerinden ham yağ oranları % olarak saptanmıştır. Yağ asitleri içeriğinin belirlenmesi: Soxhlet ile elde edilen ham yağ örnekleri esterleştirildikten sonra, FID donanımlı HRGC Mega 2 tip FISIONS marka gaz kromatografisinde yağ asitlerine ayrıştırılmıştır. Ayrıştırmada kolon olarak Permabond FFAP-DF-25 m x 0.25 mm ID tip kılcal kolon kullanılmıştır. Doymuş ve doymamış yağ asitlerinden miristik asit

(C14:0), palmitik asit (C16:0) ve stearik asit (C18:0), oleic asit (C18:1), linoleik (C18:2) asit ve nervonik asit (C24:0) oranları (%) olarak saptanmıştır. Yağ ve yağ asitleri analizleri Baydar (1997) tarafından belirlenen yöntemlere göre yapılmıştır.

2.3.4. Verilerin analizi

Elde edilen veriler Jump (13.1) istatistik programında tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre analiz edilmiş, sulama yöntemleri ve sulama

yöntemleri x çeşit interaksyonu ortalamaları Tukey testine (0.05), çeşitler ise LSD (0.05) testine göre gruplandırılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Yapılan çalışmada incelenen özellikler bakımından sulama yöntemleri pamuk çeşitleri ve sulama*çeşit interaksyonu varyans analizine göre yapılmıştır (Tablo 3).

Tablo 3. İncelenen özelliklere ait F değerleri

	F değeri						
	Yağ Oranı (%)	Myristik Asit (c14:0)	Palmitik Asit (c16:0)	Stearik Asit (c18:0)	Cis-oleik Asit (c18:1n9c)	Cis-linoleik Asit (c18:2n6c)	Nervonik Asit (c24:1)
Sulama Yöntemleri	2.91 ^{a,d}	3.10	3.26	0.58	0.32	1.50	3.25
Çeşit	13.22*	4.86	15.67*	2.41	0.47	0.91	0.50
Sulama*Çeşit	0.63	2.24	0.08*	0.47	0.68	4.61	0.71

**: P≤0.01; *: P≤0.05 düzeyinde önemlidir. a,d: önemli değil

3.1. Yağ oranı (%)

Denemede uygulamalar arasında sulama yöntemleri ve sulama yöntemleri*çeşit interaksyonu istatistiksel olarak önemsiz, pamuk çeşitleri ise istatistiksel olarak önemli (P≤0.05) bulunarak farklı gruplar oluşmuştur (Tablo 3). Tablo 4'den, denemede uygulamalar arasında yağ oranları % 15.28-18.58 olarak belirlenirken; en düşük yağ oranı damla sulama*Fiona interaksyonundan (% 15.28) en yüksek yağ oranı ise karık sulama*May-455 (% 18.58) interaksyonundan elde edilmiştir. Özbek (2011), pamuk tohumunda yağ oranının % 20 miktarında, O'Brien ve ark. (2005) ise

pamuk tohumunun yaklaşık olarak % 16 yağ içeriğine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Elde edilen ortalama yağ oranının O'Brien ve ark. (2005)'in bulgularıyla benzerlik gösterdiği, ancak Özbek (2011)'in bulgularına göre düşük olduğu tespit edilmiştir. Sulama yöntemlerinde karık sulamanın yağ oranını artırdığı ve çeşitler arasında May-455 çeşidinin Fiona çeşidine göre daha fazla yağ oranına sahip olduğu görülmektedir. Çalışmada kullanılan çeşitlerin farklı değerlerde bulunması, çeşitlerin çevre interaksyonundan ve farklı genotipik yapıya sahip olmalarından kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

Tablo 4. Farklı sulama yöntemlerinin bazı pamuk çeşitlerinde yağ oranı (%), myristik asit (c14:0), palmitik asit (c16:0), stearik asit (c18:0) ve cis-oleik asit (C18:1n9c) yağ asitleri oranları, ortalamaları ve %CV değerleri.

	Yağ Oranı (%)	Myristik Asit (c14:0)	Palmitik Asit (c16:0)	Stearik Asit (c18:0)	Cis-oleik Asit (c18:1n9c)
Pamuk Çeşitleri					
Fiona	16.19 b	0.68	21.29 b	2.19	18.21
May-455	17.92 a	0.81	23.37 a	1.74	17.51
Ortalama	17.05	0.74	22.33	1.96	17.86
LSD (0.05)	0.48	0.05	0.52	0.29	1.02
Sulama Yöntemleri					
Karık	18.09	0.65	21.24	1.82	18.62
Yağmurlama	16.78	0.87	22.76	2.20	17.37
Damlama	16.33	0.73	22.99	1.87	17.60
Ortalama	17.06	0.75	22.33	1.96	17.86
Sulama Yöntemleri*Pamuk Çeşitleri					
Karık*Fiona	17.60	0.55	20.07 b	1.92	19.82 ö.d
Karık*May-455	18.58	0.74	22.41 ab	1.72	17.42
Yağmurlama*Fiona	15.70	0.89	21.72 ab	2.63	17.26
Yağmurlama*May-455	17.86	0.85	23.81 a	1.78	17.48
Damlama*Fiona	15.28	0.61	22.08 ab	2.03	17.57
Damlama*May-455	17.38	0.84	23.90 a	1.72	17.63
CV %	6.71	17.70	5.32	32.23	13.84

** : P≤0.01; * : P≤0.05 düzeyinde önemlidir. ö.d: önemli değil

3.2. Myristik asit (C14:0)

Tetradekanoik asit olarak da adlandırılan myristik asit, hindistan cevizi yağı ve palmye yağı da dahil olmak üzere bazı katı ve sıvı yağlarda doğal olarak bulunan bir parçalanmış doymuş yağ asididir. (Anonim, 2022a). Çalışmada sulama yöntemleri, çeşit ve sulama yöntemleri x çeşit etkileşimi arasında önemli bir farklılık belirlenmemiştir. (Tablo 3). Çalışmada myristik asit oranları % 0.55-0.89 arasında değişim göstermiştir. Sulama yöntemleri arasında en yüksek değer % 0.87 ile yağmurlama sulama yönteminden elde edilmiştir (Tablo 4). Karahan (2007), yağ asidi kompozisyonunda ortalama myristik yağ asit oranının % 0.5, Sekhar ve ark (2011) ortalama myristik asit oranını % 0.8, Quampah ve ark. (2012) % 0.56 ile % 1.08 aralığında olduğunu, Adesina ve ark. (2013) myristik asit oranının % 0.9 olduğunu belirtmişlerdir. Coşge ve ark. (2007); Beyyavaş ve ark. (2023) myristik asit

oranlarının farklı değerlere sahip olması çeşitlerin çevre etkileşiminden ve farklı genotipik yapıya sahip olmalarından da kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir.

3.3. Palmitik asit (c16:0) (%)

Palmitik asit (hexadekanoic asit) bitkiler ve hayvanlarda en yaygın bulunan doymuş yağ asididir. Karbon sayısı 16'dır, baz haline palmitat denir. Ergime sıcaklığı 63.1°C'dir. Doymuş yağ asitleri grubundan olan palmitik yağ asidi oranının düşük olması istenmektedir (Anonim, 2022b). Denemede çeşitler ve sulama yöntemleri x çeşit etkileşimi arasında % 5 düzeyinde önemli farklılık belirlenmiş, sulama uygulamaları önemsiz bulunmuştur (Tablo 3). Pamuk tohumunda yağ asidi olarak % 17-29 oranında palmitik asit bulunmaktadır (Özbek, 2011). Çalışmada palmitik asit oranları % 20.07-23.90 arasında değişim göstermiştir. May-455 çeşidinin Fiona çeşidine göre daha fazla palmitik asit

oranına sahip olduğu görülmektedir (Tablo 4). Çalışmada kullanılan çeşitlerin farklı değerlerde bulunması, çeşitlerin çevre interaksyonundan ve farklı genotipik yapıya sahip olmalarından kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

3.4. Stearik asit (c18:0) (%)

Stearik asit en yaygın uzun zincirli (18 C) yağ asididir. Ayrıca gıda, elektronik, deterjan, sabun ve kozmetik üretiminde kullanılmaktadır (Anonim, 2022c). Çalışmada sulama yöntemleri ve çeşitler arasında önemli bir istatistiksel farklılığın olmadığı, aynı zamanda sulama yöntemleri x çeşit interaksyonunda önemli olmadığı görülmektedir (Tablo 3). Çalışmada stearik asit (c18:0) oranları % 1.72-2.63 arasında değişim göstermiştir (Tablo 4). Karahan (2007), yağ asidi kompozisyonunda ortalama stearik yağ asit oranının % 1.9; Adesina ve ark. (2013), stearik asit oranını % 2.1 olarak bulmaları elde ettiğimiz sonuçlara göre uyumlu görülmüştür. Stearik asitte görülen değişimler nem eksikliğinin fazla olduğu şartlarda önemli olabilmektedir. Genotiplerde yağ asidi miktarının kuraklık stresine bağlı etkilere

maruz kaldığı görülmüştür (Dwivedi ve ark, 1996). Çevresel etmenler, genotipik özellikler ve kültürel uygulamalar, tohum içerisindeki stearik asit miktarının ve buna bağlı olarak toplam doymuş yağ asidi kompozisyonunun değişim göstermesine sebep olmaktadır (Hasrianda, 2016).

3.5. Cis-oleik asit (C18:1n9c) (%)

Çalışmada yağ asitleri kompozisyonlarından oleik asit yönünden sulama yöntemi, çeşit ve sulama yöntemi x çeşit interaksyonu istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Tablo 3). Çalışmada elde edilen sonuçlara göre oleik asit oranı % 17.26-19.82 arasında bulunmuştur (Tablo 4). Yağlı tohumlu bitkilerde doymamış yağ asitleri arasında en önemli olanlardan biri de oleik asittir. Gıda sektöründe kalite değeri yüksek olan bir yağın oleik asit (Omega-9) miktarının fazla olması tercih edilmektedir (Göre ve Kurt, 2021). Pamuk tohumundan elde edilen yağlar, karakteristik tadının yanında kokusu olan ve oldukça koyu bir renge sahip bir yağ olmakla birlikte % 13- 44 oleik asit içermektedir (Özbek, 2011).

Tablo 5. Farklı sulama yöntemlerinin bazı pamuk çeşitlerinde cis-linoeik asit (c18:2n6c) ve nervonik asit (c24:1) yağ asitleri oranları, ortalamaları ve % CV değerleri

	Cis-linoeik Asit (c18:2n6c)	Nervonik Asit (c24:1)
Pamuk Çeşitleri		
Fiona	47.32	3.93
May-455	47.98	3.39
Ortalama	47.65	3.66
LSD (0.05)	0.69	0.76
Sulama Yöntemleri		
Karik	46.86	4.33
Yağmurlama	47.13	3.96
Damlama	48.96	2.70
Ortalama	47.65	3.66
Sulama Yöntemleri*Pamuk Çeşitleri		
Karik*Fiona	46.81ns	4.27 ns
Karik*May-455	46.91	4.39
Yağmurlama*Fiona	45.39	4.87
Yağmurlama*May-455	48.86	3.04
Damlama*Fiona	49.75	2.66
Damlama*May-455	48.17	2.74
CV %	3.85	39.34

**: P≤0.01; *: P≤0.05 düzeyinde önemlidir. ö.d: önemli değil

3.6. Cis-linoleik asit (C18:2n6c) (%)

Çoklu doymamış bir omega-6 yağ asidi olan linoleik asit, suda kolay kolay çözünmeyen fakat birden fazla organik çözücülerde çözünen ve renksiz bir yapıda olan ya da beyaz bir yağ olarak bilinmektedir. İnsan diyetlerinde sahip olması gereken üç esansiyel yağ asitlerinden birisi olarak görülmektedir (Simopoulos, 2008). Pamuk yağı, yağ asitleri kompozisyonlarından linoleik asit yönünden çeşit, sulama yöntemi ve sulama x çeşit interaksyonu istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Tablo 3). Çalışmada % 45.39-49.75 arasında değerlerin elde edildiği izlenebilmektedir (Tablo 5). Pamuk yağı % 46–58 linoleik asit içeren bir yağdır (Kılıçkan, 2008). Pamuk tohumlarından elde edilen önemli yağ asitleri arasında olan linoleik asidin önemli olduğunu belirtilmektedir (Lukonge ve ark., 2007). Karahan (2007), pamukta yağ asidi kompozisyonunda ortalama linoleik asitte % 61.4, Adesina ve ark. (2013), % 53.5 değerlerini saptadıklarını bildirmişlerdir. Çalışmada elde edilen sonuçlar Karahan (2007) ve Adesina ve ark. (2013)'nin sonuçlarına göre düşük bulunmuştur. Coşge ve ark. (2007); Beyyavaş ve ark. (2023) linoleik asit oranlarının farklı değerlere sahip olmasının çeşitlerin çevre interaksyonundan ve farklı genotipik yapıya sahip olmalarından da kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir.

3.7. Nervonik asit (C24:1) (%)

Pamuk yağı, yağ asitleri kompozisyonlarından nervonik asit yönünden sulama yöntemi, çeşit ve sulama yöntemi x çeşit interaksyonunun istatistiksel olarak önemsiz bulunduğu izlenebilmektedir (Tablo 3). Tablo 5'te, nervonik asit miktarı % 2.66-4.87 arasında değişim göstermiştir. Cevheri ve ark. (2023) nervonik asit oranlarının farklı değerlere sahip olması çeşitlerin çevre interaksyonundan ve farklı genotipik

yapıya sahip olmalarından da kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir.

4. Sonuçlar

Çalışma sonucunda, karık sulamanın damla ve yağmurlama sulamaya göre yağ oranını artırdığı çeşitler arasında May-455 çeşidinin Fiona çeşidine göre daha fazla yağ oranına sahip olduğu saptanmıştır. Sulama yöntemlerinin ve pamuk çeşitlerinin yağ oranı (%) ve palmitik asit (c16:0) açısından önemli etkisinin olduğu; myristik asit (c14:0), stearik asit (c18:0), cis-oleik asit (c18:1n9c), cis-linoleik asit (c18:2n6c) ve nervonik asit (c24:1) bakımından önemli düzeyde bir etkisi olmadığı görülmüştür. Yağlık bitkilerin içerdikleri yağ asitleri özellikleri çevresel faktörlerin yanı sıra genotip özelliklerde etki edebilmektedir. Dahası yağlık bitkilerin kendine has yağ asidi kompozisyonu sabit olmamakla birlikte birden fazla faktöre bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bu sebeplerden dolayı yağlık bitkilerde yağ asitlerinin hangi şartlarda ve hangi düzeyde bir değişime maruz kaldığının önceden belirlenmesi, yağın kalitesi bakımından büyük önem arz etmektedir.

Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulunduklarını, makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Kaynaklar

Adesina, A.A., Chesterfield, M., Rogers, P.L., 2013. Liquid-Liquid phase equilibrium studies of organic-aqueous medium during biodiesel synthesis. *Chemical Engineering Science*, 104: 540-548.

- Anonim, 2022a. Miristik Asit. (https://www.atamanchemicals.com/myristic-acid_u24785/?lang=TR), (Erişim tarihi: 19.10.2022).
- Anonim, 2022b. Palmitik Asit. (https://tr.wikipedia.org/wiki/Palmitik_asit#:~:text=Palmitik%20asit), (Erişim tarihi: 19.10.2022).
- Anonim, 2022c. Stearik Asit. (https://tr.wikipedia.org/wiki/Stearik_asit), (Erişim tarihi: 19.10.2022).
- Aygün, Y.Z., Mert, M., 2023. Endüstriyel kenendir (*Cannabis sativa* L.) tohumlarının çimlenme süresince yağ ve yağ asidi oranlarının değişimleri. *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, 16(1): 56-62.
- Bagheri, H., Andalibi, B., Moghaddam, M., Zangani, S., Soleiman, S., 2012. Safflower (*Carthamus tinctorius* cv. Sina) oil and seed yield improvement in rainfed condition by atrazine foliar application. *Annals of Biological Research*, 3(2): 1202-1209.
- Baydar, H., 1997. Türkiye susam (*Sesamum indicum* L.) populasyonlarında bazı özelliklerin varyasyonu ve verim ile kalite tipi hat geliştirme olanakları. Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Beyyavaş, V., Doğan, L., Haliloğlu, H., 2023. Kuru ve sululu koşullarda bazı aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çeşitlerinin yağ asidi kompozisyonlarının belirlenmesi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 9(2): 229-238.
- Cevheri, C.İ., Cun, S., Beyyavaş, V., 2023. Effect of irrigation water applied at different rates on oil content and fatty acid compositions in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) plant. *International Ankara Congress on Multidisciplinary Studies-V. Congress Proceeding Book*, October 13-14, Ankara, s. 581-588.
- Coşge, B., Gurbuz, B., Kiralan, M., 2007. Oil content and fatty acid composition of some safflower (*Carthamus tinctorius* L.) varieties sown in spring and winter. *International Journal of Natural & Engineering Sciences*, 1(3): 11-15.
- Dwivedi, S., Nigam, S.N., Nageswara, R., Singh, U., Rao, K.V.S., 1996. Effect of drought on oil, fatty acids and protein contents of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) seed. *Field Crops Research*, 48: 125-133.
- Göre, M., Kurt, O., 2021. Bazı yağ bitkilerinin yağ oranları ve yağ asit kompozisyonlarının karşılaştırılması. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(2): 275-284.
- Hasrianda, E.F., 2016. Optimization of oil content and specific fatty acids traits of crambe and camelina as industrial oil crops. Master Thesis, Wageningen University, Wageningen.
- ICAC, 2022. International Cotton Advisory Committee, Cotton This Month, Washington DC-USA.
- James, D.W., Hanks, R.J., Jurinak, J.J., 1982. Modern irrigated soils. John Wiley and Sons Publisher, New York.
- Karahan, E., 2007. *Gossypium hirsutum* L. türüne ait erkenci (Paum-15) genotipi, orta erkenci (Çukurova 1518) ve geçci (Deltaopal) pamuk çeşitlerinin yağ oranı ve yağ asitlerinin saptanması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Kılıçkan, A., 2008. Pamuk yağı motorin karışımlarının ve pamuk yağı esterlerinin küçük güçlü bir dizel motorda yakıt olarak kullanımı. *Journal of Agricultural Sciences*, 14(03).

- Lukonge, E., Labuschagne, M., Hugo, A., 2007. The evaluation of oil and fatty acid composition in seed of cotton accessions from various countries. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(2): 340–347.
- O'Brien, D.R., Jones, L.A., King, C.C., Wakelyn, P.J., Wan, P.J., 2005. Cottonseed oil. Hoboken, NJ: John Wiley and Sons Inc.
- Özbek, N., 2011. Pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) lif ve tohum özellikleri arasındaki ilişkilerin saptanması.
- Quampah, A., Huang, R.Z., Wu, G.J., Liu, H.Y., Li, J.R., Zhu, S.J., Shi, C.H., 2012. Estimation of Oil Content and Fatty Acid Composition in Cottonseed Kernel Powder Using Near Infrared Reflectance Spectroscopy. *Journal American Oil Chemical Society*, (89): 567-575.
- Ramazanoglu, E., 2019. Determination and mapping of the relationship between potassium and ammonium of calcareous soils with different moisture content. *International Journal of Scientific and Technological Research*, 5(7): 17-26.
- Sekhar, S.C., Rao, B., 2011. Cottonseed oil as health oil. *Pertanika Journal Tropical Agricultural Science*, 34(1): 17-24.
- Simopoulos, A.P., 2008. The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Experimental Biology and Medicine*, 233(6): 674-688.
- TÜİK, 2021. Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Ürün İstatistikleri. (<https://data.tuik.gov.tr/>), (Erişim tarihi: 10.04.2021).
- Yang, A., Zhang, C., Zhang, B., Wang, Z., Zhu, L., Mu, Y., Qi, D., 2021. Effects of dietary cottonseed oil and cottonseed meal supplementation on liver lipid content, fatty acid profile and hepatic function in laying hens. *Animals*, 11(1): 78.

Atıf Şekli	Cun, S., Beyyavaş, V., Ramazanoğlu, E., 2023. Farklı Sulama Yöntemlerinin Bazı Pamuk (<i>Gossypium hirsutum</i> L.) Çeşitlerinde Yağ Oranı ve Yağ Asitleri Oluşumuna Etkileri. <i>ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 7(4): 833-841. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.10250432 .
To Cite	Cun, S., Beyyavaş, V., Ramazanoğlu, E., 2023. Effects of Different Irrigation Methods on Oil Content and Fatty Acids Formation in Some Cotton (<i>Gossypium hirsutum</i> L.) Varieties. <i>ISPEC Journal of Agricultural Sciences</i> , 7(4): 833-841. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.10250432 .



Tınlı Bünyeli Topraklarda Uygulanan Antepfıstığı (*Pistacia vera* L.) Sert Dış Kabuğu Biyokömürünün Nitrat (NO_3^-) ve Amonyum (NH_4^+) Yıkanması Üzerine Etkileri

Salih AYDEMİR^{1*}, Zemzem FIRAT¹

¹Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Şanlıurfa

*Sorumlu Yazar (Corresponding author): aydemirsalih15@gmail.com

Özet

Bu çalışmada, tınlı bünyeli toprakta farklı dozlarda (% 0 (kontrol), % 1.5 ve % 3) uygulanan Antepfıstığı sert dış kabuğu biyokömürünün (FDB) (Nitrat) NO_3^- ve (Amonyum) NH_4^+ yıkanması üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu deneme deseninde 3 tekerrürlü planlanan kolon denemesinde amonyum ve nitrat kaynağı olarak amonyum nitrat (NH_4NO_3) ($16 \text{ kg N da}^{-1} \text{ kolon}^{-1}$) kullanılmış; artan dozlarda FDB (% 0-kontrol; % 1.5 ve % 3.0) uygulanmıştır. Yıkama toplam 6 hafta sürmüş, haftalık 750 ml su kolon⁻¹ verilmiştir; süzüklerde haftalık biriktirilerek içerdikleri NO_3^- ve NH_4^+ konsantrasyonları belirlenmiştir. Yıkama işleminin tamamlanmasının ardından kolonlardaki toprak örneklerinde de NO_3^- ve NH_4^+ analizleri yapılmıştır. Elde edilen bulgular, FDB uygulama dozlarının artması ile süzüklerdeki NO_3^- konsantrasyonlarının azalış gösterdiği belirlenmiştir. Bu azalış % 1.5 ve % 3 dozları için sırasıyla % 51.45 ve % 16.21 oranlarında bulunmuştur. Yıkama sonrası kolon topraklarının NO_3^- tutulması % 1.5 dozunda % 87.5, % 3 dozunda ise % 93.75 oranında hesaplanmıştır. Artan dozlarda FDB uygulamalarının süzüklerdeki NH_4^+ konsantrasyonlarına etkisi incelendiğinde; NH_4^+ konsantrasyonlarının % 1.5 ve % 3.0 dozlarında sırasıyla % 90.10 ve % 32.23 oranında azalmıştır. Yıkama sonrası kolon topraklarında NH_4^+ tutulması ise % 1.5 dozunda % 87.5 ve % 3.0 dozunda ise % 106.67 oranında artmıştır. Sonuç olarak Antepfıstığı sert dış kabuğu biyokömürünün her iki dozda (% 1.5 ve % 3.0) süzüklerdeki NO_3^- ve NH_4^+ konsantrasyonlarını önemli ölçüde azaltmış, yıkanma ile kayıp oranlarını da önemli ölçüde azaltmıştır.

Effects of Pistachio (*Pistacia vera* L.) Hard Outer Shell Biochar Applied on Loamy Textured Soils on Nitrate (NO_3^-) and Ammonium (NH_4^+) Leaching

Abstract

In this study, the effects of pistachio (*Pistacia vera* L.) hard shell biochar (FDB) applied at different doses (0% (control), 1.5% and 3%) in loamy soil on (Nitrate) NO_3^- and (Ammonium) NH_4^+ leaching were investigated. In this trial design, ammonium nitrate (NH_4NO_3) ($16 \text{ kg N da}^{-1} \text{ column}^{-1}$) was used as ammonium and nitrate source in the planned column experiment with 3 repetitions; increasing doses of FDB (0%-control; 1.5% and 3.0%) were administered. The total flushing took 6 weeks, 750 ml of water column⁻¹ was given weekly; The NO_3^- and NH_4^+ accumulations in the filters were determined by collecting them weekly. After the washing was disrupted, NO_3^- and NH_4^+ analyzes were performed on the soil samples in the columns. The findings obtained showed that NO_3^- concentrations in the filters decreased with increasing FDB application doses. This decrease was found to be 51.45% and 16.21% for 1.5% and 3% doses, respectively. NO_3^- retention of column soils after washing was calculated as 87.5% at 1.5% dose and 93.75% at 3% dose. When the effect of increasing doses of FDB applications on NH_4^+ concentrations in the filters was examined; NH_4^+ concentrations decreased by 90.10% and 32.23% at 1.5% and 3.0% doses, respectively. NH_4^+ retention in column soils after washing increased by 87.5% at 1.5% dose and 106.67% at 3.0% dose. As a result, pistachio hard shell biochar significantly reduced the NO_3^- and NH_4^+ concentrations in the leachates at both doses (1.5% and 3.0%), and also significantly reduced the loss rates through leaching.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi :22.07.2023
Kabul Tarihi :28.08.2023

Anahtar Kelimeler

NO_3^-
 NH_4^+
biyokömür
yıkanma
yüzey ve yeraltı su kirliliği

Research Article

Article History

Received :22.07.2023
Accepted :28.08.2023

Keywords

NO_3^-
 NH_4^+
biochar
leaching
surface and groundwater
pollution

1. Giriş

Birim alandan daha fazla ürün elde etme ihtiyacı her geçen gün artmaktadır. Bu durum yüksek oranda gübre uygulamalarını gerektirmektedir (Fernández-Escobar ve ark., 2004).

Topraklara uygulanan aşırı dozlardaki azotlu (N) gübreler, yıkanmanın etkisi ile birlikte başta N olmak üzere besin elementlerinin yüksek oranlarda yeraltı sularına karışmasına neden olmaktadır (Gao Yurong ve ark., 2022). Besin elementinin topraktan yıkanması toprakları verimsizleştirmekte, çiftçi için maddi kayıplara neden olmakta, ürün verimini azaltmakta ve çevre sağlığını tehdit etmektedir (Tian ve ark., 2018). Nitrat (NO_3^-), bir anyon olduğu için toprakta tutulabilmesi güç olmakta ve suyun akışıyla ortamdan kolayca sızarak uzaklaşabilmektedir. Amonyum (NH_4^+) iyonu ise NO_3^- iyonuna oranla daha güçlü tutulabilmekle birlikte; kısmen de olsa yıkanma ile yeraltına sızarak N kayıplarına sebep olmaktadır (Xu ve ark., 2010; Svoboda ve ark., 2013). Bu gibi durumlarda özellikle nitratın bitki kök bölgesinden yıkanıp yeraltı sularına karışması su içinde kalite problemini ortaya çıkarmaktadır. Yüksek konsantrasyonlardaki NO_3^- hem su kütlelerinin ekosistemine zarar vermekte hem de insan sağlığını tehdit etmektedir. Tarımsal anlamda ise üreticinin girdi (gübre, işgücü vb.) maliyetini artırmaktadır (Zhang ark., 2012). Tüm bu nedenlerden ötürü tarım alanlarından sulama ve/veya yağış sonrası sızan sulardaki özellikle NO_3^- miktarının azaltılması ve NH_4^+ kayıplarının da önlenmesi oldukça önemli ve gerekli bir yaklaşımdır. Bu amaçla kullanılan materyallerden biri olan biyokömür; bitkisel ve hayvansal kökenli atıkların oksijensiz veya çok az oksijenli ortamda yüksek sıcaklıklarda değişime uğratılmasıyla üretilen karbonca zengin, ayrışmaya dayanıklı ve gözenekli yapıya sahip bir materyaldir. Biyokömür, toprak

verimliliğinin ve toprakların organik madde içeriğinin iyileştirilmesi, ağır metallerin su ve topraktan uzaklaştırılması ve gübre yıkanmalarının olumsuz etkilerinin azaltılması açısından kullanılabilecek uzun vadede etkilerini devam ettirecek materyal olarak öngörülmüş ve dünyanın pek çok yerinde çalışmalarda kullanılmıştır (Lehmann ve ark., 2003; Ni ve ark., 2006; Winsley, 2007; Steiner ve ark., 2008; Lliffe, 2009; Saygan ve Aydemir, 2016). Özellikle yıkanmaya bağlı N kayıplarını azaltmaya yönelik birçok çalışma yapılmış ve bu amaçla farklı biyokömür materyalleri kullanılmıştır. Zhang ve ark. (2021) yaptıkları bir kolon yıkama çalışmasında, Moutai less (Moutai tortusundan elde edilen biyokömür) biyokömürünün 5 farklı doz (% 0, % 0.5, % 1, % 2 ve % 4) uygulamalarının topraktaki toplam N ve NO_3^- içeriğini önemli ölçüde artırdığını gözlemlemişlerdir. Öyle ki kontrol dozu (biyokömür % 0) ile karşılaştırıldığında biyokömür uygulamalarının N' lu gübre tutma oranını % 50 - % 95'e kadar yükselttiğini bulmuşlardır. Başka bir çalışmada, Mangrov (*Mangrove rivulus*) bitkisinden elde edilen biyokömür materyalinin farklı dozları (% 0, % 0.5, % 1, % 2 ve % 8) karides havuzu tortusundaki N kayıplarını önlemek amaçlı yapılan bir kolon yıkama denemesinde uygulanmış ve sonuçta % 8 dozunun N kaybını en fazla azaltan oran olduğu belirlenmiştir (Be Sokkeang ve ark., 2021). Bu çalışmada uygulanan biyokömür materyalinin N yıkanmasını azaltarak çevre kirliliğini azalttığı rapor edilmiştir.

Biyokömürün orta bünyeli topraklara uygulanması ile katyon değişim kapasitesi ve beraberinde tüm sorpsiyon kapasitesinin artmasını sağladığı; böylece besin elementlerinin ve diğer zararlı kimyasalların yıkanıp uzaklaşmasını engellediği görülmektedir (Laird ve ark., 2008). Kumlu tın bünyeli bir toprakta buğday (*Triticum aestivum*) samanından elde edilen biyokömür saksı denemesi

yapılarak üç farklı dozda (% 0, % 1 ve % 3) uygulanmıştır. Çalışma sonuçları göstermiştir ki, biyokömür uygulaması % 3 dozunda kümülatif nitrat kaybını % 78 - % 93 oranlarında azaltmıştır (Purkaystha Joba ve ark., 2022). Oladele ve ark. (2022) yaptıkları saksı ve inkübasyon çalışmasında, iki farklı biyokömür (hayvan altlığı biyokömürü ve odun yoncası(talaş) ile elde edilen biyokömür) çeşidi kullanmışlardır. Deneme sonrasında her iki biyokömür materyalinin de N kaybını azaltmada etkili olduğu sonucuna varmışlardır.

Yapılan 2 yıllık bir tarla çalışmasında, iki farklı bünyeye sahip (milli tın ve kumlu tın) toprağa N' lu gübre ve biyokömür uygulamışlardır. Her iki toprakta da biyokömür uygulamalarının organik karbonu artırma yönünde etki ettiği fakat NO_3^- ve NH_4^+-N ' u artışının sadece kumlu tın bünyeli topraklarda artış gösterdiğini rapor etmişlerdir (Omara ve ark., 2022).

Birbirlerine yönetsel olarak oldukça benzerlik gösteren iki farklı kolon yıkama çalışmasında; tütün sapı ve zeytin posası (Fırat, 2021) ile pamuk sapı ve mısır koçanı (Ünsal, 2021) kullanılarak elde edilen biyokömür materyalleri % 0, % 1.5 ve % 3 dozlarında uygulanarak NO_3^- ve NH_4^+ yıkanması açısından etkileri araştırmışlardır Tütün sapı kullanılarak elde edilen biyokömürün % 1.5 dozunda uygulanması sonucunda, yıkanma ile NH_4^+ kayıpları kontrol (% 0) grubuna göre % 89 oranında azalış gösterirken; % 3'lük doz uygulaması ile yine kontrole göre % 98'lik bir azalış göstermiştir. NO_3^- yıkanma kayıpları ise % 1.5 doz uygulaması ile, kontrol (% 0) grubuna göre % 53 oranında azalış gösterirken, % 3 doz uygulamasında kontrol grubuna göre % 66 oranında azalış göstermiştir. Aynı araştırma kapsamında yer alan, zeytin posası ile elde edilen biyokömür uygulamalarının test edildiği denemede ise; NH_4^+ kayıplarının % 1.5 doz

uygulanmasında kontrol (% 0) uygulamasına göre % 82 oranında azalış; % 3 doz uygulamasında ise kontrol grubuna göre % 90 oranında azalış belirlenmiştir. Ayrıca yine bu çalışmada % 1.5 ve % 3 doz uygulamaları ile yıkanmaya bağlı NO_3^- kayıplarının kontrol grubuna göre sırasıyla % 35 ve % 43 oranında azaltıldığı bildirilmiştir (Fırat, 2021). Mısır koçanı kullanılarak elde edilen biyokömürün % 1.5 dozunda uygulanması sonucunda, yıkanma ile e kontrol grubuna göre % 32 oranında azalış gösterirken, % 3 dozunda uygulanması sonucunda % 47 oranında yıkanma kayıplarını azalttığı gözlemlenmiştir. Kolon sonrası toprak örneklerinde pamuk sapı biyokömürü için NH_4^+ içerikleri % 1.5 dozunda uygulanması sonucunda kontrol grubuna göre % 19 oranında azalış, %3 dozunda uygulanması ile % 12 oranında azalış göstermiştir. NO_3^- kayıplarında ise mısır koçanı biyokömürü için % 1.5 dozunda uygulanması ile kontrol grubuna göre % 45 oranında azalış, % 3 dozunda da % 50 oranında azalış olduğu belirlenmiştir (Ünsal, 2021).

Bu çalışmada antepfıstığı sert dış kabuğu atıklarından elde edilen biyokömür uygulamalarının % 0 (kontrol), % 1.5 ve % 3 dozlarının tınlı bünyeli bir toprakta NO_3^- ve NH_4^+ yıkanmasına olan etkisi araştırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Çalışma, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü laboratuvarında 2019 yılında sıcaklık kontrollü koşullarda yürütülmüştür.

Deneme toprağı Adıyaman il merkezin bağlı bir arazinin 0-30 cm derinliğinden alınmış olup, toprağı aıt bazı özellikler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Deneme toprağına ait bazı özellikler

pH (1:2,5)	EC (1:2.5) (dS m ⁻¹)	Su Tutma Kapasitesi (%)	Gravimetrik Nem (%)	KDK (cmol kg ⁻¹)	Bünye
8.874	101	5.03	7.41	44.4	Tın

Deneme materyali olarak Saygan (2017) tarafından antepfıstığı (*Pistacia vera* L.) sert dış kabuğı kullanılarak elde edilen

biyokömür (FDB) kullanılmıştır. Tablo 2 ve Tablo 3 'te araştırmada kullanılan FDB' ye ait bazı özellikler sunulmaktadır.

Tablo 2. Denemede kullanılan biyokömürün (FDB) bazı özellikleri

Biyokömür	Su Tutma Kapasitesi		KDK (cmol kg ⁻¹)		Toplam C		Toplam N		Toplam H	
FDB	3.92		31.05		59.14		0.33		2.45	
	B	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	Zn
	mg kg ⁻¹									
	0.57	1064.46	0.35	311.96	556.8	163.56	3.41	89.15	18.81	13.31

Denemede NH₄⁺ ve NO₃⁻ kaynağı olarak amonyum nitrat (NH₄NO₃, % 33 N) gübresi kullanılmıştır.

2.2. Yöntem

2.2.1. Deneme deseni ve uygulama dozları

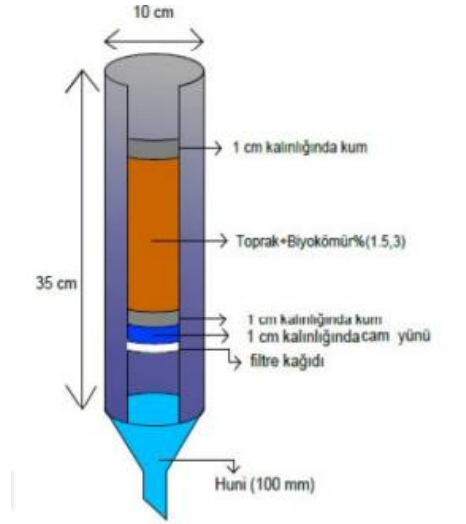
Tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulan denemede antepfıstığı (*Pistacia vera* L.) sert dış kabuğı kullanılarak elde edilen biyokömür (FDB)' ün ağırlık esasına göre artan dozları % 0, % 1.5 ve % 3.0 konsantrasyonlarında uygulanmıştır. Uygulanacak FDB dozunun belirlenmesi Saygan (2017)' a göre yapılmıştır.

2.2.2. Kolon düzeneğinin kurulması

Denemede 35 cm uzunluğunda ve 10 cm çapında Polivinil klorür (PVC) borular kullanılmıştır. Boruların taban kısmının iç tarafına kaba (gözenek çapı 20 - 25 µm)

filtre kâğıdı yerleştirilmiş ve toprak materyalini tutabilmek üzere paslanmaz metal elek yerleştirilip, plastik kelepçe ile sabitlenmiştir. Sonrasında kolonların iç kısımdan filtre kâğıdının üstüne toprak kaybına engel olmak için 1 cm kalınlığında cam yünü ve 1 cm kalınlığında yıkanmış kaba kum yerleştirilmiştir. Kolonların kenarından su kaybını engellemek için her bir kolonun iç yüzeyi kaba zımpara kâğıdı ile yatay pozisyonda zımparalanmıştır.

Kolonlara 20 cm yüksekliğinde toprak ve biyokömür materyali homojen olarak karıştırılıp hacim ağırlığı 1.5 g cm⁻³ (Bodur, 2016) oluncaya kadar sıkıştırılmıştır (Bu kapsamda kolonlara yaklaşık 2355 g toprak konulmuştur). Sıkıştırılan kısmın üst kısmına NH₄NO₃ gübresi homojen bir şekilde eklenmiş, en üst kısmına tekrardan 1 cm kalınlığında yıkanmış kaba kum ilave edilerek deneme hazır hale getirilmiştir.



Şekil 1. Boş kolona ait fotoğraf

2.2.3. Denemede kullanılacak gübre ve yıkama suyu miktarının belirlenmesi

Kolonlara uygulanacak olan amonyum nitrat gübresi miktarının hesaplanması, pamuk tarımında ihtiyaç duyulan saf N miktarı (16 kg N da^{-1}) (Bodur, 2016) esas alınarak yapılmıştır. Bu durumda, uygulanacak gübre miktarı söz konusu denemede yer alan kolonlardaki pamuk tarımı baz alınarak 116 mg (Pamuk için dekara 16 kg saf azot olacak şekilde hesaplanmıştır) NH_4NO_3 / kolon olarak hesaplanmıştır. Yıkama işlemlerinde kontaminasyon riskini ortadan kaldırmak adına deiyonize su kullanılmıştır. Kolonlara verilen su miktarı Çopur (2019) ile kişisel görüşme ile her kolona 750 ml verilmesine karar verilmiştir.

2.2.4. Denemenin yürütülmesi

Deneme hazırlıkları tamamlandıktan sonra yıkama işlemi her kolona haftada 1 kez olmak üzere, 750 ml deiyonize su uygulaması ile homojen bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Suyun kolonlara ilave edilmesi her haftanın aynı gün ve aynı saatinde olmakla birlikte, yıkama işlemine 24 saatlik bir zaman dilimi içerisinde kolonlardaki suyun süzülmesi bitene kadar devam edilmiştir. Her yıkama sonrası kolonların üstü buharlaşmaya karşı parafilm ile kapatılmıştır. Aynı zamanda kolonlardan elde edilen süzükler biriktirilerek, ivedilikle analiz edilmiştir. Yıkama işlemi toplamda 6 hafta sürdürülmüştür (Günel ve ark., 2017).



Şekil 2. Denemeye ait yıkama işlemi

2.2.5. Denemede kullanılan toprak ve biyokömüre ait analiz yöntemleri

Denemede kullanılan toprağın bazı özellikleri; pH ve EC değerleri su ve toprak karışımında (1:2.5) pH ve EC metre ile belirlenmiştir (Richards, 1954).

Bünye; (Gee ve Bauder, 1986) tarafından belirtildiği üzere hidrometre yöntemi ile yapılmıştır, gravimetrik nemi; Richards, (1954)'e göre, su tutma kapasitesi ise; (Anonim, 1988)'e göre belirlenmiştir.

Denemede kullanılan biyokömür materyalinin bazı özellikleri; Katyon Değişim Kapasitesi (KDK), (Chapman, 1965)'e göre, toplam karbon (C) ve toplam azot (N) değerleri elementer analiz cihazı kullanılarak, ASTM D5373 metoduyla (ASTM, 2007)'ye göre, Su tutma kapasitesi de (Anonim, 1988)'e göre belirlenmiş olup, Makro ve mikro besin içerikleri ICP cihazı ile Enders ve Lehmann (2012)'e göre belirlenmiştir.

2.2.6. Süzük ve yıkama sonrası kolonlarda kalan toprağa ait analiz yöntemleri

Birer hafta ara ile yapılan yıkamalar sonucu elde edilen süzüklerde NO_3^- ve NH_4^+ konsantrasyonları Harran Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezinde (HÜBTAM) NH_4^+ (Baethgen we, Alley mm, 1989) yöntemine göre NO_3^- (Yang ve ark., 1998) yöntemine göre İyon Kromatografisi (Shimadzu RF-1501, America) ile belirlenmiştir.

2.2.7. İstatistiksel analizler

Deneme süresince var olan veriler JMP Pro 13 paket programı kullanılarak

istatistiksel veriler değerlendirilmiştir. Araştırma bulgularının istatistiksel analizlerinde tek yönlü varyans analizi % 5 ($p < 0,005$) önem seviyesinde uygulanmış ve Duncan testi yapılarak sonuçlar grafikler halinde verilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Yıkama süzüklerinde azot (NO_3^- ve NH_4^+) konsantrasyonları

Tarım arazilerinde uygulanan azotlu (N) gübrelerin önemli bir kısmının NO_3^- ve NH_4^+ şeklinde yıkanması ve kaybolması ile bitkisel üretimde kullanılamadığı, yüzey ve yüzey altı sularında kirlenmeye neden olduğu bildirilmiştir (Tian ve ark., 2018). Dolayısıyla NO_3^- yıkanması dünya çapında önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır.

Uygulama dozlarının artmasına bağlı olarak kolonlardan toplanan süzüklerdeki NO_3^- ve NH_4^+ iyon konsantrasyonlarının kontrole kıyasla önemli ölçüde azalmış olduğunu göstermiştir. Bu azalış oransal olarak, NO_3^- iyonu için % 1.5 ve % 3 dozlarında sırasıyla % 51.45 ve % 16.21 olarak, NH_4^+ iyonu için % 1.5 ve % 3 dozlarında sırasıyla % 90.10 ve % 32.23 oranlarında bir azalış sağlamışlardır.

Kolon denemesinde farklı dozlarda FDB uygulamaları sonrasında yıkama süzüklerinin NO_3^- ve NH_4^+ konsantrasyonları Tablo 3' te verilmiştir.

Uygulamalara bağlı bu azalış ilk hafta NO_3^- yıkama verilerinde 3 dozda (% 0, % 1.5 ve % 3) da istatistiki olarak önemli bulunurken, diğer hafta verilerinde dozlar arasında fark önemsiz olmuş fakat kontrole kıyasla değerler 2-5 haftaları için önemli bulunmuştur ($P < 0.05$) (Tablo 3).

Tablo 3. Farklı dozlarda antepfıstığı sert dış kabuğu biyokömürü (FDB) uygulamalarının yıkanan süzüklerdeki NO_3^- ve NH_4^+ konsantrasyonlarına etkisi

Yıkama Süreleri	NO ₃ ⁻ (mg L ⁻¹)			NH ₄ ⁺ (mg L ⁻¹)		
	Uygulama Dozları (%)					
	0	1.5	3	0	1.5	3
1.Hafta	466.83A (100)	240.21B (51.45)	75.70D (16,21)	1.21a (100)	1.09a (90.10)	0.39b (32.23)
2.Hafta	472.51A (100)	464.68A (98.34)	427.12A (90.39)	0.34bc (100)	0.03f (8.82)	0.03f (8.82)
3.Hafta	166.33C (100)	28.04EF (16.85)	17.48EF (10.50)	0.31bd (100)	0.17df (54.84)	0.15ef (48.39)
4.Hafta	61.97DE (100)	16.01EF (25.83)	14.11EF (22.77)	0.21ce (100)	0.15ef (71.43)	0.12ef (57.14)
5.Hafta	21.86ED (100)	2.07F (9.47)	1.27F (5.81)	0.20ce (100)	0.11ef (55.00)	0.10ef (50.00)
6.Hafta	6.97F (100)	1.28F (5.85)	0.95F (13.62)	0.18ef (100)	0.12ef (66.67)	0.11ef (61.11)

İlk (1.) hafta yıkama sonucunda elde edilen süzüklerdeki en düşük NO_3^- konsantrasyonu % 3 doz uygulamasıyla belirlenmiş olup, uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak ($P < 0.05$) önemli bulunmuştur. Bu durum, deneme dozları arasında % 1.5 dozunun NO_3^- yıkanmasını önleyebilmek adına en etkili doz olduğunu göstermektedir.

6 hafta boyunca yıkanan süzüklerin NO_3^- konsantrasyonlarının ortalamasını karşılaştırdığımızda en yüksek NO_3^- konsantrasyonu % 0 uygulamasında belirlenmiştir. % 1.5 ve % 3 uygulamalarında %0 uygulamasına kıyasla sırasıyla % 70.18 ve % 63.17 oranında daha düşük NO_3^- konsantrasyonu belirlenmiştir. % 1.5 uygulaması tüm kolonlardan daha düşük NO_3^- konsantrasyonuna neden olmuştur. Günel ve ark. (2017), domates hasat atığı biyokömürünün topraktan NH_4^+ ve NO_3^- yıkanmasına etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları araştırmada, % 6 biyokömür uygulamasının topraktan NO_3^- yıkanmasını önemli ölçüde azalttığı ve

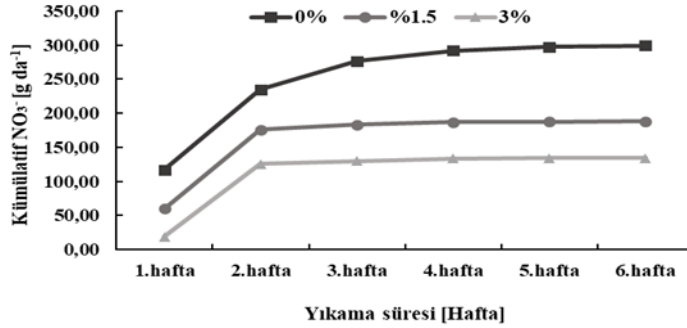
NO_3^- 'in daha uzun süre toprakta tutunabildiğini bildirmiştir.

Tablo 3 incelendiğinde % 0 uygulamasının kolonlarından süzülen NH_4^+ konsantrasyonu 1.21 mg L⁻¹ iken, % 1.5 ve % 3 uygulamalarında sırasıyla % 90.08 ve % 32.23 oranında daha düşük olduğu izlenmektedir (Tablo 3).

İkinci hafta itibarıyla alınan süzüklerdeki NH_4^+ konsantrasyonu tüm kolonlarda düşmüştür ve diğer haftalarda da düşüş devam etmiştir. Bu çalışmaya benzer olarak; Günel ve ark. (2017) biyokömür uyguladıkları toprakların yıkanması sonucunda elde ettikleri süzüklerin NH_4^+ içeriğinin artan doz uygulamasına göre değişmediğini belirtirken, yıkama sayısının artmasına bağlı olarak ise yıkama suyu NH_4^+ içeriğinin azaldığını, NO_3^- içeriğinin ise artan doz uygulamasına göre ve yıkama sayısının artmasına bağlı olarak azaldığını belirtmiştir. Benzer başka bir çalışma; Bodur (2016) pirina atığı biyokömürünün hafif bünyeli toprağa uygulanması sonucunda NO_3^- 'ün yıkanması üzerine etkilerini araştırdığı çalışmada,

uygulama dozlarının artmasıyla birlikte yıkama suyu pirina ve pirina biyokömürü en düşük dozları olan % 2.5 dozu NO_3^- yıkanmasına önemli derecede engel

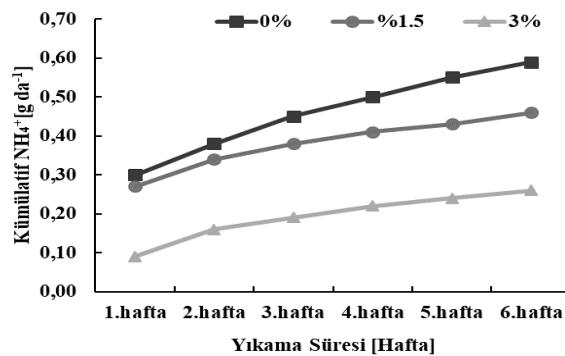
olmakla birlikte etkisi % 5 ve % 10 dozları ile arasındaki fark NO_3^- yıkanması açısından önemsiz çıkmıştır.



Şekil 3. Kolonlardan sulama ile yıkanan süzüklerdeki kümülatif nitrat (NO_3^-) konsantrasyonları

6 hafta boyunca yıkanan kolonlardan alınan süzüklerdeki kümülatif NO_3^- miktarının gösterildiği grafik Şekil 1 'de verilmiştir. Kümülatif NO_3^- konsantrasyonunun verildiği grafikleri incelediğimizde, 6 hafta sonunda % 0, % 1.5 ve % 3 uygulamalarında sırasıyla 299.12 g da^{-1} , 188.07 g da^{-1} ve 134.16 g da^{-1} NO_3^- konsantrasyonu belirlenmiştir. % 1.5 ve % 3 uygulamalarında % 0 uygulamasına kıyasla sırasıyla % 62.88 ve % 44.85 daha düşük NO_3^- yıkanması gerçekleşmiştir. Bu bağlamda en olumlu sonuç % 1.5 uygulaması ile elde edilmiştir. Bu çalışmalara benzer olarak; Purkaystha Joba

ve ark. (2022) yaptıkları çalışmada 3 farklı dozda (% 0, % 1, % 3) buğday samanından elde ettikleri biyokömürü kumlu tınlı toprağa uygulamaları sonucunda % 3 dozunda kümülatif NO_3^- kaybını % 78-93 oranlarında azaldığını belirlemişlerdir. Uzoma ve ark. (2011), farklı sıcaklıklarda elde ettikleri akasya ağacı (*Robinia pseudoacacia* L) biyokömürünü farklı oranlarda kolonlara karıştırmışlar ve NO_3^- yıkanmasını belirlemişlerdir. 300°C de elde edilen biyokömür uygulaması yapılan topraklarda kümülatif NO_3^- yıkanması, 400 ve 500°C den elde edilen biyokömür uygulamasına göre daha az olmuştur.



Şekil 4. Kolonlardan sulama ile yıkanan süzüklerdeki kümülatif amonyum (NH_4^+) konsantrasyonları

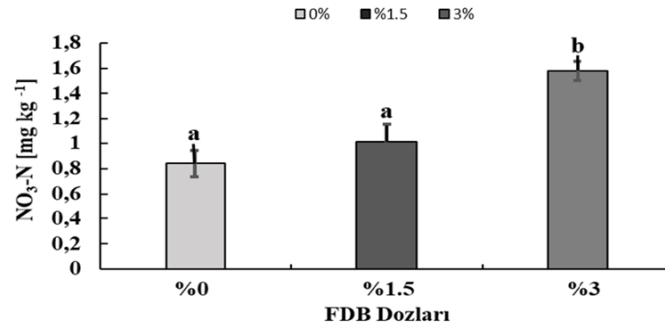
6 hafta boyunca yıkanan kolonlardan alınan çözeltilerdeki toplam NH_4^+

miktarının gösterildiği grafik Şekil 2'de verilmiştir. Kümülatif NH_4^+

konsantrasyonunun verildiği grafikler incelendiğinde, 6 hafta sonunda % 0, % 1.5 ve % 3 uygulamalarında sırasıyla 0.59 g da^{-1} , 0.46 g da^{-1} ve 0.26 g da^{-1} NH_4^+ konsantrasyonu belirlenmiştir. % 1.5 ve % 3 uygulamalarında % 0 uygulamasına kıyasla sırasıyla % 77.97 ve % 44.07 daha

düşük NH_4^+ yıkanması gerçekleşmiştir. Bu bağlamda en olumlu sonuç nitratta olduğu gibi % 1.5 uygulaması ile elde edilmiştir.

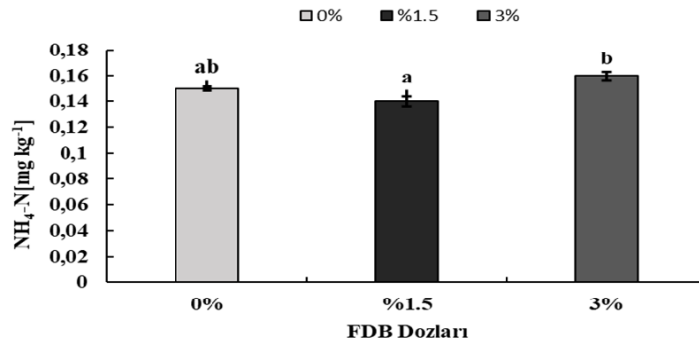
3.2. Yıkanma sonrasında kolon topraklarının azot (NH_4^+ ve NO_3^-) içerikleri



Şekil 5. Farklı dozlarda biyokömür (FDB) uygulaması sonrası yıkama kolonunda belirlenen NO_3^- konsantrasyonları

Kontrol (% 0) ve % 1.5 biyokömür uygulaması arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, % 3 uygulamasında önemli derecede NO_3^- tutumu gerçekleşmiştir ve anlamlı bulunmuştur ($P < 0.05$). Artan dozlarda antepfıstığı sert dış kabuğu biyokömürünün (FDB) tınlı bünyeli toprağa uygulanması ile NO_3^- yıkanma oranını % 1.5 dozu için % 87.5, % 3 dozu için ise % 93.75 azalttığı belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara benzer olarak; Sika ve Hardie (2014) artan dozlarda çam ağacı (*Pinus*) biyokömürünün tarım topraklarına uygulanan NO_3^- ‘ün

yıkanma oranını % 96 azalttığını belirtmişlerdir. Novak ve ark. (2010) ceviz (*Juglans regia* L.) kabuğundan elde edilen biyokömürün kumlu bünyeli topraklara 0 ve 10 g biyokömür dozlarını uygulamış ve NO_3^- yıkanma oranını belli ölçüde azalttığını, Altland ve Locke (2012) ise turba yosunundan (*Sphagnum*) elde edilen biyokömürün artan dozlarda (% 0-1-5-10) uygulaması sonucunda NO_3^- ‘ün belli bir süre tutularak yıkanmanın geciktiğini belirtmişlerdir.



Şekil 6. Farklı dozlarda biyokömür (FDB) uygulaması sonrası yıkama kolonunda belirlenen NH_4^+ konsantrasyonları

Kolonlarda en yüksek NH_4^+ tutumu % 3 dozunda gerçekleşmiştir. Diğer uygulamalarla kıyaslandığında az da olsa daha yüksek tutum gerçekleşmiştir. Artan dozlarda FDB uygulanmasının, NH_4^+ yıkanma oranını, kontrole kıyasla % 1.5 dozunda % 87.5 ve % 3 dozunda ise % 106.67 azalttığı belirlenmiştir. Artan biyokömür dozları ile NH_4^+ 'ün toprakta tutunması artmıştır. Bu çalışmalar benzer olarak; Sika ve Hardie (2014) artan dozlarda çam ağacı biyokömürünün tarım topraklarına uygulanan NH_4^+ 'ün yıkanma oranının % 86 azalttığını belirtmişlerdir. (Günel ve ark., 2017), yaptıkları çalışmada domates hasat artıklarından biyokömür elde ettikleri biyokömürü 3 farklı dozda (% 0, % 1, % 3 ve % 6) orta bünyeli toprağa uygulamışlardır. Yıkama işlemi sonunda kolonlardaki toprakların NH_4^+ içeriği için önemli bir değişkenlik olmadığını belirlemişlerdir.

4. Sonuçlar

Çalışma sonuçları bölgesel olarak temin edilmesi daha kolay olan antepfıstığı sert dış kabuğundan elde edilen biyokömürün tınlı bünyeye sahip topraklara uygulanmasının azotlu gübredeki nitratin önemli bir kısmını toprakta tutabildiğini göstermiştir. Böylece yüzey ve yeraltı sularının NO_3^- ile kirlenmesinin önüne geçilecektir. Nitrata oranla daha düşük konsantrasyonlarda yıkanan NH_4^+ 'un miktarında ise biyokömür uygulamaları ile birlikte tutulma olmuş ancak bu tutulma istatistiksel olarak önemli görülmemiştir. Hasat sonrası oluşan artıkların yakılması veya çürümeye terk edilmesi yerine çevre dostu bir ürüne dönüştürülmesi ile uygulanan kimyasal gübrelere göre daha etkin fayda sağlaması mümkün olacaktır. Bu sonuçlar; antepfıstığı dış sert kabuğundan elde edilen biyokömür uygulaması ile arazilerden azotun NO_3^- ve NH_4^+ formunda yıkanmasını düşürebileceğine işaret etmektedir. Bu yüzey ve yer altı sularının NO_3^- ve NH_4^+

açısından kirlenmesinin önüne geçilmesi açısından önemlidir. Sonuç olarak biyokömür uygulamalarında özellikle kontrole kıyasla, % 1.5 dozunun, süzüklerdeki NO_3^- ve NH_4^+ miktarlarını önemli ölçüde azalttığı ve buna bağlı olarak ise yine kontrole kıyasla toprakta yıkanmamış miktarlarının ise % 3 dozunda artmış olduğu belirlenmiştir.

Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulunduklarını, makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Kaynaklar

- Altland, J.E., Locke, J.C., 2012. Biochar affects macronutrient leaching from a soilless substrate. *Hortscience*, 47(8): 1136-1140.
- Astm., 2020. Standard Test Methods For Determination of Carbon, Hydrogen and Nitrogen in Analysis Samples Of Coal And Carbon in Analysis Samples of Coal and Coke. No: D5373 – 16.
- Baethgen, W., Alley, M., 1989. Toprak ve bitki kjeldahl sindirimlerindeki amonyum nitrojenini ölçmek için manuel kolorimetrik prosedür. *Toprak Bilimi ve Bitki Analizinde İletişim*, 20(9-10): 961-969.
- Be, S., Vinitnantharat, S., Pinisakul, A., 2021. Effect of mangrove biochar residue amended shrimp pond sediment on nitrogen adsorption and leaching. *Sustainability*, 13(13): 7230.

- Bodur, S., 2016. Farklı dozlarda pirina ve pirina biyokömürü uygulamasının, kumlu topraklardan nitrat yıkanması üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Chapman, H.D., 1965. Cation Exchange Capacity. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties, (Methods Of Soil Anb), 891-901.
- Çopur, O., 2019. Kişisel Yüzyüze Görüşme.
- Deluca, T.H., Mackenzie, M.D., Gundale, M.J., 2009. Biochar Effects on Soil Nutrient Transformations. In "Biochar For Environmental Management: Science and Technology. In: J. Lehmann, S. Joseph (Eds.), *Earthscan*, London.
- Enders, A., Lehmann, J., 2012. Comparison of wet-digestion and dry-ashing methods for total elemental analysis of biochar. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 43: 1042–1052.
- Fernández-Escobar, R., Benlloch, M., Herrera, E., García-Novelo, J.M., 2004. "Effect of traditional and slow-release n fertilizers on growth of olive nursery plants and N losses by leaching", *Scientia Horticulturae*, 101: 39-49.
- Fırat, Z., 2021. Farklı biyokömür uygulamalarının (tütün sapı, zeytin posası) tınlı topraklarda amonyum ve nitrat kaybı üzerine olan etkisinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Gao, Y., Fang, Z., Van Zwieten, L., Bolan, N., Dong, D., Quin, BF, Chen, W., 2022. Biyokömür bazı azotlu gübrelerin ve bunların bitkisel üretim ve çevre üzerindeki etkilerinin eleştirel bir incelemesi. *Biyokömür*, 4(1): 36.
- Gee, G.W., Bauder, J.W., 1986. Particle-Size Analysis. In Methods of Soil Analysis, Part 1, Physical and Mineralogical Methods. In: A. Klute (Ed), *Agronomy Monograph*, Asa, Sssa, Madison, pp. 383-411.
- Günel, E., Erdem, H., Kaplan, A., 2017. Biyokömür ilavesinin toprakta nitrat ve amonyum yıkanmasına etkileri. *Harran Tarım Ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21(1): 73-83.
- Laird, D.A., 2008. The charcoal vision: a win-win-win scenario for simultaneously producing bioenergy, permanently sequestering carbon, while improving soil and water quality. *Agronomy Journal*, 100(1): 178-181.
- Lehmann, J., Da Silva, J.P., Steiner, C., Nehls, T., Zech, W., Glaser, B., 2003. Nutrientavailability and leaching in an archaeological anthrosol and a ferralsol of the central amazonbasin: fertilizer, manure and charcoal amendments. *Plant and Soil*, 249: 343–357.
- Liu, Z., He, T., Cao, T., Yang, T., Meng, J., Chen, W., 2017. Effects of biochar application on nitrogen leaching, ammonia volatilization and nitrogen use efficiency in two distinct soils. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 17(2): 515-528.
- Lliffe, R., 2009. Is The Biochar Produced by an Anila Stove Likely to be A Beneficial Soil Additive. Ukbrc Working Paper 4: Uk Biochar Research Centre: Edinburgh, Uk
- Mulvaney, R.L., 1996. Nitrogen-Inorganic Forms. In Methods of Soil Analyses Part 3 Chemicalmethods p.1123-1184.
- NI M., Leung, D.Y.C., Leung, M.K.H., Sumathy K. 2006. "An overview of hydrogen production from biomass", *Fuel Processing Technology*, 87: 461-472.

- Novak, J.M., Busscher, W.J., Watts, D.W., Laird, D.A., Ahmedna, M.A., Niandou, M.A., 2010. Short-Term CO₂ mineralization after additions of biochar and switchgrass to a typic kandudult. *Geoderma*, 154(3): 281-288.
- Oladele, S.O., Ingold, M., Buerkert, A., 2022. Impact of biochar-compost derived from thermal pyrolysis of poultry litter and woodchips on n mineralization and maize growth in contrasting tropical dryland soils. *Bioresource Technology Reports*, 20: 101225.
- Omara, P., Aula, L., Otim, F., Obia, A., Souza, J.L.B., Arnall, D.B., 2022. Biochar applied with inorganic nitrogen improves soil carbon, nitrate and ammonium content of a sandy loam temperate soil. *Nitrogen*, 3(1): 90-100.
- Park, S., Croteau, P., Boering, K., Etheridge, D., Ferretti, D., Fraser, P., Kim, K., Krummel, P., Langenfelds, R., Van Ommen, T., Steele L., Trudinger C., 2012. Trends and seasonal cycles in the isotopic composition of nitrous oxide since 1940, *Nature Geoscience*, 5: 261-265.
- Purkaystha, J., Prasher, S., Afzal, M.T., Nzediegwu, C., Dhiman, J., 2022. Wheat Straw biochar amendment significantly reduces nutrient leaching and increases green pepper yield in a less fertile soil. *Environmental Technology & Innovation*, 28: 102655.
- Richards, L.A., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils: Washington, D.C.U.S. Department of Agriculture Handbook No: 60.
- Saygan, E.P., 2017. Biyokömürün (biochar) toprak düzenleyicisi olarak kullanım potansiyellerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Saygan, E.P., Aydemir, S., 2016. Harran ovası kireçli killi toprak özellikleri üzerine antepfıstığı dış kabuğu biyokömür uygulamasının etkisi”, *Harran Tarım Ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 20(4): 301-312.
- Sika, M.P., Hardie, A.G., 2014. Effect of pine wood biochar on ammonium nitrate leaching and availability in a south african sandy soil. *European Journal of Soil Science*, 65(1): 113-119.
- Steiner, C., Glaser, B., Teixeira, W.G., Lehmann, J., Blum, W.E.H., Zech, W., 2008. Nitrogen retention and plant uptake on a highly weathered central amazonian ferralsol amended with compost and charcoal. *Journal of Plant Nutrition*, 171: 893-899.
- Svoboda, N., Taube, F., Wienforth, B., Kluss, C., Kage, H., Herrmann, A., 2013. Nitrogen leaching losses after biogas residue application to maize. *Soil & Tillage Research*, 130: 69-80.
- Tian, X., Li, C., Zhang, M., Wan, Y., Xie, Z., Chen, B., And Li, W., 2018. Biochar derived from corn straw affected availability and distribution of soil nutrients and cotton yield. *Plos One*, 13(1): 1-19.
- Tian, X., Li, C., Zhang, M., Wan, Y., Xie, Z., Chen, B., And Li, W., 2018. Biochar derived from corn straw affected availability and distribution of soil nutrients and cotton yield. *PloS One*, 13(1): 1-19.
- Ünsal, B., 2021. Farklı biyokömür uygulamalarının (mısır koçanı ve pamuk sapı) tınlı topraklarda amonyum ve nitrat kaybı üzerine olan etkisinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.

- Uzoma, K.C., Inoue, M., Andry, H., Zahoor, A., Nishihara, E., 2011. Influence of biochar application on sandy soil hydraulic properties and nutrient retention. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 9(3-4): 1137-1143.
- Van Zwieten, L.V., Rose, T., Herridge, D., Kimber, S., Rust, J., Cowie, A., Morris, S., 2015. Enhanced biological N₂ fixation and yield of faba bean (*Vicia faba* L.) in an acid soil following biochar addition: dissection of causal mechanisms. *Plant Soil*, 395: 7–20.
- Winsley, P., 2007. Biochar and bioenergy production for climate change mitigation, *New Zealand Science Review*, 64: 5-10.
- Xu, X., Gao, B., Evet, Q., Zhong, Q., 2010. Tarımsal yan ürün bazlı anyon değiştiricinin hazırlanması ve nitrat ve fosfat giderimi için kullanılması. *Biyokaynak Teknoloji*, 101: 8558–8564.
- Yang, Y., Brammer, J.G., Mahmood, A.S.N., Hornung, A., 2014. Intermediate pyrolysis of biomass energy pellets for producing sustainable liquid, gaseous and solid fuels. *Bioresource Technology*, 169: 794–799.
- Yang, Y., Brammer, J.G., Mahmood, A.S.N., Hornung, A., 2014. Intermediate pyrolysis of biomass energy pellets for producing sustainable liquid, gaseous and solid fuels. *Bioresource Technology*, 169: 794–799.
- Zhang, M., Liu, Y., Wei, Q., Gou, J., 2021. Biochar enhances the retention capacity of nitrogen fertilizer and affects the diversity of nitrifying functional microbial communities in karst soil of southwest china. *Ecotoxicology And Environmental Safety*, 226: 112819.
- Zhang, M., Gao, B., Yao, Y., Xue, Y., Inyang, M., 2012. Sulu çözeltilerden fosfat ve nitratin uzaklaştırılması için gözenekli mgo-biyokömür nanokompozitlerinin sentezi. *Kimya Mühendisliği Journal*, 210: 26–32.

Atıf Şekli

Aydemir, S., Fırat, Z., 2023. Tınlı Bünyeli Topraklarda Uygulanan Antepfıstığı (*Pistacia vera* L.) Sert Dış Kabuğu Biyokömürünün Nitrat (NO₃⁻) ve Amonyum (NH₄⁺) Yıkanması Üzerine Etkileri. *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi*, 7(4): 842-854. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10250450>.

To Cite

Aydemir, S., Fırat, Z., 2023. Effects of Pistachio (*Pistacia vera* L.) Hard Outer Shell Biochar Applied on Loamy Textured Soils on Nitrate (NO₃⁻) and Ammonium (NH₄⁺) Leaching. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 7(4): 842-854. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10250450>.



Yüksekova Havzasında Buğday Alanlarında Yabancı Ot Florası ve Dağılımını Etkileyen Toprak Faktörleri

Mesut SIRRI^{1*}, Mehmet FİDAN², Mesut BUDAK³

¹Siirt Üniversitesi, Kurtalan Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Siirt

²Siirt Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Siirt

³Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Siirt

*Sorumlu Yazar (Corresponding author): m.sirri@siirt.edu.tr

Özet

Buğday tarımında karşılaşılan en büyük sorunların başında verim ve kaliteyi düşüren yabancı ot sorunu gelmektedir. Yabancı ot dağılımı ve bu dağılımı etkileyen faktörlere ilişkin bilginin sınırlı olması, yabancı otlarla mücadelenin önündeki en büyük engeller arasındadır. Bu çalışmada Yüksekova Havzasında buğday tarlalarında tespit edilen yabancı ot taksonları ve yayılışlarının toprak özellikleri ile olan ilişkileri incelenmiştir. Bu amaçla 2020 ve 2021 yıllarında 2 farklı dönemde olmak üzere 80 buğday tarlasında yayılım gösteren yabancı otların yaygınlık ve yoğunlukları belirlenmiştir. Toprakların fizikokimyasal analizlerinin yapılması için her örneklem noktasında 0-20 cm derinlikten toprak örnekleri alınmıştır. Yapılan Survey çalışmalarında 2'si tohumuz, 18'i monokotiledon, 67'si dikotiledon olmak üzere toplam 18 familyaya ait 87 yabancı ot taksonu tespit edilmiştir. Ayrıca yapılan survey sonucunda farklı ekosistemlere adapte olmuş kozmopolit yabancı otların çalışma alanında yaygın olduğu gözlemlenmiştir. Toprak özelliklerinin yabancı ot dağılımına olan etkisini ortaya koymak için Kanonik Uyum Analizi (CCA) yapılmıştır. Bulgular toprak tekstürü, organik madde, pH ve besin elementi içeriklerinin yabancı ot dağılımı üzerine önemli derecede etki ettiğini ortaya koymuştur. Toprak özelliklerinin alanda yüksek bir yersel değişime sahip olması yabancı ot taksonlarının ve yayılımlarının da önemli yersel bir değişim sergilemesine neden olmuştur. Özellikle de yabancı otlar ile mücadelede başarılı olabilmek için bu yersel değişimin göz önünde bulundurulması, maliyet, işgücü ve zamandan tasarruf bakımından önemli olacaktır.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi :26.07.2023
Kabul Tarihi :29.08.2023

Anahtar Kelimeler

Yabancı otlar
toprak özellikleri
yersel değişim
buğday
canoco analizi

Soil Factors Affecting the Distribution of Weed Flora in the Wheat Fields of Yüksekova Basin

Abstract

Weeds significantly reduce the productivity and quality of wheat crop; therefore, exert negative impacts on wheat farming. Limited knowledge of weed distribution and the factors influencing their distribution is a major obstacle in weed control. This study investigated the taxonomy and distribution of weed species in the wheat fields of Yüksekova Basin and their relationship with soil properties. The prevalence and density of weed species in 80 wheat fields were recorded during 2020 and 2021. Soil samples were collected from each field at a depth of 0-20 cm for physicochemical soil analyses. A total of 87 weed taxa belonging to 18 families were identified, comprising 2 non-seed-producing, 18 monocotyledonous, and 67 dicotyledonous species. Additionally, the prevalence of cosmopolitan weeds adapted to different ecosystems was recorded from the study area. Canonical Correspondence Analysis (CCA) was conducted to demonstrate the impact of soil properties on the distribution of weeds. The findings indicated that soil texture, organic matter, soil reaction (pH) and nutrients content significantly influenced the distribution of weeds. The high spatial variation in soil properties led to significant spatial variation in the distributions of weed taxa. Considering this spatial variation is crucial for successful weed control, offering substantial savings in cost, labor, and time.

Research Article

Article History

Received :26.07.2023
Accepted :29.08.2023

Keywords

Weeds
soil properties
spatial variation
wheat
canoco analysis

1. Giriş

İnsanlık tarihinin en kadim bitki türlerinden biri olan tahıllar insan beslenmesinin temel bileşeni olmuş ve binlerce yıldır insan uygarlığının şekillenmesinde önemli bir rol oynamıştır. Dünya çapında başta buğday olmak üzere pirinç ve mısır yetiştiriciliği yaşamsal faaliyetlerin devamı için kritik bir öneme sahiptir. Dünyanın günlük kalori alımının %50 'sinden fazlası doğrudan tahıl tüketiminden elde edilmektedir (Muhammed ve ark., 2013). Günümüzde 100'den fazla ülke olmak üzere en çok yetiştirilen ve insan beslenmesinde en büyük paya sahip kültür bitkilerinin başında buğday gelmektedir. Zira dünya nüfusunun 2050 yılında 10 milyarı geçebileceği öngörüsü ve küresel iklim değişikliği gibi çevresel değişimler nedeniyle buğdayın geçmişte olduğu gibi bugün ve gelecekte de en önemli tarım ürünlerinin başında geleceği bilinmektedir. Nitekim son yıllarda yaşanan Covid 19 salgını ve Rusya-Ukrayna savaşı nedeniyle küresel buğday krizi birçok gelişmiş ülkede olmak üzere dünyanın birçok bölgesinde ekonomik dalgalanmalara neden olmuştur (Bağış, 2022).

FAO 2020 verilerine göre dünya genelinde toplam 128 ülkede buğday üretimine ayrılan toplam alan 242 milyon hektar ve bu alandan alınan ürün miktarı ise toplam 895 milyon ton'dur. Dünya genelinde buğday üretiminde ilk 3 sırada Çin, Hindistan ve Rusya yer alırken, Türkiye yaklaşık 6.9 milyon hektarlık alandan 20.5 milyon ton buğday üretimi ile 11. sırada yer almaktadır (Anonim, 2022a). Küresel düzeyde olduğu gibi Türkiye'de de buğday üretimi ekonominin temelini oluşturmaktadır. Bitkisel üretim içerisinde en yüksek paya sahip olan ürün buğday olduğundan, tarımsal gelire katkısı da en yüksek düzeydedir (Ateş ve Üremiş, 2022). Buğday, temel bir besin kaynağı olması yanı sıra hayvansal yem ve sanayide ham madde olarak kullanılması tüm dünyada

olduğu gibi Türkiye'de de önemli bir ekonomik gelir kaynağı olmuştur. Bu nedenle de sınırlı olan tarım arazilerinde buğday yetiştiriciliğine ayrılan alanlardan mümkün olduğunca en düşük maliyetle maksimum düzeyde ürün alınması oldukça önem arz etmektedir. Ancak küresel anlamda tahıl üretim alanlarında hem girdi maliyetlerinin yüksek olmasının hem de birim alandan alınacak ürün miktarının önündeki en büyük engel yabancı otların tür ve yoğunluğu gelmektedir (Tepe, 2014; Güncan ve Karaca, 2018). Yabancı otlar; kültür bitkileri ile rekabete girerek su, besin, ışık ve yer gibi kültür bitkisi için yaşamsal açıdan önemli olan kaynaklardan yararlanmakta ve verim üzerinde olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Zimdahl (2018), kültür bitkileri ile rekabete giren ve herbisit direncinin yüksek olan yabancı otların geliştiği alanlarda buğday veriminin % 20-40 ve hatta daha fazla azaldığını rapor etmiştir. Bununla birlikte, buğday verimindeki azalma, yabancı ot türüne, istila düzeyine, toprak ve çevresel koşullara ek olarak ürün yönetim uygulamalarına bağlı olarak önemli ölçüde değişmektedir (Chaudhary ve ark., 2022). Ayrıca yabancı otlar diğer hastalık ve zararlılara konukçuluk ederek; birim alandan alınacak verimin düşmesine, ürün kalitesinin azalmasına ve hasadı zorlaştırarak maliyetin artmasına neden olmaktadır.

Türkiye'de buğday üretimi gerek ekolojik gerekse ekonomik anlamda önemli bir konumda olmasına rağmen, verim ve kalite açısından istenilen düzeyde değildir. Bölgeler arasında buğday verim değerleri arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Bu durum iklimsel değişimlerin yanı sıra mono kültür uygulamalar, gübrelemenin yetersiz veya yanlış uygulanması, sulamanın yetersiz/bilinçsiz yapılması, bitki koruma etmenleri (hasatlık ve zararlıları yabancı otlar), aşırı toprak işleme vb. sorunlardan ileri gelmektedir (Önen ve ark., 2012; Sırrı ve ark., 2021). Nitekim Gökalp ve Üremiş (2015), Türkiye'de buğday

üretiminde en önemli sorunların başında tohumluk temini, yanlış yönetim uygulamaları ve başta yabancı otlar olmak üzere bitki koruma etmenlerinden kaynaklanan sorunlar olduğunu belirtmişlerdir.

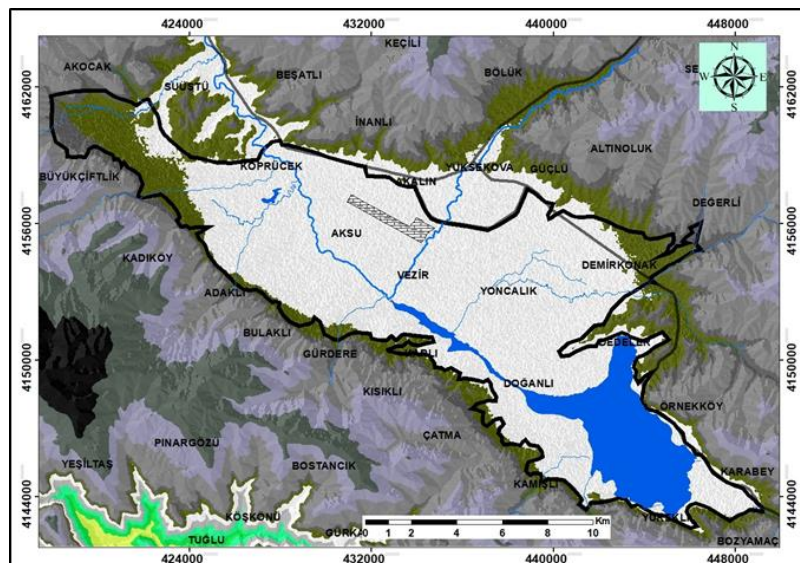
Dolayısıyla buğday üretiminde verim ve kalite kayıplarının en aza indirilmesi için yabancı otların kontrol altında tutulması oldukça önemlidir. Ancak Türkiye’de yabancı otlarla mücadelede genel olarak bölge veya tarlada sorun olan yabancı otlardan ziyade, kültür bitkisi dikkate alınarak takvime bağlı bir mücadele stratejisi uygulanmaktadır (Güncan ve Karaca, 2018). Zira bölgeler arasında yabancı ot florası değişse bile benzer uygulamalara gidilmektedir. Bu durum yabancı otlarla mücadelede başarı oranını düşürmekle beraber daha fazla girdi kullanılmasına (herbisit), yabancı otların herbisitlere karşı direnç kazanmalarına ve önemli düzeyde çevresel kirliliğe neden olmaktadır (Kılıç ve Kaya, 2019; Özdemir ve Kiraz, 2022). Buğday alanlarında yabancı ot mücadelesinde başarı sağlanması için sorun olan yabancı ot türlerinin belirlenmesi, yaygınlık ve yoğunluklarının tespit edilmesi mücadele açısından son derece önemlidir. Bu çerçevede sorun olan

yabancı otların biyolojik özellikleri (yaşam süresi, yaprak formu, çoğalma şekli, çimlenme özellikleri vb.) ve ekonomik zarar eşik değerleri dikkate alınarak yabancı ot türlerine uygun yönetim stratejileri belirlenmelidir (Yazlık ve ark., 2018; Ateş ve Üremiş, 2020). Bu bağlamda buğday yetiştiriciliği bakımından önemli bir potansiyele sahip olan Yüksekova havzasında sorun olan yabancı otların yaygınlık ve yoğunluklarının belirlenmesi ve toprak özellikleri ile olan ilişkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Çalışma alanı

Çalışma alanı, 37°25'49" - 37°36'32" K enlemleri ile 44°04'21" - 44°22'56" D boylamları arasında yer almaktadır. Yaklaşık 2750 ha sulak alanı içeren çalışma alanı 17.5 bin hektar alandan oluşmaktadır (Şekil 1). Alanın denizden yüksekliği 1950 m'dir. Uzun yıllar iklim verilerine göre (1979-2018) ortalama yıllık yağış miktarı 762 mm, yıllık ortalama buharlaşma 850 m ve ortalama sıcaklık ise 6.9 °C'dir. Oldukça uzun bir kış mevsimi (yaklaşık 120 gün kar ile kaplı) geçiren Yüksekova da yaz mevsimi çok kısadır.



Şekil 1. Çalışma alanı

2.2. Yabancı ot tür ve yoğunluklarının belirlenmesi

Gözlem ve örnekleme işlemlerine yönelik arazi çalışmaları; Hakkari/Yüksekova ilçesinde yer alan yaklaşık 17.5 bin hektarlık alanda bulunan 80 ayrı buğday tarlasında sürvey şeklinde yürütülmüştür. Çalışma alanı 800×800 m'lik kare gridlere bölünmüş ve gridlerin köşe noktalarına denk gelen buğday tarlalarında örnekleme yapılmıştır. Örnekleme noktalarında kenar tesirini kaldırmak için 10 m içeriden başlamak üzere 5 da'lık alan 5, 5-10 da'lık alanda 7, 10 da'dan daha büyük alanlarda ise 10 noktada $0.5 \text{ m} \times 0.5 \text{ m}$ 'lik çerçeveler atılarak içerisine giren yabancı otlar tespit edilmiş ve kayıt altına alınmıştır (Önen, 1995). Ayrıca tarla içerisinde gezilerek çerçeve içerisine girmeyen yabancı ot türleri de kaydedilmiştir. Sürvey sırasında teşhis edilmeyen türler uygun şekilde herbaryuma alınarak laboratuvarda teşhisleri yapılmıştır. Teşhis için Siirt Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Bitki Florası laboratuvarındaki herbaryum ve literatür; Davis (1965-1989), Özer ve ark. (1998), Özer ve ark. (1999) ve Uluğ ve ark. (1993) kaynaklarından yararlanılarak teşhisler yapılmıştır. Yabancı otların yaygınlık ve yoğunluklarının kolaylıkla yorumlanması için Önen ve ark. (2018)'den uyarlanan skalalar kullanılmıştır. Hazırlanan skalada m^2 'deki ortalama bitki sayısı; A= > 3.00 adet/ m^2 'den fazla, B= 2.00-2.99 adet m^2 arası, C= 1.00-1.99 adet/ m^2 arası, D= 0.10-0.99 adet m^2 arası, E= 0.10 $>$ adet m^2 den az olduğu ifade etmektedir. Türlerin yaygınlıklarının (rastlanma sıklıklarının) belirlenmesi amacıyla hazırlanan skalada ise; 1, % 50'den fazlasında, 2, % 25-50'sında, 3, % 13-25'inde, 4, % 13'ünden az rastlandığı ifade etmektedir.

2.3. Toprak örnekleme

Yabancı ot dağılımının toprak özellikleri ile olan ilişkilerini belirlemek için sürvey

yapılan her örnekleme noktasında 0-20 cm derinlikten ve 4 farklı noktadan alınan örnekler bir kaba aktarılmış ve karıştırıldıktan sonra yaklaşık 1 kg kompoze toprak örneği alınarak laboratuvara getirilmiştir. Toprak örnekleri oda koşullarında kurutularak 2 mm'lik eleklerden geçirilmiş ve analize hazır hale getirilmiştir. Alınan toprak örneklerinde toprak tekstürü (Hidrometre yöntemi; Bouyocous, 1962), organik madde (OM) (Walkley ve Black yöntemi; Nelson ve Sommers, 1982), organik karbon (C) (Modifiye Mebius yöntemi; Yeomans and Bremner, 1988), toprak reaksiyonu (pH) ve elektriksel iletkenlik (EC) ($1/2$ toprak/su karışımında; Jansen, 1993), kireç içeriği (Scheibler kalsimetresi ile karbondioksit çıkış hacmine göre; (Kaçar, 1994), alınabilir potasyum (1 N Amonyum Asetat yöntemi; Thomas, 1982), yarıyışlı fosfor (sodyum bikarbonat yöntemi; Olsen ve ark., 1954) ve toplam azot ve toplam karbon içeriği (kuru yakma yöntemi) Elementel analiz cihazında belirlenmiştir (Tabatabai ve Bremner, 1991).

2.4. İstatistiki analizler

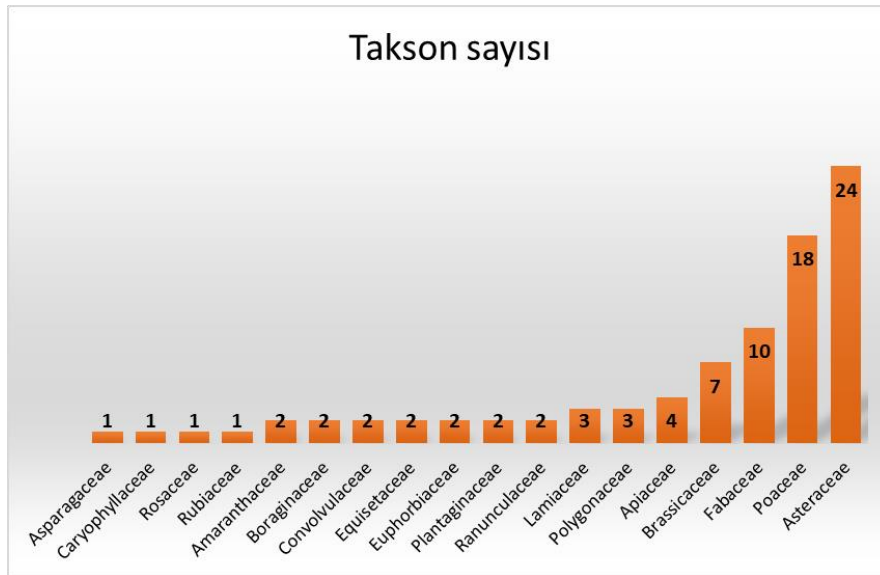
Çalışmada yabancı ot florasını toprak özellikleri ile ayrı ayrı ilişkilendirmek için Canonical Correspondence Analysis (CCA) testi yapılmıştır. Buna yönelik farklı dönemde (2020-2021 yıllarında) tespit edilen bitki taksonları birleştirilerek toprak özellikleri ile korelasyona tabi tutulmuş ve pozitif ilişki oluşturan taksonlar ve toprak faktörleri CCA 'ya dahil edilmiştir. İstatistiksel analizlerde önemli CCA eksenlerinin 499 permütasyonu bir Monte Carlo testi ile test edilmiştir. CCA 'da toprak özelliği ile yabancı ot arasındaki ilişkinin derecesi CANOCO analiz sonucu elde edilen grafikteki yönelimler dikkate alınarak değerlendirilir (Leps ve Smilauer, 2003).

3.Bulgular ve Tartışma

Yapılan survey çalışmaları sonucu buğday tarlalarında karşılaşılan yabancı ot taksonlarının, yaygınlık ve yoğunlukları Tablo 2’de verilmiştir. Çalışmada tespit edilen türlerin 2’si tohumuz, 18’i monokotiledon, 67’si dikotiledon olmak üzere toplam 18 familyaya ait 87 yabancı ot taksonu saptanmıştır. Bunların 27’si tek yıllık, 60’ı ise iki veya çok yıllık yabancı otlar olarak belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen bulgulara göre, genel olarak Türkiye florası ve tarım alanlarında önemli sorunlara neden olan yabancı ot familyalarının bölgede baskın olduğu görülmüştür (Şekil 2). Özellikle de çalışma alanında Asteraceae (24 takson), Poaceae (18 takson), Fabaceae (10 takson) ve Brassicaceae (7 takson) familyalarının en fazla takson ile temsil edildiği gözlemlenmiştir. Zira bu taksonlar, farklı araştırmacılar tarafından tarım alanlarında

(buğday) en yaygın görülen ve çoğunlukla kozmopolit tür olarak adlandırılan yabancı otları oluşturmaktadır (Özer ve ark., 2001; Tepe, 2014; Güncan ve Karaca, 2018; Sırrı ve ark., 2021; Demir ve ark., 2023).

Sürveylerde buğday ekim alanlarında en fazla yayılım gösteren taksonlar; Tarla sarmaşığı (*Convolvulus arvensis* L.), yabancı hardal (*Sinapis arvensis* L.), sirken (*Chenopodium album* L.), tarla düğün çiçeği (*Ranunculus arvensis* L.), kısa dikenli gelin düğmesi (*Centaurea iberica* Trev. ex Spreng.), yabancı hindiba (*Cichorium intybus* L.), yumrulu salkım otu (*Poa bulbosa* L.), yabancı tere (*Lepidium draba* L.), yonca (*Medicago sativa* L. subsp. *sativa*), az dikenli yabancı marul (*Lactuca serriola* L.), peygamber çiçeği (*Centaurea pterocaula* Trautv.) ve itkuyruğu (*Phleum pratense* L.) türleri olmuştur (Tablo 2).



Şekil 2. Familya bazında yabancı ot türlerinin dağılımı

Tablo 2. Çalışma alanında tespit edilen yabancı otların familya, bilimsel ismi, EPPO kodu, yaşam formu, yaygınlık ve yoğunlukları

Bitki Taksonlar		Yaşam Formu	Yaygınlık-Yoğunluk	
Latin İsim	EPPO Code	Growth	2020	2021
Amaranthaceae				
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	AMARE	Annual	D-2	D-4
<i>Chenopodium album</i> L. subsp. <i>album</i> var. <i>album</i>	CHEAL	Annual	C-2	A-1
Apiaceae				
<i>Falcaria vulgaris</i> Bernh.	FALVU	Annual	D-2	D-4
<i>Grammosciadium macrodon</i> Boiss.	GRAMA	Perennial	D-3	-
<i>Oenanthe silaifolia</i> M.Bieb.	OENSI	Perennial	-	D-4
<i>Turgenia latifolia</i> (L.) Hoffm.	CUCLF	Annual	-	D-2
Asparagaceae				
<i>Ornithogalum narbonense</i> L.	OTGNA	Perennial	C-3	D-2
Asteraceae				
<i>Achillea filipendulina</i> Lam.	ACHFI	Perennial	D-3	-
<i>Anthemis arvensis</i> L.	ANTAR	Annual/Biennial	E-4	D-3
<i>Arctium minus</i> (Hill) Bernh.	ARFMI	Biennial	E-4	-
<i>Centaurea behen</i> L.	CENBH	Perennial	D-3	-
<i>Centaurea iberica</i> Trev. ex Spreng.	CENIB	Perennial	D-2	D-1
<i>Centaurea pterocaula</i> Trautv.	CENPT	Perennial	D-2	D-2
<i>Chondrilla juncea</i> L.	CHOJU	Biennial/Perennial	D-4	-
<i>Cichorium intybus</i> L.	CICIN	Annual	D-1	D-2
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	CIRAR	Perennial	D-4	D-3
<i>Filago anatolica</i> (Boiss. & Heldr.) Chrtek & Holub	FILAN	Annual	-	E-4
<i>Lactuca serriola</i> L.	LACSE	Annual/Biennial	B-1	D-2
<i>Pulicaria dysenterica</i> (L.) Bernh. subsp. <i>dysenterica</i>	PULDY	Perennial	D-4	-
<i>Pulicaria vulgaris</i> (L.) Gaertn.	PULVU	Annual	E-4	-
<i>Rhaponticum repens</i> (L.) Hidalgo	CENRE	Perennial	-	D-4
<i>Scorzonera laciniata</i> L. subsp. <i>laciniata</i>	SCVLA	Annual/Biennial	D-3	E-4
<i>Scorzonera mollis</i> M.Bieb. subsp. <i>mollis</i>	SCVMO	Perennial	-	E-4
<i>Sonchus arvensis</i> L. subsp. <i>uliginosus</i> (M.Bieb.) Nyman	SONAU	Perennial	E-4	-
<i>Taraxacum bessarabicum</i> (Hornem.) Hand.-Mazz.	TARBE	Perennial	D-2	-
<i>Tragopogon dubius</i> Scop.	TRODM	Biennial/Perennial	D-3	D-3
<i>Tragopogon porrifolius</i> L. subsp. <i>longirostris</i> (Sch.Bip.) Greuter	TROCY	Biennial/Perennial	D-2	-
<i>Tripleurospermum decipiens</i> (Fisch. & C.A.Mey.) Bornm.	TPMDE	Biennial	-	D-3
<i>Xanthium spinosum</i> L.	XANSP	Biennial	D-3	-
<i>Xanthium strumarium</i> L. subsp. <i>strumarium</i>	XANST	Annual	C-2	C-3
<i>Xeranthemum annuum</i> L.	XEAAN	Annual	-	D-4
Boraginaceae				
<i>Anchusa azurea</i> Mill. var. <i>azurea</i>	ANCIT	Biennial	D-2	D-3
<i>Buglossoides arvensis</i> (L.) I. M. Johnst.	LITAR	Annual	E-4	-
Brassicaceae				
<i>Alyssum huetii</i> Boiss.	ALYHU	Annual	E-4	-
<i>Brassica napus</i> L.	BRSN	Annual	-	C-4
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	CAPBP	Annual/Biennial	D-3	D-4
<i>Lepidium draba</i> L.	CADDR	Annual/Biennial	D-1	D-2
<i>Rorippa sylvestris</i> (L.) Besser subsp. <i>sylvestris</i>	RORSY	Biennial	-	E-4
<i>Sinapis arvensis</i> L.	SINAR	Annual	C-1	A-2
<i>Sisymbrium loeselii</i> L.	SSYLO	Annual	-	D-4
Caryophyllaceae				
<i>Vaccaria hispanica</i> (Mill.) Rauschert	VAAPY	Annual	D-3	E-4
Convolvulaceae				
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	CONAR	Perennial	A-1	A-1

<i>Convolvulus betonicifolius</i> Mill. subsp. <i>peduncularis</i> (Boiss.) Parris	CONBE	Perennial	D-3	-
Equisetaceae				
<i>Equisetum arvense</i> L.	EQUAR	Perennial	D-2	D-4
<i>Equisetum giganteum</i> L.	EQUGI	Perennial	-	D-3
Euphorbiaceae				
<i>Euphorbia cheiradenia</i> Boiss. & Hohen.	EPHCD	Perennial	D-1	-
<i>Euphorbia falcata</i> subsp. <i>falcata</i> L.	EPHFA	Annual	-	D-4
Fabaceae				
<i>Glycyrrhiza glabra</i> L. var. <i>glabra</i>	GYCGL	Perennial	D-4	D-3
<i>Lathyrus tuberosus</i> L.	LTHTU	Annual	C-1	D-3
<i>Lotus corniculatus</i> L. var. <i>corniculatus</i>	LOTCO	Perennial	-	D-3
<i>Lotus gebelia</i> Vent. var. <i>hirsutissimus</i> (Ledeb.) Dinsm.	LOTGE	Perennial	-	E-4
<i>Medicago sativa</i> L. subsp. <i>sativa</i>	MEDSA	Perennial	B-1	D-2
<i>Onobrychis oxyodonta</i> var. <i>armena</i> (Boiss. & Huet)	ONOOX	Perennial	-	D-4
<i>Ononis spinosa</i> L. subsp. <i>leiosperma</i> (Boiss.) Sirj.	ONOSP	Perennial	E-4	-
<i>Trifolium campestre</i> Schreb. subsp. <i>campestre</i>	TRFCA	Annual/Biennial	D-2	E-4
<i>Trifolium repens</i> L. var. <i>repens</i>	TRFRE	Perennial	D-2	D-3
<i>Vicia cracca</i> L. subsp. <i>cracca</i>	VICCR	Perennial	D-2	D-3
<i>Mentha longifolia</i> (L.) L. subsp. <i>typhoides</i> (Briq.) Harley	MENLT	Perennial	D-2	D-4
<i>Stachys annua</i> (L.) L. subsp. <i>annua</i>	STAAN	Annual	-	E-4
<i>Salvia verticillata</i> L. subsp. <i>verticillata</i>	SALVE	Perennial	D-2	-
Plantaginaceae				
<i>Plantago lagopus</i> L.	PLALG	Annual	D-2	D-3
<i>Plantago lanceolata</i> L.	PLALA	Perennial	D-2	D-4
Poaceae				
<i>Agropyron cristatum</i> (L.) Gaertn. subsp. <i>incanum</i> (Nab.) Melderis	AGRCR	Perennial	-	E-4
<i>Avena barbata</i> Pott ex Link subsp. <i>barbata</i>	AVEBA	Annual	-	D-4
<i>Aegilops cylindrica</i> Host	AEGCY	Annual	E-4	-
<i>Bromus danthoniae</i> Trin. subsp. <i>danthoniae</i>	BROLD	Annual	C-3	-
<i>Calamagrostis pseudophragmites</i> (Haller) Koeler	CALPS	Perennial	B-3	D-4
<i>Cynodon dactylon</i> var. <i>villosus</i> Regel	CYNDA	Perennial	D-2	D-3
<i>Dactylis glomerata</i> L. subsp. <i>glomerata</i>	DACGL	Perennial	D-2	-
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	ECHCG	Annual	D-3	-
<i>Elymus elongatiformis</i> (Drobow) Assadi	ELYEL	Perennial	-	E-4
<i>Hordeum bulbosum</i> L.	HORBU	Perennial	D-3	
<i>Hordeum murinum</i> L. subsp. <i>glaucum</i> (Steud.) Tzvelev	HORMC	Annual	D-4	D-4
<i>Lolium persicum</i> Boiss. & Hohen.	LOLPS	Annual	D-3	-
<i>Phleum pratense</i> L.	PHLPR	Perennial	D-2	D-2
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	PHRCO	Perennial	B-2	D-3
<i>Poa bulbosa</i> L.	POABU	Perennial	C-2	D-1
<i>Puccinellia distans</i> (Jacq.) Parl. subsp. <i>sevanqensis</i> (Grossh.) Tzvelev	PUCDI	Perennial	-	D-4
<i>Setaria viridis</i> (L.) P.Beauv.	SETVI	Annual	C-2	-
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers. var. <i>halepense</i>	SORHA	Perennial	C-2	-
Polygonaceae				
<i>Polygonum amphibium</i> L.	POLAM	Perennial	-	E-4
<i>Polygonum aviculare</i> L.	POLAV	Annual/Biennial	D-3	D-3
<i>Rumex crispus</i> L.	RUMCR	Perennial	D-3	-
Ranunculaceae				
<i>Ranunculus arvensis</i> L.	RANAR	Annual	B-2	B-1
<i>Ranunculus diversifolius</i> Boiss. & Kotschy	RANDİ	Perennial	D-3	D-2
Rosaceae				
<i>Sanguisorba minor</i> L. subsp. <i>minor</i>	SANMI	Perennial	D-3	-
Rubiaceae				
<i>Galium verum</i> L. subsp. <i>verum</i>	GALVE	Perennial	D-3	-

*Türün yaygınlığı: 1> % 50, 2= % 25-50, 3= % 13-25, 4< % 13

**Türün yoğunluğu: A:>3 adet m⁻², B: 2-2,99 adet m⁻², C:1-1,99 adet m⁻², D: 0,1-0,99 adet m⁻², E: 0.1> adet m⁻²

Çalışmada belirlenen yabancı otların yaygınlık ve yoğunluklarındaki değişim başta toprak özellikleri olmak üzere, ekolojik faktörler ve arazi kullanımındaki farklılıktan kaynaklanmaktadır (Önen ve ark., 2012). Zira bazı fiziksel (kum, silt ve kil içeriği) ve kimyasal (organik madde, besin elementleri, kireç, pH ve EC) toprak özelliklerinin arazideki yersel değişimi ile beraber drenaj, yeraltı suyu mevcudiyeti, topografya ve yönetim uygulamaları yabancı ot tür, popülasyon ve dağılımlarını etkilemektedir (Günel ve ark., 2015; Önen ve ark., 2018). Yapılan bazı araştırmalar, lokal ölçeklerde bile arazi kullanımı ve yabancı ot yönetiminde farklılıklar tarla içerisindeki yabancı ot tür ve yoğunluklarının değişmesine neden olduğunu rapor etmiştir (Walter ve ark., 2002; Önen ve ark., 2012; Hançerli ve Uygur, 2017). Çalışmada buğday ekim alanlarında, yaygınlık ve yoğunluğu en yüksek olan türlerin *Convolvulus arvensis*, *Chenopodium album*, *Rununculus arvensis* ve *Sinapis arvensis* olarak belirlenmiştir. Zira, Doğu Anadolu bölgesinde farklı illerde yapılan çalışmalarda gerek ekolojik faktörler gerekse arazi kullanımındaki farklılıklardan dolayı buğday ekim alanlarında sorun oluşturan yabancı ot tür ve dağılımlarında önemli değişkenliklerin olduğu rapor edilmiştir. Örneğin Özkan ve Tepe (2020) Van İli tahıl alanlarında 1986-2017 yıllarında yapılan iki çalışmayı karşılaştırıldığında, tarla sarmaşığının (*C. arvensis*) her iki çalışmada da en yaygın tür olurken, sarı ot (*Boreava orientalis* Jaub. & Spach) gibi bazı yabancı otların yoğunluklarında önemli artışlar olduğu, ancak genel yabancı ot yoğunluğunun son 31 yılda önemli düzeyde azaldığı tespit edilmiştir. Gürbüz ve ark. (2018)'de Ağrı ili buğday ekim alanlarında yürüttükleri çalışmada 22 familyaya ait 99 adet yabancı ot türünü tespit etmiştir. Araştırmacılar en sık rastlanan yabancı otların; tarla sarmaşığı (*C. arvensis*), boz sarmaşık (*Convolvulus galaticus* Roston. Ex Choisy), yabancı hardal

(*S. arvensis* L.), kıvırcık labada (*Rumex crispus* L.), yabancı yulaf (*Avena fatua* L.), çobançantası (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.), köy göçüren (*Cirsium arvense* (L.) Scop.), çavdar (*Secale cereale* L.), delice (*Lolium perenne* L.) ve *Bromus* spp. türlerinin olduğunu ve arazi uygulamalarındaki değişimlerden dolayı dağılımlarında önemli bir değişkenliğin olduğunu bildirmiştir. Sırma ve Kadioğlu (2010) ise Erzincan ili-Otlukbeli ilçesinde yapılan bir çalışmada ise buğday ekim alanlarında 20 familyaya ait 51 adet yabancı ot türü tespit etmiştir. Çalışmada en yaygın olan yabancı otlar; küçük pıtrak (*Caucalis platycarpos* L.), çavdar (*S. cereale*), köy göçüren (*C. arvense*), pembe ot (*Melampyrum arvense* L.), mavi peygamber çiçeği (*Centaurea deprassa* Bieb), karamuk (*Agrostemma githago* L.), çobandeğneği (*Polygonum aviculare*), tarla sarmaşığı (*C. arvensis*), arap baklası (*Vaccaria pyramidata* Medik.) ve kıraç çayırı (*Bromus sterilis* L.) olarak belirlenmiştir. Hem çalışma sonuçları hem de farklı bölgelerde yapılan benzer çalışmalarda elde edilen sonuçlara göre yabancı ot taksonları kısmen de olsa benzerlik gösterse de genelde yabancı ot florasının bölgenin ekolojik özellikleri (iklim ve toprak özellikler), arazi kullanımındaki farklılıklar (ekim nöbeti, nadas) ve yabancı ot kontrol yöntemlerine bağlı olarak değişim göstermektedir (Özaslan ve ark., 2011; Önen ve ark., 2012; Gökalp ve Üremiş, 2015; Sırrı, 2019; Kitiş, 2020; Köktaş ve Yavuz, 2020; Esim ve Çoruh, 2021; Ateş ve Üremiş, 2022).

Andreasen and Skovgaard (2009), Danimarka'da tarım arazilerinde yürüttükleri çalışmada azot içeriğinin düşük olduğu tarım arazilerinde *Lapsana communis* L. ve *Erodium cicutarium* L. yabancı ot türlerinin popülasyonun da önemli düzeyde artış olduğunu bildirmiştir. Ancak araştırmacılar yabancı otlar ile mücadelenin (herbisit kullanımı/çapalama) etkin olduğu bölgelerde toprak özellikleri ile yabancı ot tür ve dağılımı arasında

önemli bir ilişkinin tespit edilemediğini de rapor etmiştir. Zira araştırmacılar alanda yıllardır uygulanan tarımsal uygulamaların (ürün rotasyonu, toprak işleme, herbisit kullanımı vb.) yabancı ot tür ve popülasyonunu önemli derecede azalttığını bildirmiştir.

3.1. Yabancı ot tür ve dağılımı ile toprak özellikleri arasındaki ilişki

Toprak tekstürü, organik madde, toprak reaksiyonu (pH), elektriksel iletkenlik (EC), besin elementi içerikleri (Walter ve ark., 2002; Al-Qahtani, 2019; Önen ve ark., 2018) ve kireç içeriği (Al-Qahtani, 2019) yabancı ot tür ve dağılımları üzerinde etki eden en önemi fiziksel ve kimyasal toprak özellikleridir. Bu nedenle bu çalışma kapsamında toprak tekstür bileşenleri, organik madde, kireç içeriği, pH, EC, alınabilir K ve alınabilir P' un arazideki değişimlerinin yabancı otların tür ve dağılımlarına olan etkileri incelenmiştir. Çalışma alanında tespit edilen yabancı otların topluluk yapısının alansal değişiminin toprak özellikleriyle ilişkilendirilerek belirlenmesi amacıyla "Konikal Uyum Analizi (CCA)" yapılmıştır (Tablo 3 ve Şekil 3). Yapılan CCA analizinde bitki türlerinin toprak özellikleri ile olan ilişkileri 4 farklı aksiste açıklanmıştır. Dört aksis, bitki türleri ile toprak özellikleri arasındaki ilişkiyi % 76.16 düzeyinde açıklayabilmektedir (Tablo 3).

CCA analizinde 2. aksiste bulunan yabancı ot türleri ve yoğunlukları ile incelenen toprak özellikleri arasında herhangi bir ilişki bulunmazken diğer 3. aksiste toprak özellikleri ile bazı yabancı ot tür ve dağılımları arasında önemli bir ilişki tespit edilmiştir. Zira 1. aksiste *Lactuca serriola*, *Calamagrostis pseudophragmites*, *Ranunculus arvensis*, *Poa bulbosa*, *Phragmites australis* ve *Lathyrus tuberosus* yabancı ot türleri üzerinde organik madde, kil, EC ve kireç içeriğinin etki ettiği görülmektedir. Bu aksiste yabancı ot

dağılımını en güçlü etkileyen toprak özelliği organik madde olmuştur. Buğday ekili alanlarda alınan toprakların organik madde içeriği % 2.11 ile % 10.62 arasında değişim göstermektedir. Alanda organik madde içeriğinin çok değişken ve yüksek olmasının nedeni buğday ekili arazilerin büyük çoğunluğunun daha önce sulak alan niteliğinde olmasından kaynaklanmaktadır. Budak ve ark. (2023) tarafından alanda yapılan etüd çalışmalarında ovanın büyük çoğunluğunun eskiden sulak alan karakterde olduğu ancak açılan drenaj kanalları ile sulak alanların önemli bir kısmının kurutulup işlemeli tarım arazilerine dönüştürüldüğü bildirilmiştir. Organik madde içeriğindeki bu değişkenlik yabancı ot tür ve yoğunluklarında farklılıkların oluşmasına sebep olmuştur.

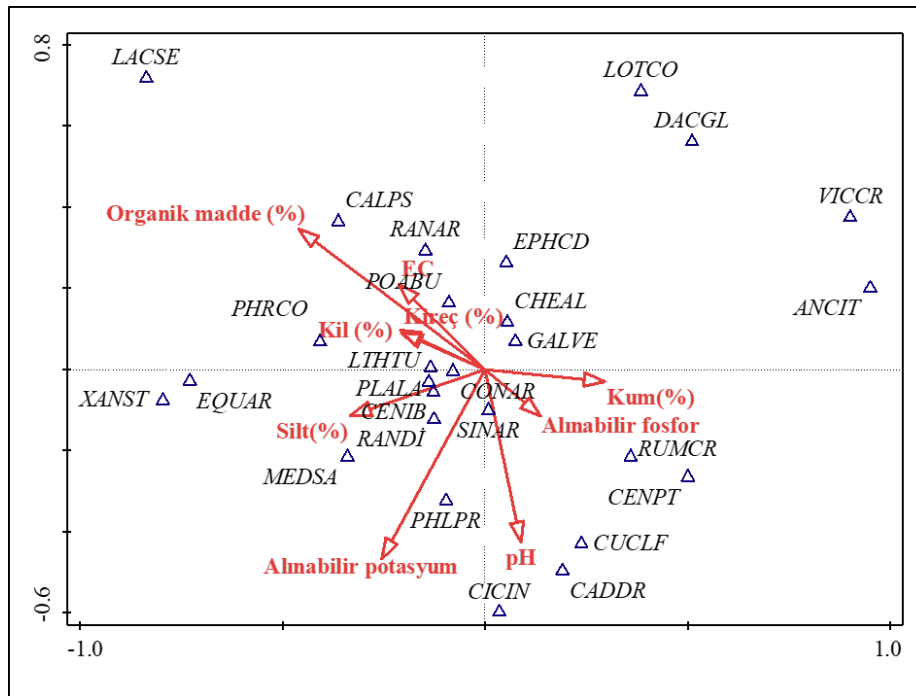
Üçüncü aksiste, silt içeriği ile alınabilir K, *Xanthium strumarium*, *Equisetum arvense*, *Centaurea iberica*, *Plantago lanceolata* *Ranunculus diversifolius*, *Phleum pratense* ve *Medicago sativa* yabancı ot türlerine etki eden toprak özellikleri olmuştur. 4. aksiste gruplanan yabancı ot tür ve dağılımlarına ise kum içeriği, alınabilir P ve pH içeriği etkili olan toprak özellikleri olmuştur (Şekil 3). Çalışma alanında buğday ekili alanlarda killi tekstürden kumlu tın tekstüre kadar değişen topraklar bulunmaktadır. Kil içeriği % 7.22 ile % 73.9 (Ort. % 41.56) arasında değişim gösterirken kum içeriği % 3.09 ile % 70.43 (ort. % 28.14) arasında değişim göstermiştir. Çalışma alanında tekstür bileşenlerinde görülen bu değişim yabancı ot tür ve dağılımlarına da önemli derecede etki etmiştir. Zira CCA dağılım grafiği incelendiğinde 1. Aksiste kil içeriği, 3. Aksiste silt içeriği ve 4. Aksiste de kum içeriği farklı yabancı ot tür ve dağılımları üzerine etkili olmuştur. Besin elementlerinin tutulması, su tutma kapasitesi, toprak havalanması, agregat oluşumu, gözeneklilik ve mikrobiyal biyokütle gibi toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri toprağın tekstürüne bağlı olarak değişmektedir (Arshad ve

Coen, 1992; Dexter, 2004). Toprak tekstüründe görülen yersel değişimler söz konusu fiziksel, kimyasal ve biyolojik

toprak özelliklerini etkilediğinden yabancı ot tür ve dağılımının farklılaşmasına neden olmuştur.

Tablo 3. Yabancı ot topluluklarının toprağın fiziksel ve kimyasal yapısına bağlı olarak değişimine ilişkin Konikal Uyum Analiz (CCA) sonuçları

	1	2	3	4
Eigen değerler	0.12	0.10	0.07	0.06
Yabancı ot türü-Çevre Korelasyonları	11.14	20.27	26.94	32.75
Kümülatif yüzde değişim	0.89	0.86	0.87	0.86
Yabancı ot tür-çevre ilişkisi	25.91	47.14	62.65	76.16



Şekil 3. Yabancı ot türlerinin toprak özelliklerine göre CCA dağılım grafiği (Grafikteki oklar etki boyutunu temsil eder, yabancı ot türlerin isimleri EPPO kodları olarak verilmiştir. Yabancı otların tam isimleri Tablo 2’de verilmiştir.)

Tarımsal alanlardaki yabancı otların düzensiz dağılımı, yabancı otların belli toprak özellikleri tercih edilmesinden kaynaklanmaktadır (Otto ve ark., 2007). Ancak CCA analizine göre çalışma alanındaki toprak özellikleri ve yabancı ot ilişkisi varyasyonun % 76.16’sını açıklamıştır. Bu durum yabancı ot dağılımını etkileyen başka faktörlerin olduğuna işaret etmektedir. Göz ardı edilen

bu faktörlerin çoğunlukla bölgesel iklim özellikleri, yabancı ot yönetim uygulamaları, kültürel uygulamalar (toprak işlemem, sulama, gübreleme) ve çiftçiler tarafından uygulanan diğer tarımsal uygulamalardaki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Toprak tekstürü açısından kum içeriği yüksek olan topraklarda yabancı ot takson sayısı daha fazla olduğu belirlenmiştir. Ancak *Anchusa*

azurea, *Chenopodium album*, *Cichorium intybus*, *Centaurea pterocaula*, *Lepidium draba*, *Rumex crispus*, *Sinapis arvensis* ve *Turgenia latifolia* gibi türleri kumlu topraklarla beraber pH, alınabilir potasyum ve fosforun içeriği yüksek olduğu alanlarda dağılım göstermiştir. Nitekim termofil tür özelliği gösteren *C. album* kuraklık stresine nispeten dirençli olduğundan genelde kumlu topraklarda dağılım gösterdiği belirtilmiştir (Andreasen ve ark., 1991; Pätzold ve ark., 2020).

Diğer taraftan *Centaurea iberica*, *Phragmites australis*, *Poa bulbosa* ve *Ranunculus diversifolius* gibi yabancı otlar kil ve siltin yanı sıra kireç, alınabilir potasyum ve organik maddenin yüksek olduğu topraklarda ise daha baskın olduğu saptanmıştır. Çalışmada *C. arvensis*'nin toprak tekstür açısından seçici olmadığı tespit edilmiştir. Ancak Önen ve ark. (2018)'de *C. arvensis* killi topraklarla yüksek ilişkili olduğu belirtmiştir. Diğer bir çalışmada ise *C. arvensis* organik madde ve besin madde içeriği açısından zengin topraklarda dağılım gösterdiği rapor edilmiştir (Özer ve ark., 2001). Bu durumda *C. arvensis* kozmopolit bir tür olduğunda, farklı toprak özelliklerine sahip alanlarda dağılım gösterebilir. Nitekim toprak tekstürünün yabancı ot dağılımı üzerindeki etkisi muhtemelen toprağın su tutma kapasitesi, su infiltrasyon hızı, havalanma düzeyi, katyon değişim kapasitesi, bitki besin elementleri ve benzer toprak faktörlerine bağlı olarak değiştiği farklı çalışmalarla ortaya konulmuştur (Budak ve ark., 2018; Al-Qahtani, 2019; Pätzold ve ark., 2020; Shone ve ark., 2021). Bu durum yabancı otlarda farklı değişim deseni sergilenmesine neden olmuştur.

Toprakta bulunan besin elementlerinin yayayışlılıkları çoğunlukla tarımsal uygulamalar ve iklim gibi faktörler etkili olsa da toprağın pH'sına bağlı olarak değişebilmektedir (Kacar ve Katkat, 2010). Toprak pH'sındaki bir birimlik artış veya

azalış birçok besin elementinin topraktaki çözünürlüğünü 1000 kat arttırıp veya azaltabilmektedir (Lindsay, 1981). Bu durum yabancı otların tür ve dağılımlarında toprak pH'sının oldukça önemli olduğuna işaret etmektedir. Zira Andreasen ve Skovgaard (2009), yabancı ot topluluklarının toprak özellikleri ile ilişkisini irdelediği çalışmada, kil içeriği ile alınabilir fosfor (P) içeriğinin yabancı ot dağılımını ve yoğunluğunu etkileyen en önemli özellikler olduğunu bildirmiştir.

4. Sonuçlar

Çalışma alanında yapılan incelemeler sonucunda buğday tarlalarında sorun olan yabancı otların genellikle kozmopolit türlerin olduğunu ortaya koymuştur. Ancak bölgenin ekolojik özellikleri ve uygulama yöntemlerindeki farklılıklar bazı yabancı ot türlerinin de buğday tarlalarında sorun oluşturmaya neden olmuştur. Bölgede ortalama buğday veriminin, Türkiye ortalamasının oldukça altında kalmasının temel nedenlerinden biri yabancı otlarla mücadelenin sınırlı düzeyde kalması, temiz veya sertifikalı tohumluk kullanılmaması ve kültürel uygulamalarının etkin olmamasından kaynaklanmaktadır. Özellikle buğday ekim alanlarında sorun olan yabancı otların teşhis edilmesi, dağılımlarını etkileyen faktörlerin belirlenmesi ve buna göre etkin mücadele yöntemlerinin geliştirilmesi oldukça önem arz etmektedir. Elde edilen sonuçlar farklı toprak özelliklerinin alanda gösterdiği yersel değişimlerinin, yabancı ot tür ve dağılımları hakkında bilgi sahibi olunması ve buna göre mücadele yöntemleri geliştirmesi açısından da önemli olacaktır.

Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulunduklarını, makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Finansman

Bu çalışmada elde edilen veriler 1190947 nolu TÜBİTAK projesi kapsamında elde edilmiştir. TÜBİTAK'a desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Al-Qahtani, S.M., 2019. Effect of soil properties on the diversity and distribution of weeds in citrus farms in arid region. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(1): 723-732.
- Andreasen, C., Streibig, J.C., Haas, H., 1991. Soil properties affecting the distribution of 37 weed species in Danish fields. *Weed Research*, 31(4): 181-187.
- Andreasen, C., Skovgaard, I.M., 2009. Crop and soil factors of importance for the distribution of plant species on arable fields in Denmark. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 133(1-2): 61-67.
- Anonim, 2022. FAOSTAT. Countries - Select All; Regions - World + (Total); Elements - Production Quantity; Items - Wheat; Years - 2022, (<https://www.fao.org/faostat/en/#home>), (Erişim tarihi: 12.06.2023).
- Ateş, E., Üremiş, İ., 2022. Batman ili buğday ekim alanlarında bulunan yabancı otların yaygınlık ve yoğunluklarının belirlenmesi. *Turkish Journal of Weed Science*, 25(1): 9-19.
- Ateş, E., Üremiş, İ., 2020. Şanlıurfa ili buğday ekim alanlarında bulunan yabancı ot türlerinin, yaygınlık ve yoğunluklarının belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24(1): 33-43.
- Bağış, B., 2022. Rusya-Ukrayna Savaşının Küresel Ekonomiye ve Türkiye'ye Etkileri. İstanbul: SETA.
- Budak, M., Günal, H., Çelik, İ., Acir, N., Sırrı, M., 2018. Dicle havzası toprak özelliklerinin yersel değişimlerinin jeostatistik ve coğrafi bilgi sistemleri ile belirlenmesi ve haritalanması. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 5(2): 103-115.
- Budak, M., Çelik, İ., Acir, N., Fidan, M., Farooq, S., Yıldız, H., Günal, E., Sırrı, M., Köroğlu, F., 2023. Yüksekova Havzasında İklim ve Arazi Kullanımı Değişimlerinin Ekosistem Servisleri Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesinde Toprak Fonksiyonlarının Kullanılması. TÜBİTAK 1190947 Sonuç Raporu, Ankara.
- Chaudhary, A., Chhokar, R.S., Singh, S., 2022. Integrated Weed Management in Wheat and Barley: Global Perspective. *New Horizons in Wheat and Barley Research*. Springer, Singapore.
- Davis, P.H., 1965. Flora of Turkey and East Aegean Islands. Edinburg University Press, No: 1-11, Edinburgh.
- Demir, O., Özsoy, E., Kızırmaklı, A., Çingay, B., Çetindaş, B., Cabi, E., 2023. Türkiye'nin tarımsal yabancı ot florası: tahıllar. *Herbarium Turcicum*, 2: 63-79.
- Esim, R.T., Çoruh, İ., 2021. Bingöl ili buğday ekim alanlarında bulunan yabancı otlar, yoğunlukları ve rastlama sıklıkları. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 52(3): 335-343.
- Gökalp, Ö., Üremiş, İ., 2015. Mardin buğday ekim alanlarında bulunan yabancı ot türlerinin, yaygınlıklarının ve yoğunluklarının belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(1): 13-22.

- Köktaş, D., Yavuz, D.Ö., 2020. Uşak ili buğday (*Triticum aestivum* L.) ekim alanlarında sorun olan yabancı ot türlerinin, yaygınlık ve yoğunluklarının belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(2): 349-367.
- Günel, H., Önen, H., Özgöz, E., 2015. Mesafeye bağlı değişkenliğin belirlenmesi ve önemi, *Türkiye istilacı Bitkiler Kataloğu*, Ankara, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı Ankara s. 119-124.
- Güncan, A., Karaca, M., 2018. Yabancı Ot Mücadelesi (Güncellenmiş ve İlaveli Dördüncü Baskı), Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Gürbüz, R., Uygur, S., Uygur, F.N., 2018. Ağrı ili buğday ekim alanlarında segetal floranın belirlenmesi. *Turkish Journal of Weed Science*, 21(1): 8-18.
- Hançerli, L., Uygur, F.N., 2017. Çukurova bölgesi mısır ekim alanlarındaki yabancı ot türleri. *Turkish Journal of Weed Science*, 20(2): 55-60.
- Jansen, H.H., 1993. Soluble salts in soil sampling and methods of analysis. In: M.R. Carter (Ed), *Canadian Society of Soil Science*, CRC Pres Inc. Boca Raton, Florida. USA.
- Kaçar, B., 1994. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri III Toprak Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma Geliştirme Vakfı Yayınları No.3, Ankara.
- Kılıç, S., Kaya, H., 2019. Phytotoxicity from the Plants. *ICONST NST 2019*, 39.
- Kitiş, Y.E., 2020. Buğday Tarımı-Yabancı Otlar ve Mücadelesi. Tarım Gündem Dergisi, Özel Yayını. Nobel Akademik Yayıncılık, İzmir.
- Leps, J., Smilauer, P., 2003. Multivariate analysis of ecological data using Canoco. Cambridge University Press.
- Lindsay, W.L., 1981. Chemistry In Soil Environment, P.189. American Society of Agronomy, Madison, Wisc.
- Nelson, D.W., Sommers, L.E., 1982. Methods of Soil Analysis. A.L. Miller, R.H. Keeney (Eds). *Chemical and Microbiological Properties*, 2nd Ed. SSS of Am. Inc. Pub., Madison, Wisconsin.
- Olsen, S.R., 1954. Estimation Of Available Phosphorus In Soils By Extraction With Sodium Bicarbonate. US Department of Agriculture. No: 939
- Otto, S., Zuin, M. C., Chiste, G., Zanin, G., 2007. A modelling approach using seedbank and soil properties to predict the relative weed density in organic fields of an Italian pre-alpine valley. *Weed Research*, 47(4): 311-326.
- Önen, H., 1995. Tokat Kazova'da yetiştirilen şekerpancarında sorun olan yabancı otlar ile uygulanan farklı savaş yöntemlerinin verime olan etkileri üzerine araştırmalar. Yüksek lisans tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Önen, H., Özer, Z., 2001. Tarla içerisinde yabancı otların dağılımları arasındaki farklılıkların haritalanarak belirlenmesi. *Türkiye Herboloji Dergisi*, 4(2): 74-83.
- Önen, H., Özgöz, E., Özer, Z., 2012. Toprak işleme yöntemlerinin buğdayda yabancı otlanmaya ve verime etkileri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29(1): 99-104.
- Önen, H., Akdeniz, M., Farooq, S., Hussain, M., Ozaslan, C., 2018. Weed flora of citrus orchards and factors affecting its distribution in western mediterranean region of Turkey. *Planta Daninha*, 36.

- Özaslan, C., Boyraz, N., Güncan, A., 2011. Diyarbakır ili buğday ekim alanlarında sorun olan yabancı otların belirlenmesi. *Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri*, Kongre Bildiriler Kitabı, 28-30 Haziran, Kahramanmaraş, s. 173.
- Özdemir, T., Kiraz, E.D.E., 2022. Pestisitlerin çevre sağlığı üzerindeki etkisi. *City Health Journal*, 3(2): 18-23.
- Özer, Z., Kadioğlu, İ., Önen, H., Tursun, N., 2001. Herboloji (Yabancı Ot Bilimi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 20, Tokat.
- Özer, Z., Tursun, N., Önen, H., Uygur, F.N., Erol, D., 1998. Herbaryum Yapma Teknikleri ve Yabancı Ot Teşhis Yöntemleri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 12, Tokat.
- Özer, Z., Önen, H., Tursun, N., Uygur, F.N., 1999. Türkiye'nin Bazı Önemli Yabancı Otları. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 38, Tokat.
- Özkan, R.Y., Tepe, I., 2020. Changes of weed flora in cereal fields over the last 31 years in van, Turkey. *Pakistan Journal of Botany*, 52(6): 2003-2009.
- Pätzold, S., Hbirkou, C., Dicke, D., Gerhards, R., Welp, G., 2020. Linking weed patterns with soil properties: a long-term case study. *Precision Agriculture*, 21(3): 569-588.
- Shone, G., Wakoya, F., Jaleta, Z., Legese, H., 2021. Population Distribution of Wild Radish (*Raphanus Raphanistrum* L.) Weed and Soil Depth of Seed Bank Across Different Land-Use Types in Horro District, Western Oromia, Ethiopia.
- Sırma, M., Kadioğlu, İ., 2010. Erzincan İli-Otlukbeli İlçesi Buğday ekim alanlarında saptanan önemli yabancı ot türleri, rastlanma sıklıkları ve yoğunlukları. *Gazi Osmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(1): 27-34.
- Sırrı, M., 2019. Buğday ekim alanlarında sorun oluşturan türleri: Siirt ili örneği. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 6(2): 142-152.
- Sırrı, M., Farooq, S., Özaslan, C., 2021. Weed Species of Winter Cereals and Their Management in Turkey. F. Çığ (Ed), *Cereal Grain: Productions And Improvement*, pp. 275-318.
- Tabatabai, M.A., Bremner, J.M., 1991. Automated instruments for determination of total carbon, nitrogen, and sulfur in soils by combustion techniques. In: K.A. Smith (Ed.), *Soil Analysis: Modern Instrumental Methods*, 2d ed. Marcel Dekker, New York, pp. 261-286.
- Tepe, I., 2014. Yabancı Otlarla Mücadele. Sidaş Medya Ziraat Yayın, No: 031, İzmir.
- Thomas, G.W., 1982. Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties (2nd edition). S.S.S. of America Inc. Publisher, Madison, Wisconsin, pp. 159-164.
- Uluğ, E., Kadioğlu, İ., Üremiş, İ., 1993. Türkiye'nin Yabancı Otları ve Bazı Özellikleri. T.C Tarım ve Köyişleri Bakanlığı. Adana Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü, Yayın No: 78, Adana.
- Walter, A.M., Christensen, S., Simmelsgaard, S.E., 2002. Spatial correlation between weed species densities and soil properties. *Weed Research*, 42(1): 26-38.
- Yazlık, A., Üremiş, İ., Uludag, A., Uzun, K., Şenol, S.G., 2018. Ipomoea triloba L., an alien plant threatening many habitats in Turkey. *Eppo Bulletin*, 48(3): 589-594.

- Yeomans, J.C., Bremner, J.M., 1988. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Communication in Soil Science and Plant Analyses*, 19: 1467-1476.
- Zimdahl, R.L., 2018. *Fundamentals of Weed Science* (5th Edition), Academic Press.

Atıf Şekli	Sırrı, M., Fidan, M., Budak, M., 2023. Yüksekova Havzasında Buğday Alanlarında Yabancı Ot Florası ve Dağılımını Etkileyen Toprak Faktörleri. <i>ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 7(4): 855-869. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.10250471 .
To Cite	Sırrı, M., Fidan, M., Budak, M., 2023. Soil Factors Affecting the Distribution of Weed Flora in the Wheat Fields of Yüksekova Basin. <i>ISPEC Journal of Agricultural Sciences</i> , 7(4): 855-869. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.10250471 .

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Bulunan *Aegilops* Türlerinde Bazı Ot Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi

Mehmet BAŞBAĞ^{1*}, Mehmet Salih SAYAR²

¹Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Diyarbakır

²Dicle Üniversitesi, Bismil Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Diyarbakır

*Sorumlu Yazar (Corresponding author): mbasbag@dicle.edu.tr

Özet

Bu çalışma Güneydoğu Anadolu Bölgesinin farklı lokasyonlarında bulunan doğal floradaki *Aegilops neglecta*, *Aegilops triuncialis* ve *Aegilops umbellata* türlerine ait otların kalite özelliklerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada *Aegilops* türlerine ait ot örnekleri 2023 yılının ilkbahar döneminde türlerin çiçeklenme döneminde her lokasyondan üç tekerrürlü alınarak ot kalite analizleri yapılmıştır. Yapılan varyans analiz sonucuna göre incelenen tüm özellikler bakımından lokasyonlardaki *Aegilops* türleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılar tespit edilmiş ve incelenen özelliklerin aşağıdaki aralıklarda değişim gösterdiği belirlenmiştir; ham protein oranı (HPO) % 8.64-18.18, kuru madde oranı (KMO) % 91.55-93.93, asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) oranı % 29.63-39.40, nötral deterjanda çözünmeyen lif (NDF) oranı % 44.79-68.76, asit deterjanda çözünmeyen protein (ADP) % 0.23-0.65, sindirilebilir kuru madde (SKM) % 58.21-65.82, kuru madde tüketim (KMT) % 1.75-2.97, Nispi yem değerleri (NYD) 80.50-154.73, potasyum (K) % 1.27-2.94, kalsiyum (Ca) % 0.26-1.15, magnezyum (Mg) % 0.13-0.27, fosfor (P) % 0.26-0.42, Ca/P 0.85-3.05 ve K/(Ca+Mg) 1.55-6.79. Araştırma sonuçları dikkate alındığında; genel olarak *Aegilops* türlerine ait otların çiftlik hayvanlarının gereksinimlerini karşılayacak düzeyde mineral madde içeriklerine sahip olduğu, en yüksek ham protein ve sindirilebilirlik oranının Diyarbakır-13 (4) lokasyonunda bulunan *Aegilops neglecta* türünden elde edildiği ve bu türün ot kalitesinin diğer türlere göre daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır.

Determination of Some Forage Quality Traits in *Aegilops* Species Found in the Southeastern Anatolia Region

Abstract

This study was carried out to determine the quality traits of forages of belonging to *Aegilops neglecta*, *Aegilops triuncialis* and *Aegilops umbellata* species found in the natural flora in different locations of the Southeastern Anatolia Region, Türkiye. For forage chemical analysis; forage samples of the *Aegilops* species were taken with three replications during the flowering period of the species in the spring of 2023. Variance analysis results of the study data showed that there were statistically significant differences among the *Aegilops* species in the locations in terms of all examined traits, and it was determined that the examined traits varied within the following ranges; crude protein (CP) 8.64-18.18%, dry matter ratio (DM) 91.55-93.93%, acid detergent fiber (ADF) 29.63-39.40%, neutral detergent fiber (NDF) 44.79-68.76%, acid detergent insoluble protein (ADP) 0.23-0.65%, digestible dry matter (DDM) 58.21-65.82%, dry matter intake (DMI) 1.75-2.97%, Relative feed values (RFV) 80.50-154.73, potassium ratio (K) 1.27-2.94%, calcium ratio (Ca) 0.26-1.15%, magnesium ratio (Mg) 0.13-0.27%, phosphorus ratio (P) 0.26-0.42%, Ca/P 0.85-3.05 and K/(Ca+Mg) 1.55-6.79. Considering the research results; it was concluded that the forages of the *Aegilops* species generally had sufficient mineral contents (K, Ca, Mg and P) to meet the requirements of livestock. Additionally, it was determined that the *Aegilops neglecta* species located in Diyarbakır-13 (4) location had better quality forage than the other *Aegilops* species in the other locations of the Southeastern Anatolia Region.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi :22.08.2023
Kabul Tarihi :29.09.2023

Anahtar Kelimeler

Aegilops
ot kalitesi
ham protein
ADF
NDF
mineral maddeler

Research Article

Article History

Received :22.08.2023
Accepted :29.09.2023

Keywords

Aegilops
forage quality
crude protein
ADF
NDF
minerals

1. Giriş

Buğdayın atası olarak da bilinen ve tek yıllık yaşam süresine sahip olan *Aegilops*'ların ülkemiz doğal florasında 17 taksonu yer almaktadır (Anonim, 2023). *Aegilops*'lardan bitki ıslahında türler arası melezlemelerde, özellikle kuraklık ve tuzluluğa karşı dayanıklılık genin temininde donör olarak yararlanılmaktadır (Gale ve Miller, 1987; Sadeghian ve ark., 2015). Mevcut hayvan varlığına yetecek düzeyde kaliteli kaba yem üretmemesi, ülke hayvancılığımızın en önemli problemlerinden biridir (Sayar ve ark., 2010; Demiroğlu Topçu ve Özkan, 2017). Kaliteli kaba yem kaynakları olarak; tarla tarımı içerisinde ekimi yapılan yem bitkilerinden elde edilen otlarla birlikte, çayır meralarda doğal olarak yetişen bitkilere ait otlar gelmektedir. Özellikle bölge çayır ve meralarımızda yer alan bu *Aegilops* türleri, tek yıllık kısa yaşam süresine sahip olmaları, otlarının erken

kartlaşması gibi nedenlerden dolayı bu alanlarda “istilacı” grupta yer alırlar (Serin ve ark., 2008). Dolayısıyla, *Aegilops* türlerinin hayvancılıkta kaliteli kaba yem kaynağı olarak değerlendirilmesine yönelik çalışmalar pek yapılmamıştır. Bu çalışma, Güneydoğu Anadolu Bölgesinin değişik lokasyonlarından çiçeklenme döneminde toplanmış üç adet *Aegilops* türüne (*Aegilops neglecta*, *Aegilops triuncialis* ve *Aegilops umbellata*) ait kuru otların hayvancılık açısından yem kalite değerlerini tespit etmek amacıyla yürütülmüştür.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırmanın materyalini, Güneydoğu Anadolu Bölgesinin farklı lokasyonlarından toplanan *Aegilops* cinsine ait bitkilerin kuru ot örnekleri oluşturmaktadır. Çiçeklenme döneminde toplanan bitki ot örneklerinin, toplandığı lokasyonlara ait enlem, boylam, yükseklik ve toplanma tarihleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. *Aegilops* türleri, toplandığı lokasyon bilgileri

No	Türler	Lokasyonlar	Enlem	Boylam	Rakım (m)	Tarih
1	<i>A. neglecta</i> Req. ex Bertol.	Adıyaman-1	37.775249°	39.275314 °	748	06/05/2023
2	<i>A. neglecta</i> Req. ex Bertol.	Diyarbakır-3	38.298576°	39.961922 °	763	15/05/2023
3	<i>A. neglecta</i> Req. ex Bertol.	Mardin-2	37.46534°	41.075199 °	1036	07/05/2023
4	<i>A. neglecta</i> Req. ex Bertol.	Diyarbakır-13	37.914333°	40.27253 °	652	13/05/2023
5	<i>A. neglecta</i> Req. ex Bertol.	Şırnak-2	37.602882°	42.382317 °	1135	07/05/2023
6	<i>A. triuncialis</i> L.	Gaziantep-1	37.383667°	37.556648 °	679	06/05/2023
7	<i>A. triuncialis</i> L.	Karacadağ-1	37.775105°	39.783733 °	1469	21/05/2023
8	<i>A. triuncialis</i> L.	Diyarbakır-3	38.298576°	39.961922 °	763	10/05/2023
9	<i>A. triuncialis</i> L.	Diyarbakır-11	37.923203°	40.27681 °	667	13/05/2023
10	<i>A. triuncialis</i> L.	Diyarbakır-5	38.175358°	39.426262 °	920	10/05/2023
11	<i>A. umbellata</i> Zhuk.	Diyarbakır-1	38.369648°	40.55304 °	887	10/05/2023

Tablo 1’de verilen bitkilerin teşhisinin yapılması için bitkinin kök, çiçek, tohum gibi organları ile birlikte örnekleri alınmıştır. Alınan bitki örneklerinin tür teşhisleri Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi Biyoloji Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Selçuk ERTEKİN tarafından yapılmıştır. Tablo 1’de belirtilen tarihlerde lokasyonlardan *Aegilops* cinsine ait bitki örnekleri 3 tekerrürlü ve 200 gram olacak

şekilde alınmıştır. Alınan örnekler kurutma dolabında (Mommert Marka) 70 °C sıcaklıkta 24 saat süre ile kurutulmuştur. Kurutulan numuneler Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tohumluk Laboratuvarında laboratuvar tipi değirmende (IKA A11 Basic) öğütülmüş ve 1 mm elek (Retsch, DIN-ISO 3310/2) elenerek analize hazır hale getirilmiştir. Elde edilen numuneler, Dicle Üniversitesi Bilim ve Teknoloji

Uygulama ve Araştırma Merkezi (DÜBTAM)'nde NIRS (Near Infrared Spectroscopy, Foss Model 6500) cihazı ile kalite analizleri yaptırılmıştır. NIRS cihazında #IC-0904FE kalibrasyon seti kullanılarak kuru madde, ham protein, asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF), nötral deterjanda çözünmeyen lif (NDF) ve mineral maddelerden fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) oranları tespit edilmiştir (Brognia ve ark., 2009). ADF ve NDF değerlerinden faydalanılarak karışımların; sindirilebilir kuru madde (SKM), kuru madde tüketimi (KMT), nispi yem değeri (NYD) aşağıdaki eşitliklerine göre hesaplanmıştır (Schroeder, 1994; Morrison, 2003).

$$\text{SKM (\%)} = 88.9 - (0.779 \times \% \text{ ADF})$$

$$\text{KMT (\%)} = 120 / \text{NDF}$$

$$\text{NYD} = (\% \text{ SKM} \times \% \text{ KMT}) / 1.29$$

Araştırmada uygulamaların yem kalite sınıfları nisbi yem değerleri dikkate alınarak Lacefield (1988)'e göre belirlenmiştir. Araştırmadan elde edilen verilerin varyans analizleri JMP istatistik paket programında (SAS Institute, 2002) yapılmış, ortalamalar arası farklılıklar LSD (% 5) çoklu karşılaştırma testine göre belirlenmiştir (Steel ve Torrie, 1980).

3. Bulgular ve Tartışma

Araştırmada *Aegilops* türleri ve lokasyonlar arasında ham protein (HPO), kuru madde (KMO), asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF), nötral deterjanda çözünmeyen lif (NDF), asit deterjanda çözünmeyen protein (ADP), sindirilebilir kuru madde (SKM), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), fosfor (P), Ca/P ve K/(Ca+Mg) değerleri bakımından istatistiksel olarak 0.01 düzeyinde önemli farklılıklar tespit edilirken, kuru madde tüketimi (KMT) ve nispi yem değeri özellikleri bakımından ise 0.05 düzeyinde farklılıklar tespit edilmiştir (Tablo 2, 3 ve 4). Bu farklılıklar incelenen özellikler bakımından türlerin ve lokasyonların farklı

olmasından kaynaklı genotipler arasında önemli varyasyonlar olduğunu göstermektedir. Araştırma da ham protein (HP) oranları, *Aegilops* türleri ve lokasyonlar arasında % 8.64 ile % 18.18 arasında değişim göstermiştir. En yüksek ham protein oranı Diyarbakır-13 lokasyonundaki (4) *Aegilops neglecta* türünde tespit edilirken, en düşük ham protein oranı ise Gaziantep-1 lokasyonunda (6) *Aegilops triuncialis* türünde tespit edilmiştir. *Aegilops umbellata* türünün (11) ham protein oranı ise % 12.94 olarak tespit edilmiştir (Tablo 2). Ham protein oranına ilişkin elde edilen bulgular Başbağ ve ark. (2018) farklı *Aegilops* türlerinde [*A. cylindrica* (% 15.9) ve *A. geniculata* (% 19.3)] elde ettikleri bulgular ile benzerlik gösterirken, Holubec ve Dvoracek (2005)'in bulgularından (% 29.14-33.99) ise düşük çıkmıştır. Bu farklılık muhtemelen çalışılan türlerin ve lokasyonların farklılıklarından kaynaklanmıştır.

Araştırmada *Aegilops* türleri ve lokasyonlar arasında kuru madde (KM) oranları % 91.55 ile % 93.93 arasında değişim göstermiştir (Tablo 2). Kuru madde oranına ilişkin elde edilen bulgular, Başbağ ve ark. (2018)'nin farklı *Aegilops* türlerinde elde etmiş oldukları bulgularından (% 89.8 ve % 89.9) yüksek bulunmuştur.

Aegilops türleri ve lokasyonlar arasında asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) oranları % 29.63 ile % 39.40 arasında değişim göstermiştir (ort. %34.01). Çalışmada en düşük ADF oranını istatistiksel olarak aynı grupta yer alan *Aegilops neglecta* (4), *Aegilops umbellata* (11) ve *Aegilops triuncialis* (7)'den elde edilirken, en yüksek değerleri *Aegilops triuncialis* (9) vermiştir. ADF oranına ilişkin elde edilen bulgular Başbağ ve ark. (2018) farklı *Aegilops* türlerinde elde etmiş oldukları (% 24.8 ve 29.8) değerlerden yüksek bulunmuştur. Nötral deterjanda çözünmeyen lif (NDF) oranları % 44.79 ile

%68.76 arasında değişmiştir (ort. % 60.13). En düşük NDF oranı *Aegilops neglecta* (4)'den ve en yüksek değer ise *A. triuncialis* (6)'den elde edilmiştir. NDF oranına ilişkin elde edilen bulgular Başbağ ve ark. (2018) farklı *Aegilops* türlerinde elde etmiş oldukları (% 52.1 ve % 57.1) NDF değerlerinden yüksek bulunmuştur. ADF ve NDF bakımından elde edilen bulgulara göre, en düşük ADF ve NDF değerlerine sahip Diyarbakır-13 (4) lokasyonundaki *Aegilops neglecta* türünün en iyi

sindirilebilirlik ve kuru madde tüketim oranına sahip olduğu söylenebilir. Nitekim birçok araştırmacı ADF ve NDF değerleriyle sindirilebilir kuru madde oranı ve kuru madde tüketim oranları arasında negatif bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir (Sayar ve ark., 2014; Başbağ ve ark., 2018; Başbağ ve ark., 2021; Sayar ve ark., 2022). Aynı lokasyondaki *Aegilops neglecta* türünün aynı zamanda en yüksek ham protein oranına da sahip olması dikkat çekici bulunmuştur (Tablo 2).

Tablo 2. Güneydoğu Anadolu Bölgesinin farklı lokasyonlarında bulunan bazı *Aegilops* türleri otlarında saptanan ham protein (HPO), kuru madde (KMO), ADF, NDF ve ADP oranları ve oluşan gruplar⁺

No	Tür Adı	HPO (%)		KMO (%)		ADF (%)		NDF (%)		ADP (%)	
1	<i>Aegilops neglecta</i>	12.54	b	92.88	a	35.33	b-c	62.53	a-d	0.40	d-e
2	<i>Aegilops neglecta</i>	11.58	b-d	92.68	a-b	34.76	b-d	57.47	c-d	0.54	b
3	<i>Aegilops neglecta</i>	12.85	b	91.55	c	31.18	d-e	60.72	a-d	0.40	d-e
4	<i>Aegilops neglecta</i>	18.18	a	91.80	c	29.63	e	44.79	e	0.43	c-e
5	<i>Aegilops neglecta</i>	11.53	b-d	91.86	c	35.26	b-c	63.75	a-c	0.44	c-e
6	<i>Aegilops triuncialis</i>	8.64	d	92.63	a-b	37.73	a-b	68.76	a	0.39	e
7	<i>Aegilops triuncialis</i>	13.19	b	93.01	a	30.81	e	57.72	b-d	0.50	b-c
8	<i>Aegilops triuncialis</i>	11.74	b-c	92.66	a-b	32.35	c-e	60.55	a-d	0.53	b
9	<i>Aegilops triuncialis</i>	9.45	c-d	92.93	a	39.40	a	66.32	a-b	0.65	a
10	<i>Aegilops triuncialis</i>	8.68	d	93.12	a	37.03	a-b	64.20	a-c	0.48	b-d
11	<i>Aegilops umbellata</i>	12.94	b	92.15	b-c	30.68	e	54.67	d	0.23	f
	Ortalama	11.94		92.48		34.01		60.13		0.45	
	LSD (0.05)	3.04**		0.64**		3.91**		8.77**		0.74**	
	CV (%)	14.92		0.41		6.76		8.64		8.88	

⁺ Aynı sütun içerisinde benzer harf ile gösterilen ortalamalar LSD testine göre $P \leq 0.01$ hata sınırları içerisinde birbirinden istatistiksel olarak farklıdır.

** 0.01 düzeyinde önemli

Asit deterjanda çözünmeyen protein (ADP), olumsuz çevre ve depolama şartlarından dolayı selüloz ve lignine bağlanarak sindirilebilirliğini kaybeden protein oranını ifade eden bir değerdir (Başbağ ve ark., 2018). Araştırmada *Aegilops* türleri ve lokasyonlar arasında ADP oranları % 0.23 ile % 0.65 arasında değişim göstermiştir. En yüksek ADP oranı Diyarbakır-11 (9) lokasyonundaki *Aegilops triuncialis* türünde kaydedilirken, en düşük ADP oranı Diyarbakır-1 (11) lokasyonundaki *Aegilops umbellata* türünde tespit edilmiştir (Tablo 2). ADP oranına ilişkin elde edilen bulgular Başbağ ve ark. (2018) bulguları ile (% 0.57 ile % 0.63) benzerlik göstermiştir.

Aegilops türlerinde lokasyonlar arasında sindirilebilir kuru madde (SKM) oranı % 58.21 ile % 65.82 arasında değişim gösterirken, kuru madde tüketimi (KMT) oranı ise % 1.75 ile % 2.97 arasında değişim göstermiştir. En yüksek SKM oranı aynı istatistiki grubu paylaşan Mardin-2 (3) ve Diyarbakır-13 (4) lokasyonlarındaki *Aegilops neglecta* türünde ve Karacadağ-1 (7) ve Diyarbakır-3 (8) lokasyonlarındaki *Aegilops triuncialis* türünde ve Diyarbakır-1(11) lokasyonundaki *Aegilops umbellata* türünde tespit edilmiştir. Öte yandan en düşük SKM oranı Diyarbakır-11 (9) lokasyonundaki *Aegilops triuncialis* türünde tespit edilmiştir. Ayrıca en yüksek KMT oranı Diyarbakır-13 (4)

lokasyonundaki *Aegilops neglecta* türünde tespit edilirken, diğer tür ve lokasyonlar arasında istatistiksel olarak önemli farklılık tespit edilmemiştir (Tablo 3). Bulgularımızla uyumlu olarak; Başbağ ve

ark. (2018) farklı *Aegilops* türleri ile yapmış oldukları çalışmada SKM oranlarının % 65.7 ile % 69.6 arasında, KMT oranlarının ise % 2.10 ile % 2.30 arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir.

Tablo 3. Güneydoğu Anadolu Bölgesinin farklı lokasyonlarında bulunan bazı *Aegilops* türleri otlarında saptanana sindirilebilir kuru madde (SKM), kuru madde tüketimi (KMT), potasyum (K) ve kalsiyum (Ca) oranları ve oluşan gruplar ile nispi yem değerlerine göre ot kalite sınıfları⁺

No	Tür Adı	SKM (%)		KMT (%)		NYD		K (%)		Ca (%)	
1	<i>Aegilops neglecta</i>	61.38	c-d	1.92	b	91.32 b	III.	1.27	d	0.61	b-c
2	<i>Aegilops neglecta</i>	61.82	b-d	2.09	b	100.21 b	III.	2.68	a-b	0.41	b-d
3	<i>Aegilops neglecta</i>	64.61	a-b	1.98	b	99.05 b	III.	2.70	a	0.65	b
4	<i>Aegilops neglecta</i>	65.82	a	2.97	a	154.73 a	P.	2.73	a	1.15	a
5	<i>Aegilops neglecta</i>	61.43	c-d	1.88	b	89.70 b	III.	1.69	c-d	0.67	b
6	<i>Aegilops triuncialis</i>	59.51	d-e	1.75	b	80.50 b	IV.	1.86	c	0.26	d
7	<i>Aegilops triuncialis</i>	64.90	a	2.08	b	104.61 b	II.	2.18	b-c	0.36	b-d
8	<i>Aegilops triuncialis</i>	63.70	a-c	1.98	b	97.87 b	III.	2.90	a	0.64	b
9	<i>Aegilops triuncialis</i>	58.21	e	1.81	b	81.75 b	IV.	2.94	a	0.30	c-d
10	<i>Aegilops triuncialis</i>	60.05	d-e	1.87	b	87.03 b	III.	2.05	c	0.55	b-d
11	<i>Aegilops umbellata</i>	65.00	a	2.20	b	110.61 b	II.	2.62	a-b	0.44	b-d
	Ortalama	62.40		2.05		99.76		2.33		0.55	
	LSD (0.05)	2.96**		0.60*		38.06*		0.49**		0.29**	
	CV (%)	2.80		17.64		22.57		12.93		13.33	

⁺Aynı sütun içerisinde benzer harf ile gösterilen ortalamalar LSD testine göre $P \leq 0.01$ hata sınırları içerisinde birbirinden istatistiksel olarak farklıdır.

** 0.01 düzeyinde önemli; * 0.05 düzeyinde önemli

Nispi yem değerleri (NYD) *Aegilops* türleri ve lokasyonlar arasında 80.50 ile 154.73 arasında değişim göstermiştir. En yüksek NYD Diyarbakır-13 (4) lokasyonundaki *Aegilops neglecta* türünde saptanırken, istatistiksel olarak diğer türler ve lokasyonlar arasında önemli fark bulunmamıştır. Ayrıca Lacefield (1988)'in NYD değerlerini esas alarak yapmış olduğu ot kalite sınıflandırmasına göre ise; en yüksek NYD değerine sahip Diyarbakır-13 (4) lokasyonundaki *Aegilops neglecta* türü, en iyi ot kalite sınıfını ifade eden “*Prime*” sınıfında yer alırken, buna karşın en düşük NYD değerlerine sahip Gaziantep-1(6) ve Diyarbakır-11 (9) lokasyonlarındaki *Aegilops triuncialis* türüne ait otlar ise “*IV Sınıf*” ot grubunda yer almıştır. Ayrıca 104.61 ve 110.61 NYD değerleri ile; sırasıyla Karacadağ-1 (7) lokasyondaki *Aegilops triuncialis* ve Diyarbakır-1 (11) lokasyondaki *Aegilops umbellata* türleri

“*II. Sınıf*” ot kalite grubunda yer almışlardır. Belirtilen lokasyonlardaki *Aegilops* türleri dışındaki lokasyonlardaki *Aegilops* türlerine ait otlar ise “*III. Sınıf*” ot kalite grubunda yer almıştır (Tablo 3).

Potasyum (K) içerikleri *Aegilops* türleri ve lokasyonlar arasında % 1.27 ile % 2.94 arasında değişim göstermiştir. En düşük K içeriği Adıyaman-1 (1) lokasyonunda saptanırken, K içerikleri yönünden istatistiksel olarak aynı grubu paylaşan 2, 3, 4, 8, 9 ve 11 lokasyonundaki *Aegilops* türleri en yüksek K içeriğini sahip oldukları tespit edilmiştir. Tajeda ve ark. (1985) ve Sayar ve Han (2023)'nin bildirdiklerine göre, çiftlik hayvanlarının yaşamsal faaliyetlerinde K eksikliği görülmemesi için kuru otlardaki P içeriklerinin en az % 0.80 olması gerekmektedir. Araştırmamızda değişik lokasyonlardan *Aegilops* türlerinde tespit ettiğimiz K içerikleri ruminantların

gereksinimleri için yeterli olduğu belirlenmiştir (Tablo 3).

Kalsiyum (Ca) içerikleri *Aegilops* türleri ve lokasyonlar arasında % 0.26 ile % 1.15 arasında değişim göstermiştir. En yüksek Ca içeriği Diyarbakır-13 (4) lokasyonundaki *Aegilops neglecta* türünde tespit edilirken, en düşük Ca içeriği Gaziantep-1 (6) lokasyonunda *Aegilops triuncialis* türünde tespit edilmiştir. Eksikliğinde hayvan kemiklerinde yumuşamaya neden olan kalsiyum elementinin (Khan ve ark., 2007) kaba yemlerde en az % 0.30 olması gerektiği bildirilmektedir (Tajeda ve ark., 1985; Ayan ve ark., 2010). Araştırmamızda Gaziantep-1 (6) lokasyonunda *Aegilops triuncialis* türünde tespit edilen Ca içerikleri dışındaki tüm lokasyon ve *Aegilops* türlerinde tespit edilen Ca içeriklerinin çiftlik hayvanlarının gereksinimleri için yeterli olduğu görülmektedir (Tablo 3).

Magnezyum (Mg) içerikleri *Aegilops* türleri ve lokasyonlar arasında % 0.13 ile % 0.27 arasında değişim göstermiştir. En yüksek Mg içeriği Diyarbakır-13 (4) lokasyonundaki *Aegilops neglecta* türünde tespit edilirken, en düşük Mg içeriği ise 2, 6, ve 9 nolu lokasyonlardaki *Aegilops* türlerinde tespit edilmiştir. Hayvanlarda sakinleşmeyi sağladığı için Mg, “*Antistress Minerali*” olarak ta da bilinmektedir (Ensminger ve ark., 1990; Başbağ ve ark., 2011; Sayar, 2016). Sağlıklı bir hayvan yetiştiriciliği için yemlerde magnezyum içeriğinin % 0.12 ile % 0.20 aralığında olması gerektiği bildirilmiştir (Tajeda ve ark., 1985; Garg ve ark., 2003; Ayan ve ark., 2010). Araştırmamızda değişik lokasyonlardan *Aegilops* türlerinde saptamış olduğumuz Mg içeriklerinin belirtilen referans aralığında ve bu referans aralığının biraz üzerinde olduğu gözlemlenmiştir (Tablo 4).

Fosfor (P) içerikleri *Aegilops* türleri ve lokasyonlar arasında % 0.26 ile % 0.42

arasında değişim göstermiştir. En yüksek P içeriği Karacadağ-1 (7) lokasyonunda *Aegilops triuncialis* türünde kaydedilirken, en düşük P içeriği ise Adıyaman-1 (1) lokasyonunda *Aegilops neglecta* türünde kaydedilmiştir. Ca elementi ile birlikte ağırlıklı olarak canlıların kemik ve diş yapısında yer alan P elementi, ayrıca asit baz dengesi ve osmotik basıncın dengelenmesi, hücre yapısı ve DNA, RNA, ATP, ADP ve AMP’nin yapısında görev alarak canlılar için önem arz etmektedir (Underwood, 1981; Spears, 1994; Sayar ve Han, 2023). Literatür incelendiğinde çiftlik hayvanı yemlerinde en az % 0.25 civarında P içeriği olması gerektiği bildirilmektedir (NRC, 2000; McDowell ve Arthington, 2005; Marquez-Madrid ve ark., 2017; Sayar ve Han, 2023). Tablo 4 incelendiğinde bu çalışmamızda farklı lokasyonlardaki *Aegilops* türleri otlarında tespit edilen P elementi içeriklerinin literatürde belirtilen miktarın üzerinde ve hayvan ihtiyaçlarını karşılayacak düzeyde olduğu görülmektedir. Hayvan beslenmesinde yemlerde bulunan mineral madde miktarlarının belirli oranlarda bulunması hayvan sağlığı açısından önem arz etmektedir (Abbasi ve ark., 2009; Başbağ ve Sayar, 2023). Bu önemli oranlardan biri de Ca/P oranıdır. Underwood (1981), Miller ve Reetz (1995), Açıkgöz (2001) ve Başaran ve ark. (2011)’nin bildirdiklerine göre, hayvan yemlerinde arzulanan Ca/P oranı 1:1 ile 2:1’dir. Ca/P oranının 2:1 üzerinde olması durumunda “*Süt Humması*” yada “*Hipokalsemi*” olarak adlandırılan ve doğumdan hemen sonra sığırlarda felçlilik hali meydana gelebilmektedir. Öte yandan Ternouth (1990) ile Judson ve McFarlane (1998) ise yemlerde P oranının hayvan gereksinimleri için yeterli düzeyde olması koşuluyla Ca/P oranının 10:1 seviyesine kadar tolere edilebileceğini rapor etmişlerdir. Araştırmamızda farklı lokasyonlardaki *Aegilops* türlerinin kuru otlarında tespit edilen Ca/P oranları 0.85 ile 3.05 arasında değişim göstermiştir. En

yüksek Ca/P oranı 1 ve 4 nolu lokasyonlarda *Aegilops neglecta* türünde kaydedilirken, en düşük Ca/P oranı ise 6, 7 ve 9 nolu lokasyonlarda *Aegilops triuncialis* türünde tespit edilmiştir (Tablo 4). Araştırmada tespit edilen Ca/P oranları değerlendirildiğinde, hayvanların bu *Aegilops* türlerine ait otları tüketmeleri durumunda 1 ve 4 nolu lokasyonlardaki *Aegilops neglecta* türü dışındaki tüm lokasyonlardaki *Aegilops* türlerine ait otların süt humması hastalığı riskini taşımadığı söylenebilir. Ayrıca en yüksek Ca/P oranına sahip lokasyonlarda (1, 4) bu türe ait otlarda yeterli miktarda P içeriği olduğu için, yine süt humması riskinin olmadığı söylenebilir (Tablo 4).

Hayvan yemlerinde minerallerin düzensiz bulunmasından kaynaklı oluşan önemli rahatsızlıklardan biri de “Çayır Tetanisi” yada “Hipomagnezemi” hastalığıdır (Ayan ve ark., 2010; Başbağ ve Sayar, 2023). Kandaki düşük miktardaki Mg oranından kaynaklı görülen çayır tetanisi hastalığının semptomları süt humması rahatsızlığı ile birleşince görülür (Grass Tetany, 2022). Sayar ve Han

(2023)’nın bildirdiğine göre, ilk defa Kemp ve Hart (1957) tarafından “ $K/(Ca + Mg)$ ” oranı “Çayır Tetanisi Oranı” olarak rapor edilmiştir. Ve bir çok araştırmacı çayır tetanisi rahatsızlığı riskinin olmaması için $K/(Ca+Mg)$ oranının 2.2 değerinin üzerinde olmaması gerektiğini belirtmişlerdir (Sleper ve ark., 1989; Judson ve McFarlane, 1998; Başbağ ve ark., 2020; Tenikecier, 2021; Sayar ve Han, 2023). Tablo 4’de değişik lokasyonlardaki *Aegilops* türlerinde tespit edilen $K/(Ca+Mg)$ oranları incelendiğinde, $K/(Ca+Mg)$ oranlarının 1.55 ile 6.79 değerleri arasında değişim gösterdiği görülmektedir. En yüksek $K/(Ca+Mg)$ oranı 9 nolu lokasyondaki *Aegilops triuncialis* türünde tespit edilirken, en düşük $K/(Ca+Mg)$ oranı ise 1, 4 ve 5 nolu lokasyonlardaki *Aegilops neglecta* türünde tespit edilmiştir. Genel olarak buğdaygil türlerine ait otlarda çayır tetanisi oranı yüksek olması beklenen bir durum olmasına rağmen (Açıkgöz, 2001), araştırmamızda bazı lokasyonlardaki (1, 4 ve 5) *Aegilops neglecta* türüne ait otlarda $K/(Ca+Mg)$ oranının 2.2 değerinin altında olması dikkat çekici bulunmuştur.

Tablo 4. Güneydoğu Anadolu Bölgesinin farklı lokasyonlarında bulunan bazı *Aegilops* türleri otlarında saptanan magnezyum (Mg), fosfor (P) içerikler ile Ca/P ve $K/(Ca+Mg)$ oranları ve oluşan gruplar⁺

No	Tür Adı	Mg (%)		P (%)		Ca/P		K/(Ca+Mg)	
1	<i>Aegilops neglecta</i>	0.22	b	0.26	g	2.34	a-b	1.55	e
2	<i>Aegilops neglecta</i>	0.13	d	0.37	c-d	1.10	c-d	4.97	b
3	<i>Aegilops neglecta</i>	0.22	b	0.38	c	1.71	b-c	3.11	d
4	<i>Aegilops neglecta</i>	0.27	a	0.37	c-d	3.05	a	1.98	e
5	<i>Aegilops neglecta</i>	0.21	b	0.35	e	1.93	b	1.92	e
6	<i>Aegilops triuncialis</i>	0.14	d	0.31	f	0.85	d	4.61	b-c
7	<i>Aegilops triuncialis</i>	0.17	c	0.42	a	0.87	d	4.11	c
8	<i>Aegilops triuncialis</i>	0.21	b	0.37	c-d	1.75	b-c	3.40	d
9	<i>Aegilops triuncialis</i>	0.14	d	0.36	d-e	0.85	d	6.79	a
10	<i>Aegilops triuncialis</i>	0.15	c-d	0.32	f	1.71	b-c	2.92	d
11	<i>Aegilops umbellata</i>	0.15	c-d	0.40	b	1.11	c-d	4.43	b-c
	Ortalama	0.18		0.35		1.57		3.62	
	LSD (0,05)	0.02**		0.01**		0.74**		0.60**	
	CV (%)	5.55		2.25		2.80		9.69	

⁺ Aynı sütun içerisinde benzer harf ile gösterilen ortalamalar LSD testine göre $P \leq 0.01$ hata sınırları içerisinde birbirinden istatistiksel olarak farklıdır.

** 0.01 düzeyinde önemli

Güneydoğu Anadolu Bölgesinin farklı lokasyonlarındaki doğal florada yetişen *Aegilops neglecta*, *Aegilops triuncialis* ve *Aegilops umbellata* türlerine ait otların kalite özelliklerinin incelendiği bu araştırma sonucuna göre; en yüksek ham protein oranı, sindirilebilir kuru madde oranı, kuru madde tüketim oranı ile nisbi yem değeri *Aegilops neglecta* türünde Diyarbakır-13 (4) lokasyonunda tespit edilmiştir. Ayrıca genel olarak *Aegilops* türlerinin hayvan gereksinimlerini karşılayacak düzeyde mineral madde (K, Ca, Mg ve P) içeriklerine sahip oldukları belirlenmiştir.

Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulunduklarını, makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Kaynaklar

- Abbasi, M.K., Tahir, M.M., Shah, A.S., Batool, F., 2009. Mineral nutrient composition of different ecotypes of white clover and their nutrient credit to soil at Rawalakot Azad Jammu and Kashmir. *Pakistan Journal of Botany*, 41(1): 41-51.
- Açıkgöz, E., 2001. Yem Bitkileri. Yenilenmiş 3. Baskı, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Uludağ Üniversitesi Vakfı Yayın No:182, Bursa.
- Anonim, 2023. TÜBİTAK, Türkiye Bitkileri Veri Servisi, Turkish Plants Data Service, (http://194.27.225.161/yasin/tubives/index.php?sayfa=hizli_ara), (Erişim tarihi: 19.07.2023)

Ayan, I., Mut, H., Önal-Asçı, O., Basaran U., Acar, Z., 2010. Effects of manure application on the chemical composition of rangeland hay. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(13): 1852-1857.

Başaran, U., Mut, H., Önal Aşçı, Ö., Acar, Z., Ayan, İ., 2011. Variability in forage quality of Turkish grass pea (*Lathyrus sativus* L.) landraces. *Turkish Journal Field Crops*, 16(1): 9-14.

Başbağ, M., Çağan, E., Aydın, A., Sayar M.S., 2011 Güneydoğu Anadolu Bölgesi doğal alanlarından toplanan bazı fiğ türlerinin ot yönünden kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Uluslararası Katılımlı I. Ali Numan Kıraç Tarım Kongresi ve Fuarı*, Poster Bildiri, 27-30 Nisan, Eskişehir, s. 143-152.

Başbağ, M., Çağan, E., Sayar, M.S., 2018. Bazı buğdaygil bitki türlerinin yem kalite değerlerinin belirlenmesi ve biplot analiz yöntemi ile özelliklerarası ilişkilerin değerlendirilmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 27(2): 92-101.

Başbağ, M., Sayar, M.S., Çağan, E., 2020. Güneydoğu anadolu bölgesinin farklı lokasyonlarından toplanan *Salvia multicaulis* VAHL. türünde ot kalite değerlerinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 8(7): 1492-1496.

Başbağ, M., Sayar, M.S., Çağan, E., Karan, H., 2021. Determining quality traits of some concentrate feedstuffs and assessments on relations between the feeds and the traits using biplot analysis. *Fresenius Environmental Bulletin*, 30(2A): 1627-1635.

Başbağ, M., Sayar, M.S., 2023. Forage quality traits of some *Asteraceae* family species found in natural flora of Southeastern Anatolia. *Journal of Agricultural, Food and Environmental Sciences*, 77(1): 29-37.

- Brogna, N., Pacchioli, M.T., Immovilli, A., Ruozzi, F., Ward, R., Formigoni, A., 2009. The use of nearinfrared reflectance spectroscopy (NIRS) in the prediction of chemical composition and in vitro neutral detergent fiber (NDF) digestibility of Italian alfalfa hay. *Italian Journal of Animal Science*, 8(Suppl. 2): 271-273.
- Demiroğlu Topçu, G., Özkan, Ş.S., 2017. Türkiye ve Ege bölgesi çayır-mera alanları ile yem bitkileri tarımına genel bir bakış. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5(1): 21-28.
- Ensminger, M.E., Oldfield, J.E., Heinemann, W.W., 1990. *Feeds & Nutrition*, second ed., The Ensminger Publishing Company, California, U.S.A., p. 890.
- Gale, M.D., Miller, T.E., 1987. The introduction of alien genetic variation in wheat. In: F.G.H. Lupton (Ed.), *Wheat Breeding: Its Scientific Basis*. Chapman and Hall, London, pp. 173-210.
- Garg, M.R., Bhandari, B.M., Sherasia, P.L., 2003. Macro-mineral status of feeds and fodders in Kutch district of Gujarat. *Animal Nutrition and Feed Technology*, 3(2): 179-188.
- Holubec, V., Dvoracek, V., 2005. Protein Structure Variability of *Aegilops* Species. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 41(Special Issue): 184-188.
- Grass Tetany, 2022. In Wikipedia. Available at: (https://en.wikipedia.org/wiki/Grass_tetany), (Accessed: 13.09.2022).
- Judson, G.J., McFarlane J.D., 1998. Mineral disorders in grazing livestock and the usefulness of soil and plant analysis in the assessment of these disorders. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 3(8): 707-23.
- Kemp, A., Hart M.L., 1957. Grass tetany in grazing milking cows. *Journal of Agricultura Science*, 5: 4-17.
- Khan, Z.I., Ashraf, M., Hussain, A., 2007. Evaluation of macro mineral contents of forages: influence of pasture and seasonal variation. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 20(6): 908-913.
- Lacefield, G.D., 1988. Alfalfa Hay Quality Makes the Difference. University of Kentucky Department of Agronomy AGR-137. Lexington. KY. ([http://www.ca.uky.edu/agc/pubs/agr/ agr137/ agr137.htm](http://www.ca.uky.edu/agc/pubs/agr/agr137/ agr137.htm)), (Erişim tarihi: 05.06.2023).
- Marquez-Madrid, M., Gutierrez-Banuelos, H., Banuelos- Valenzuela, R., Muro-Reyes, A., David Valdez-Cepeda, R., 2017. Macro-mineral concentrations in soil and forage in threegrassland sites at Zacatecas. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 8(4): 437-443.
- McDowell, L.R., Arthington, J.D., 2005. Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. – 4a ed. 2005, Universidad de Florida, Gainesville, Florida, USA.
- Miller, D.A., Reetz-Jr, H.F., 1995. Forage fertilization. In: R.F. Barnes, D.A. Miller, C.J. Nelson (Eds.), *Forages Vol. I: An Introduction to Grassland Agriculture* Iowa State University Press, Ames, Iowa, pp. 79-91.
- Morrison, J.A., 2003. Hay and Pasture Management, Chapter 8. Extension Educator, Crop Systems Rockford Extension Center. (http://iah.aces.uiuc.edu/pdf/Agronomy_HB/ 08chapter.pdf), (Erişim tarihi: 12.06.2023).
- NRC. National Research Council, 2000. “Nutrient requirements of beef cattle”. – Seventh rev ed. Washington, DC, USA: National Academy Press.

- Sadeghian, S., Hejazi, S.M.H., Hatami, A., 2015. Investigation of chromosome variation in four *Aegilops* L. (*Poaceae*) species and populations in Iran. *IUFS Journal of Biology*, 74(2): 9-16.
- SAS, Institute, 2002., JMP Statistics. Cary, NC, USA: SAS Institute, Inc. 707 p.
- Sayar, M.S., Anlarsal A.E., Başbağ, M., 2010. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yem bitkileri tarımının mevcut durumu sorunları ve çözüm önerileri. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(2): 59-67.
- Sayar, M.S., Han, Y., Yolcu, H., Yücel, H., 2014. Yield and quality traits of some perennial forages as both sole crops and intercropping mixtures under irrigated conditions. *Turkish Journal of Field Crops*, 19(1): 59-65.
- Sayar, M.S., 2016. Dry matter yield and forage quality of promising bitter vetch (*Vicia ervilia* (L.) willd.) lines. VII *International Scientific Agriculture Symposium*, Congress Proceedings Book, October 06-09, Jahorina, pp: 283-291.
- Sayar, M.S., Basbag, M., Çağan, E., Karan, H., 2022. The effect of different cutting times on forage quality traits of alfalfa (*Medicago sativa* L.) genotypes and evaluations with biplot analysis. *Fresenius Environmental Bulletin*, 31(08B): 9178-9190.
- Sayar, M.S., Han, Y., 2023. The effect of seasonal variation on macromineral contents of sainfoin genotypes and assessments with biplot analysis. *Progress in Nutrition*, 25(1): e2023018
- Schroeder, J.W., 1994. Interpreting Forage Analysis. Extension Dairy Specialist (NDSU), AS-1080, North Dakota State University.
- Serin, Y., Tan, M., Koç, A., Zengin, H., 2008. *Türkiye'nin Çayır ve Mera Bitkileri*. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Sleper, D.A., Vogel, K.P., Asay, K.H., Mayland, F.H., 1989. Using plant breeding and genetics to overcome the incidence of grass tetany. *Journal of Animal Science*, 67(12): 3456-3462.
- Spears, J.W., 1994. Minerals in forages. In: G.C.J. Fahey, L.E. Moser, D.R. Martens, M. Collins (Eds), *Forage Quality, Evaluation, and Utilization*. ASA. CSSA. SSSA. Madison, pp. 281-317.
- Steel, G.D., Torrie, J.H., 1980. Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach. 2. ed. NewYork: McGraw-Hill Publication Company.
- Tajeda, R., Mcdowell, R., Martin, F.G., Conrad, J.H., 1985. Mineral element analyses of various tropical forages in Guatemala and their relationship to soil concentration. *Nutrition Reports International*, 32: 313-324.
- Tenikecier, H.S., 2021. Effect of a sowing date on the dry matter yield, tetany ratio, fiber and mineral content of two vetch species (*Vicia* sp.). *Journal of Elementology*, 26(4): 1011-1024.
- Ternouth, J.H., 1990. Phosphorus and beef production in northern Australia. 3. Phosphorus in cattle-a review. *Tropical Grasslands*, 24: 159-69.
- Underwood, E.J., 1981. The Mineral Nutrition of Livestock. Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough, England.

Atıf Şekli	Başbağ, M., Sayar, M.S., 2023. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Bulunan <i>Aegilops</i> Türlerinde Bazı Ot Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. <i>ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 7(4): 870-880. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.10250513 .
To Cite	Başbağ, M., Sayar, M.S., 2023. Determination of Some Forage Quality Traits in <i>Aegilops</i> Species Found in the Southeastern Anatolia Region. <i>ISPEC Journal of Agricultural Sciences</i> , 7(4): 870-880. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.10250513 .



Balık Yemine İlave Edilen Yonca Ununun, Balık Yeminin Besleme Değeri Üzerindeki Etkisinin Araştırılması

Mehmet BAŞBAĞ¹, Erdal ÇAÇAN^{2*}, Halit Deniz ŞİRELİ³

¹Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Diyarbakır

²Bingöl Üniversitesi, Gıda Tarım ve Hayvancılık MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Bingöl

³Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootehni Bölümü, Diyarbakır

*Sorumlu Yazar (Corresponding author): ecacan@bingol.edu.tr

Özet

Çalışma, balık yemine ilave edilen yonca ununun, balık yeminin besleme değeri üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada yonca unu ile balık yeminin saf halleri ile belli oranlarda karışımları kullanılmıştır. Yonca unu ile balık yeminin saf ve karışımlarının, incelenen özelliklerden kuru madde, ham protein, ADF, NDF sindirilebilir kuru madde, sindirilebilir enerji, metabolik enerji, kuru madde tüketimi, nispi yem değeri, fosfor, potasyum ve kalsiyum oranları üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.01$), magnezyum içeriği üzerindeki etkisinin ise önemsiz olduğu belirlenmiştir. Çalışmada en yüksek kuru madde ve ham protein oranları yalnız balık yeminden elde edilmiştir. En düşük ADF ve NDF oranları ile en yüksek sindirilebilir kuru madde, sindirilebilir enerji, metabolik enerji, kuru madde tüketimi ve nispi yem değeri ise yalnız balık yemi ile birlikte % 5, % 10 ve % 15 oranında yonca unu ilave edilen karışımlardan alınmıştır. Bu nedenle, balık yemine % 5-15 arasında değişen oranlarda yonca unu ilave edilmesinin avantajlı olabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca balık yemine yonca unu ilavesi ile balık yeminin potasyum ile kalsiyum içeriğinin de zenginleştiği belirlenmiştir.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi :24.08.2023
Kabul Tarihi :29.09.2023

Anahtar Kelimeler

Balık yemi
yonca unu
ham protein
ADF
NDF
enerji

Investigation of the Effect of Alfalfa Flour Added to Fish Feed on the Nutritional Value of Fish Feed

Abstract

Study was conducted to determine the effect of alfalfa flour added to fish feed on the nutritional value of fish feed. In the study, pure of alfalfa flour and fish feed and their mixtures in certain ratios were used. It was determined that the effects of alfalfa flour and fish feed pure and mixtures on dry matter, crude protein, ADF, NDF, digestible dry matter, digestible energy, metabolic energy, dry matter intake, relative feed value, phosphorus, potassium and calcium ratios were statistically significant ($P \leq 0.01$), while the effects on magnesium values were insignificant. The highest dry matter and crude protein ratios were obtained from pure fish feed. The lowest ADF and NDF ratios and the highest digestible dry matter, digestible energy, digestible energy, metabolic energy, dry matter intake and relative feed value were obtained from the mixtures in which 5%, 10% and 15% alfalfa flour was added fish feed and with pure fish feed. Therefore, it was concluded that it may be advantageous to add alfalfa flour at a rate ranging from 5-15% to fish feed. In addition, it was determined that the addition of alfalfa flour to fish feed enriched the potassium and calcium content of fish feed.

Research Article

Article History

Received :24.08.2023
Accepted :29.09.2023

Keywords

Fish feed
alfalfa flour
crude protein
ADF
NDF
energy

1. Giriş

Bir hayvancılık işletmesinde toplam üretim masrafları içerisinde en fazla maliyeti yem masrafları oluşturmaktadır. Yem masrafları bir tarımsal işletmede ortalama % 60-70 civarındadır (Kutlu ve ark., 2003). Diğer hayvancılık işletmelerinde olduğu gibi balık yetiştiriciliğinde de en önemli konuların başında yem tüketimi ve bunun maliyeti gelmektedir (Doğan ve Bircan, 2010).

Türkiye’de ve Dünya’da balık yemi üretiminde en çok kullanılan hammaddelerden birisi de balık unudur. Balık ununun 100 gramında 65-72 gram protein bulunmasından dolayı vazgeçilmez bir protein kaynağıdır. Ancak balık üretiminin artması ile birlikte kullanılan balık unu, ihtiyacı karşılamaz duruma gelmiştir. Bu nedenle ucuz ve kolay bir şekilde bulunabilen bitkisel protein kaynaklarına bir yönelime mecbur kalınmıştır. Bitkisel protein kaynakları geniş alanlarda yetiştirilebilmesi ve fiyat avantajından dolayı balık ununa alternatif olarak ortaya çıkmaktadır. Bu amaçla en çok soya fasulyesi küspesi, pamuk tohumu küspesi, ayçiçeği tohumu küspesi, yer fıstığı küspesi, kolza küspesi ile buğday, mısır, mercimek, nohut gibi tahıl ve baklagiller ile fındık gibi bitkisel türler alternatif olarak kullanılmaya başlanmıştır (Sarı ve Çakmak, 1996; Yeşilayer ve ark., 2013; Aldemir ve ark., 2022). Ülkemizde balık unu sadece hamsi kullanılarak üretilmektedir. Dolayısıyla hamsi avcılığında ortaya çıkan problemler doğrudan balık unu üretiminde istikrarsızlığa yol açmakta ve yem sanayisi için balık unu pahalı bir hammadde haline gelmektedir (Erteken ve Hasimoglu, 2007). Dikel ve Öz (2022)’de su ürünleri yetiştiriciliğinde sosyal ve çevresel olarak sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için hem doğal hem de ucuz alternatif protein yem kaynaklarına ihtiyaç duyulduğunu ifade etmişlerdir.

Korkut ve Yıldırım (2003), balık yetiştiriciliğinde yem giderlerin toplam giderin % 45-65’ine tekabül ettiğini, soya ununun balık yeminde kullanılabilecek bitkisel kaynaklı en önemli hammadde olduğunu bildirmişlerdir. Soya unu, balık ununa göre daha ucuz olduğundan balık ununa ikame olarak kullanımının gittikçe artacağını ve ülke olarak soya üretimine hız kazandırılması gerektiğini ifade etmişlerdir. Ölmez ve Aybal (2006), artan balık unu fiyatları karşısında üreticilerin bitkisel protein kaynaklarına yöneldiğini ve bu amaçla büyük oranda soya küspesinin kullanıldığını bildirmişlerdir. Soya küspesi ile birlikte kolza küspesinin de yüksek düzeyde protein içermesinden dolayı 20 yılı aşkın süreden beri salmon ve alabalık yemlerinde yem hammaddesi olarak kullanıldığını ifade etmişlerdir. Ayrıca kolza küspesinin % 10-25 oranında balık yemlerinde kullanılabileceğini de bildirmişlerdir.

Doğan ve Bircan (2010) fındık küspesinin balık yemlerinde kullanılabilirliğini araştırdıkları çalışmalarında, farklı araştırmacılar tarafından fındık küspesinin % 20-35 arasında değişen oranlarda balık yeminde kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Güloğlu (2023), acı baklanın bir baklagil olmasından dolayı zengin protein içeriğine sahip olduğunu ve balık yem rasyonlarında kullanılabileceğini bildirmiştir. Bahadır Koca ve ark. (2019) niger tohumunun tropikal bölgelerde 5000 yıldan beri kültürünün yapıldığını ve küspesinde % 34 oranında protein, % 20 oranında selüloz ve % 10 civarında kül içermesinden dolayı, balık yeminde kullanılabileceğini ifade etmişlerdir. Balık yetiştiriciliğinde yem problemine çözüm bulunmadığı sürece ucuz balık üretmek ve tüketmek mümkün olmamaktadır (Doğan ve Bircan, 2010). Bu nedenle her türlü yem kaynağı araştırılmalı ve bunlardan yararlanma yolları denenmelidir. Proteince zengin hammadde ihtiyacını karşılamamanın yollarından birisinin

de yonca unu olup olmadığı, bu çalışma ile araştırılmak istenmiştir. Bu nedenle balık yemine ilave edilen yonca ununun, balık yeminin kalite değerleri üzerindeki etkisinin tespiti amacıyla bu çalışma yürütülmüştür.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmada materyal olarak “sazan balığı yemi” ve “yonca unu” kullanılmıştır. Ticari

balık yemi piyasadan temin edilmiş olup içeriği Tablo 1’de verilmiştir. Yonca kuru ot materyalini ise Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dekanlığı Hayvancılık İşletmesi için 2021 yılında tesis edilmiş olan yoncalıktan (Başbağ yonca çeşidi), 2023 yılında ikinci biçimden ve % 10 çiçeklenme aşamasında alınan ve doğal olarak kurutulan yonca kuru otlarından rastgele alınan örnekler oluşturmuştur.

Tablo 1. Araştırmada kullanılan Sazan balığı yeminin besin ve mineral madde içeriği

Temel Besin Değeri	%	Vitaminler ve Mikro Elementler	
Ham Protein	40.0	E672-Vitamin A	8.000 IU kg ⁻¹
Ham Yağ	12.0	E671-Vitamin D3	3.000 IU kg ⁻¹
Ham Selüloz	3.95	3a700-Vitamin E	350 mg kg ⁻¹
Ham Kül	9.70	E5-Manganez (Mangan Oksit)	30 mg kg ⁻¹
Kalsiyum	1.80	E6-Çinko (Çinko Oksit)	60 mg kg ⁻¹
Fosfor	2.10	E1-Demir (Demir Glisin Şelati)	20 mg kg ⁻¹
Sodyum	0.90	E2-İyot (Kalsiyum İyodat)	2 mg kg ⁻¹
		E4-Bakır (Bakır Sülfat Pentahidrat)	6 mg kg ⁻¹
		E8-Selenyum (Sodyum Selenit)	0.2 mg kg ⁻¹

Kullanılan Hammaddeler: Soya fasulyesi küspesi, Ayçiçeği küspesi, Mısır glütenu, Buğday unu, Tavuk unu, Balık unu, Balık yağı, Maya, MAP, Vitamin, Mineral

Balık yemi ve yonca kuru otları Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tohumluk Laboratuvarında, laboratuvar tipi değirmende (IKA A11 Basic) öğütülmüş ve 1 mm laboratuvar tipi elekte (Retsch, DIN-ISO 3310/2) elenerek karışıma hazır hale

getirilmiştir. Balık yemi ve yonca unu Tablo 2’de görüleceği üzere hassas terazide (0.001 g) toplamı 100 g olacak şekilde tartılarak homojen bir şekilde karıştırılmış ve her bir örnek 3’e bölünerek tekerrürler oluşturulmuştur.

Tablo 2. Balık yemine ilave edilen yonca unu ile elde edilen karışımlar

1	100 g saf balık yemi (BY)
2	100 g saf yonca unu (YU)
3	95 g BY + 5 g YU
4	90 g BY + 10 g YU
5	85 g BY + 15 g YU
6	80 g BY + 20 g YU
7	75 g BY + 25 g YU
8	70 g BY + 30 g YU
9	65 g BY + 35 g YU
10	60 g BY + 40 g YU
11	55 g BY + 45 g YU
12	50 g BY + 50 g YU

BY: Balık yemi, YU: Yonca unu

Elde edilen numuneler, Dicle Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (DÜBTAM)’nde NIRS (Near Infrared Spectroscopy, Foss Model 6500) cihazı ile kalite analizleri yaptırılmıştır. NIRS cihazında #IC-0904FE

kalibrasyon seti kullanılarak kuru madde, ham protein, asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF), nötral deterjanda çözünmeyen lif (NDF) ve mineral maddelerden fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) oranları tespit edilmiştir

(Brojna ve ark., 2009). ADF ve NDF oranlarından faydalanılarak karışımların; sindirilebilir kuru madde (SKM), kuru madde tüketimi (KMT), nispi yem değeri (NYD), sindirilebilir enerji (SE) ve metabolik enerji (ME) değerleri aşağıdaki eşitliklerine göre hesaplanmıştır (Fonnesbeck ve ark., 1984; Khalil ve ark., 1986; Schroeder, 1994; Morrison, 2003;).

$$\text{SKM (\%)} = 88.9 - (0.779 \times \% \text{ ADF})$$

$$\text{KMT (\%)} = 120 / \text{NDF}$$

$$\text{NYD} = (\% \text{ SKM} \times \% \text{ KMT}) / 1.29$$

$$\text{SE} = 0.27 + 0.0428 \times (\% \text{ SKM})$$

$$\text{ME} = 0.821 \times \text{SE (Mcal kg}^{-1}\text{)}$$

Araştırmadan elde edilen verilerin varyans analizleri JMP istatistik paket programında (JMP, 2018) yapılmış, ortalamalar arası farklılıklar Tukey (% 5) çoklu karşılaştırma testine (Steel ve Torrie, 1980) göre belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Araştırmada sazan balık yemine (BY) farklı miktarlarda yonca unu (YU) ilavesinin kuru madde, ham protein, ADF ve NDF oranları üzerindeki etkisi Tablo 3'te verilmiştir. Yonca unu ile balık yeminin saf ve karışımlarından elde edilen kuru madde, ham protein, ADF ve NDF oranları arasındaki farklılıklar, istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Tablo 3. Balık yemine ilave edilen yonca ununun kuru madde, ham protein, ADF ve NDF oranları üzerindeki etkileri

Karışımlar	Kuru Madde (%)	Ham Protein (%)	ADF (%)	NDF (%)
100 g BY+ 0 g YU	95.4 a**	43.6 a**	8.7 g**	26.5 d**
95 g BY + 5 g YU	94.9 ab	41.7 b	8.8 fg	26.5 d
90 g BY + 10 g YU	94.9 ab	38.5 c	9.9 efg	26.2 d
85 g BY + 15 g YU	94.6 bc	38.6 c	10.2 efg	26.9 cd
80 g BY + 20 g YU	94.6 bc	37.5 cd	10.3 def	27.1 cd
75 g BY + 25 g YU	94.5 bc	36.3 d	11.2 de	28.1 bc
70 g BY + 30 g YU	94.4 bc	34.7 e	11.8 cd	28.2 bc
65 g BY + 35 g YU	94.0 cd	33.4 e	12.8 bc	28.7 b
60 g BY + 40 g YU	94.0 cd	31.9 f	12.9 bc	29.1 b
55 g BY + 45 g YU	93.4 d	30.7 fg	13.3 bc	28.7 b
50 g BY + 50 g YU	93.5 d	29.4 g	14.3 ab	30.7 a
0 g BY+ 100 g YU	91.2 e	20.8 h	15.6 a	31.3 a
Ortalama	94.1	34.8	11.6	28.2
CV (%)	0.27	1.41	4.52	1.60

** : P≤0.01 düzeylerinde önemli, BY: Balık yemi, YU: Yonca unu

En düşük kuru madde ve ham protein oranlarının yonca unundan (100 g), en yüksek kuru madde ve ham protein oranlarının ise balık yeminden (100 g) elde edildiği görülmüştür. Balık unu, ortalama % 65-72 oranında ham proteinden ibaret olduğu için (Yeşilayer ve ark., 2013) balık yeminden daha yüksek oranda ham protein oranının elde edilmesi, beklenen bir durumdur. Çalışmada elde edilen kuru madde ve ham protein oranlarının tersi bir durumu ADF ve NDF oranları için geçerli

olduğu görülmektedir. En düşük ADF ve NDF oranları balık yeminden, en yüksek ADF ve NDF oranları ise yonca unundan elde edilmiştir. Genel olarak kaba yemler daha fazla yapısal karbonhidrat içermektedirler. Dolayısıyla balık yemine yonca ununun ilavesi ve karışım oranının artması ile birlikte ADF ve NDF oranlarının düzenli bir şekilde artış gösterdiği görülmektedir. Çalışmada karışımların kuru madde oranlarının % 91.2-95.4, ham protein oranlarının % 20.8-43.6, ADF

oranlarının % 8.7-15.6 ve NDF oranlarının % 26.2-31.3 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 3). Herbivor ve omnivor balıklarda protein ihtiyacı % 35-45 ve karbonhidrat ihtiyacı da % 25-40 arasındadır (Corcoran ve Roberts-Sweeney, 2014). Daha önce yapılan çalışmalarda bakıldığında; Bilgüven ve Karabulut (1996), alabalık karma yemlerinde kuru madde oranını % 90.6-91.5, ham protein oranını % 37.8-38.5 ve ham selüloz oranını % 1.5-5.8, Bostan ve Yıldız (2008), alabalık işletmelerine ait karma balık yemlerinde nem oranını % 6.5, ham protein oranını % 47.5, ham selüloz oranını % 2.6 ve ham kül oranını % 9.2, Uysal ve Bekcan (2006) balık ununa alternatif olarak soya ununun balıklardaki büyüme parametrelerine etkisini inceledikleri çalışmalarında kullandıkları balık yemlerinin kuru madde içeriklerini % 91.65-91.70, ham protein

oranlarını % 35.50-36.00 ve ham selüloz oranlarını % 2.05-2.70, Yiğit ve ark. (2013) tarafından aynalı sazan beslemesinde kullanılan yemlerde ham protein içeriğini % 35.79, ham selüloz içeriğini % 2.23 ve ham kül içeriğini % 8.82 olarak tespit etmişlerdir. Daha önce yapılan bu çalışmalardan elde edilen kuru madde ve ham protein oranı ile ilgili bulguların, mevcut çalışma bulguları ile paralellik gösterdiği görülmüştür.

Farklı oranlarda yonca unu ilave edilen sazan balık yeminin SKM, SE, ME ve KMT ile nispi yem değerleri Tablo 4'te verilmiştir. Tablo 4'te görüldüğü üzere yonca unu ve karma yem ile karışımlarının SKM, SE, ME, KMT ve nispi yem değeri üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir.

Tablo 4. Balık yemine ilave edilen yonca ununun SKM, SE, ME, KMT ve NYD üzerindeki etkileri

Karışımlar	SKM (%)	SE (Mcal kg ⁻¹)	ME (Mcal kg ⁻¹)	KMT (%)	NYD
100 g BY+ 0 g YU	82.1 a**	3.79 a**	3.11 a**	4.52 a**	372 a**
95 g BY + 5 g YU	82.1 ab	3.78 ab	3.11 ab	4.53 a	372 a
90 g BY + 10 g YU	81.2 abc	3.75 abc	3.08 abc	4.58 a	372 a
85 g BY + 15 g YU	81.0 abc	3.74 abc	3.07 abc	4.46 ab	361 a
80 g BY + 20 g YU	80.9 bcd	3.73 bcd	3.06 bcd	4.43 ab	358 ab
75 g BY + 25 g YU	80.1 cd	3.70 cd	3.04 cd	4.27 bc	343 bc
70 g BY + 30 g YU	79.7 de	3.68 de	3.02 de	4.26 bc	339 cd
65 g BY + 35 g YU	78.9 ef	3.65 ef	2.99 ef	4.19 c	330 cd
60 g BY + 40 g YU	78.9 ef	3.65ef	2.99ef	4.13 c	326 cd
55 g BY + 45 g YU	78.6 ef	3.63 ef	2.98 ef	4.18 c	328 d
50 g BY + 50 g YU	77.8 fg	3.60 fg	2.95 fg	3.91 d	304 e
0 g BY+ 100 g YU	76.8 g	3.56 g	2.92 g	3.83 d	294 e
Ortalama	79.8	3.69	3.03	4.27	342
CV (%)	0.51	0.48	0.48	1.64	1.59

** : P≤0.01 düzeylerinde önemli, BY: Balık yemi, YU: Yonca unu

En yüksek SKM oranları ile SE ve ME değerleri balık yemi (100 g), 95 g BY + 5 g YU, 90 g BY + 10 g YU ve 85 g BY + 15 g YU karışımlarından elde edilmiştir. Balık yemine yonca ununun ilavesi ile SKM, SE ve ME değerlerinin düzenli bir şekilde azaldığı ve en düşük SKM, SE ve ME değerlerinin de yonca unundan alındığı

görülmektedir. Kaba yemler, karma yemlere göre daha düşük enerji değerlerine sahiptirler. Dolayısıyla yoncanın kaba yem olmasından dolayı, karışımların SE ve ME enerji değerlerini düşürmesi beklenen bir durumdur. En yüksek KMT ve NYD değerleri balık yemi (100 g), 95 g BY + 5 g YU, 90 g BY + 10 g YU, 85 g BY + 15 g

YU ve 80 g BY + 15 g YU karışımlarından elde edilmiştir. En düşük KMT ve NYD değerleri de 50 g BY + 50 g YU ile saf yonca unundan alındığı görülmektedir (Tablo 4).

Yonca unu ve karma yem ile karışımlarının ortalama SKM oranı % 79.8, SE 3.69 Mcal kg⁻¹, ME 3.03 Mcal kg⁻¹, KMT oranı % 4.27 ve nispi yem değeri de 342 olarak tespit edilmiştir (Tablo 4). Elde edilen bu bulguların; Bilgüven ve Karabulut (1996) tarafından alabalık karma yemlerinde elde edilen 2950-3018 kcal kg⁻¹ metabolik enerji değeri, Uysal ve Bekcan (2006) tarafından balık yemlerinde elde edilen 2.624-2.697 kcal g⁻¹ metabolik enerji

değeri ve Yiğit ve ark. (2013) tarafından aynalı sazan beslemesinde kullanılan yemlerde elde edilen 3200 kcal kg⁻¹ sindirilebilir enerji değerleri ile benzerlikler göstermektedir.

Yonca unu ilave edilen balık yeminin fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyum oranları Tablo 5'te verilmiştir. Tablo 5'te görüldüğü üzere yonca unu ile balık yeminin saf halleri ile karışımlarının fosfor, potasyum ve kalsiyum değerleri açısından gösterdiği farklılıkların istatistiksel olarak önemli, magnezyum açısından gösterdikleri farklılığın ise istatistiksel olarak önemsiz olduğu görülmektedir.

Tablo 5. Balık yemine ilave edilen yonca ununun P, K, Ca ve Mg üzerindeki etkileri

Karışımlar	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
100 g BY+ 0 g YU	0.64 a**	0.97 d**	1.31 g**	0.48öd
95 g BY + 5 g YU	0.62 a	1.12 bcd	1.34 g	0.47
90 g BY + 10 g YU	0.56 b	1.08 cd	1.53 ef	0.48
85 g BY + 15 g YU	0.57 b	1.19 bcd	1.49 f	0.47
80 g BY + 20 g YU	0.55 b	1.16 bcd	1.56 ef	0.48
75 g BY + 25 g YU	0.52 cd	1.07 cd	1.66 de	0.49
70 g BY + 30 g YU	0.49 de	1.12 bcd	1.73 cd	0.49
65 g BY + 35 g YU	0.47 ef	1.17 bcd	1.79 cd	0.49
60 g BY + 40 g YU	0.46 ef	1.24 bcd	1.84 bc	0.47
55 g BY + 45 g YU	0.45 fg	1.37 b	1.87 bc	0.46
50 g BY + 50 g YU	0.42 g	1.32 bc	1.96 b	0.47
0 g BY+ 100 g YU	0.31 h	1.67 a	2.51 a	0.46
Ortalama	0.51	1.21	1.72	0.48
CV(%)	2.61	8.16	2.80	2.90

** : P≤0.01 düzeylerinde önemli, BY: Balık yemi, YU: Yonca unu, öd: önemli değil

En yüksek fosfor oranı balık yeminden (100 g) ve 95 g BY + 5 g YU uygulamasından, en düşük fosfor oranı ise yalın yonca unundan elde edilmiştir. En yüksek potasyum ve kalsiyum oranları yonca unundan, en düşük potasyum ve kalsiyum oranları da yalın balık yeminden elde edildiği görülmektedir. Yonca ununun karma yeme ilave edilmesi ile birlikte fosfor oranının düzenli bir şekilde azaldığı görülmektedir. Bunun tersi durumu potasyum ve kalsiyum oranlarında

görülmektedir. Karışımda yonca ununun oranı arttıkça yemin içerdiği potasyum ve kalsiyum oranları da düzenli olarak artış göstermiştir. En fazla potasyum ve kalsiyum oranları yalın halde yonca unundan elde edilmiştir

Karışımlar, magnezyum oranı açısından istatistiksel olarak bir farklılık göstermemiştir. Yani karışımlarda yonca unu oranının artması, karışımın magnezyum içeriği üzerinde herhangi bir değişikliğe yol açmamıştır. Yonca unu ve

karma yem ile bunların karışımlarından elde edilen yemin ortalama fosfor oranı % 0.51, potasyum oranı % 1.21, kalsiyum oranı % 1.72 ve magnezyum oranı % 0.48 olarak elde edilmiştir (Tablo 5).

Kalsiyum ve fosfor kemiklerin oluşumu ve vücutta asit-baz dengesini sağlamasına yardımcı olmaktadır. Magnezyum eksikliği balıklarda iştah kaybına ve yavaş büyümeye yol açmakta, potasyumun ise balık pullarının iyi gelişmesine ve canlı ağırlık artışına yol açtığı bilinmektedir. Balıklar kalsiyumu sadece sudan absorbe etmekle kalmayıp, yedikleri yemlerin de kalsiyumundan yararlanmaktadırlar. Balıklar fosforu ise tamamen yedikleri yemlerden almaktadırlar. Balıkların mineral ihtiyaçları; rasyonun kompozisyonuna, balığın türüne, balığın yaşına, balığın cinsiyetine ve suyun kimyasal yapısına göre farklılıklar göstermektedir (Akyurt, 1994).

Corcoran ve Roberts-Sweeney (2014), balık rasyonlarında % 0.3 oranında fosfor bulunması gerektiğini bildirmişlerdir. Yılmaz (2014) balık yeminde kalsiyum içeriğini % 1-2, toplam fosfor içeriğini % 1.5, Çalışıcı Narin (2019) balık yeminde kalsiyum oranını % 2, fosfor oranını % 1.3, Özgüven ve Dikel (2018) ticari alabalık yeminde kalsiyum oranını % 3.0 ve fosfor oranını % 1.8, Dikel ve Tellioğlu (2020) ticari balık yeminin fosfor içeriğini % 1.7, kalsiyum içeriğini % 2.3, Öz ve ark. (2021) yine ticari alabalık yeminde fosfor oranını % 1.10 ve kalsiyum oranını % 1.90 olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmadan elde edilen fosfor oranının, Corcoran ve Roberts-Sweeney (2014) tarafından balık yemlerinde olması gerektiği bildirilen fosfor oranının (% 0.3) üzerinde olduğu, ancak diğer araştırmacılar tarafından elde edilen fosfor ve kalsiyum oranlarından ise daha düşük olduğu görülmektedir. Bu farklılık büyük oranda kullanılan balık türlerinin farklılığından ileri gelmektedir.

Akyurt (1994), genç sazanların magnezyum ihtiyacının rasyonun % 0.04-

0.05 kadar, Reigh ve ark. (1991) tatlı su çipuraların optimum büyümesi için yemlerinde % 0.05 oranında magnezyum içermesi gerektiğini, Liang ve ark. (2014) ise ot sazanlarının beslenmesinde potasyum ihtiyacının % 0.945-0.999 oranında olması gerektiğini bildirmişlerdir. Aynı zamanda Liang ve ark. (2014), çalışmalarında kullandıkları balık yemlerinin fosfor oranlarının % 1.07-1.09, potasyum oranlarının % 0.087-1.24, kalsiyum oranlarının % 1.22-1.30 ve magnezyum oranlarının % 0.123-0.131 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmadan elde edilen magnezyum ve potasyum oranlarının, araştırmacılar tarafından bildirilen değerlerle büyük oranda paralellik gösterdiği görülmektedir.

4.Sonuçlar

Çalışmada en yüksek kuru madde ve ham protein oranları yalın haldeki balık yeminden, en düşük ADF ve NDF oranları yalın haldeki balık yemi ve birlikte 95 g BY + 5 g YU, 90 g BY + 10 g YU ve 85 g BY + 15 g YU karışımlarından elde edilmiştir. En yüksek sindirilebilir kuru madde, sindirilebilir enerji, metabolik enerji, kuru madde tüketimi ve nispi yem değeri de yine yalın haldeki balık yemi ile aynı karışımlardan elde edildiği görülmektedir. En düşük fosfor oranı ile en yüksek potasyum ve kalsiyum oranları da yalın yonca unundan elde edilmiştir.

Sonuç olarak en düşük ADF ve NDF oranları ile en yüksek sindirilebilir kuru madde oranı, sindirilebilir enerji, metabolik enerji, kuru madde tüketimi ve nispi yem değeri yalın balık yemi ile balık yemine ilave edilen % 5, % 10 ve % 15 oranındaki yonca unu karışımlarından alındığı, dolayısıyla bu oranlarda yonca ununun balık yemine ilave edilmesinin faydalı olabileceği ön görülmektedir. Ayrıca yonca ununun balık yemine ilavesinin, balık yeminin potasyum ve kalsiyum içeriğini zenginleştirdiği belirlenmiştir.

Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulunduklarını, makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Kaynaklar

- Akyurt, İ., 1994. Balık beslemede mineraller. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(3): 445-453.
- Aldemir, R., Tekel, A., Üstündağ, B., Bilgeçli, K., Çelik, L.B., 2022. Türkiye’de karadeniz’in farklı bölgelerinde üretilen balık unlarının hayvan besleme açısından değeri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12(4): 2581-2589.
- Bahadır Koca, S., Pazar, M., Bekir, A., Yiğit, N.Ö., 2019. Niger (*Guizotia abyssinica* Cass.) tohumunun balık yemi hammaddesi olarak kullanılabilirliği ve ülkemizde yetiştirilebilirliğinin araştırılması. *Acta Aquatica Turcica*, 15(1): 108-116.
- Bilgüven, M., Karabulut, A., 1996. Alabalık karma yemlerinde tam yağlı soyanın balık unu yerine kullanılma olanakları. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12: 77-88.
- Bostan, H., Yıldız, A.Ö., 2008. Isparta ilindeki Alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) işletmelerinde kullanılan karma yemlerin analizi üzerine bir araştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 4(1): 94-101.
- Brogna, N., Pacchioli, M.T., Immovilli, A., Ruozzi, F., Ward, R., Formigoni, A., 2009. The use of near-infrared reflectance spectroscopy (NIRS) in the prediction of chemical composition and in vitro neutral detergent fiber (NDF) digestibility of Italian alfalfa hay. *Italian Journal of Animal Science*, 8(Suppl. 2): 271-273.
- Corcoran, M., Roberts-Sweeney, H., 2014. Aquatic animal nutrition for the exotic animal practitioner. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, 17: 333-46.
- Çalışıcı-Narin, Ö., 2019. Farklı oranlarda yeme eklenen kekik (*Thymus vulgaris*) yağının sazan (*Cyprinus carpio* L.) yavrularının büyümesine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, İskenderun Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- Dikel, S., Tellioglu, F.S., 2020. Effects of size grading and different stocking size compositions on growth performance of yybrid tilapia (*Oreochromis niloticus*♀ X *Oreochromis aureus*♂) juvenile. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(9): 2000-2007.
- Dikel, S., Öz, M., 2022. Su ürünleri yetiştiricilik sektörü ve sucul protein geleceği. *Ispac 10th International Conference on Agriculture, Animal Sciences and Rural Development*, Konge Bildiri Kitabı, 18-19 Temmuz, Sivas, Türkiye.
- Doğan, G., Bircan, R., 2010. Balık yemlerinde alternatif bitkisel protein kaynağı olarak fındık küspesi kullanımı. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1(2): 49-57.
- Erteken, A., Hasimoglu, A., 2007. Ülkemizde balık yemi teknolojisinin gelişimi. *Aquaculture Studies*, 2007(2): 8-9.
- Fonnesbeck, P.V., Clark, D.H., Garret, W.N., Speth, C.F., 1984. Predicting energy utilization from alfalfa hay from the Western Region. *Probe Animal Science, (Western Section)*, 35: 305-308.

- Güloğlu, D., 2023. Acı bakla (*Lupinus angustifolius* L.) bitkisinin kullanım olanakları. *Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi*, 5(1): 50-53.
- JMP, 2018. Statistical Discovery from SAS, USA.
- Khalil, J.K., Sawaya, W.N., Hyder, S.Z., 1986. Nutrient composition of *Atriplex* leaves grown in Saudi Arabia. *Journal of Range Management*, 39: 104-107.
- Korkut, A.Y., Yıldırım, Ö., 2003. Türkiye'de su ürünleri yetiştiriciliği ve yetiştiricilikte alternatif yem kaynakları. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 20(1-2): 247-255.
- Kutlu, H., Gül, A., Görgülü, M., 2003. Türkiye hayvancılığının sorunları ve çözüm yolları. I. damızlık hayvan-kaliteli yem. *Yem Magazin Dergisi*, 34: 40-46.
- Liang, J., Yang, H., Liu, Y., Tian, L., 2014. Dietary potassium requirement of juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idella* Val.) based on growth and tissue potassium content. *Aquaculture Research*, 45: 701-708.
- Morrison, J.A., 2003. Hay and Pasture Management, Extension Educator, Crop Systems Rockford Extension Center, Chapter 8.
- Ölmez, M., Aybal, N.Ö., 2006. Balık beslemede kanola (*Brassica* sp.) Kullanımı. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23(2): 269-273.
- Öz, M., İnanan, B.E., Dikel, S., 2021. Yem kaynaklı borun gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yağ asidi profiline etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 31(Ek Sayı 1): 188-192.
- Özgüven, A., Dikel, S., 2018. Sera Koşullarında melez tilapiaların sarımsak (*Allium sativum*) destekli yemlerle beslenmesinin büyüme performansına ve vücut besin bileşenleri üzerine etkileri. *Journal of Advances in VetBio Science and Techniques*, 3(3): 35-44.
- Reigh, R.C., Robinson, E.H, Brown, P.B., 1991. Effects of dietary magnesium on growth and tissue magnesium content of blue tilapia *Oreochromis aureus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 22(3): 192-200.
- Sarı, M., Çakmak, M.N., 1996. Balık Besleme. Fırat Üniversitesi Yayınları No:37.
- Schroeder, J.W., 1994. Interpreting Forage Analysis. Extension Dairy Specialist (NDSU), AS-1080, North Dakota State University.
- Steel, R.G.D., Torrie, J.H., 1980. Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach. McGraw-Hill, New York.
- Uysal, N., Bekcan, S., 2006. Tilapya balığı (*Oreochromis niloticus* L.) yavrularının balık unu yerine farklı oranlarda soya unu ilave edilen yemlerle beslenmesinin büyüme parametrelerine etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 12(1): 93-100.
- Yeşilayer, N., Kaymak, İ.E., Gören, H.M., Karşı, Z., 2013. Balık yemlerinde balık ununa alternatif bitkisel protein kaynaklarının kullanım olanakları. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, (4): 12-30.
- Yılmaz, E., 2014. Alabalık yeminde bitki ekstraktları kullanımının büyüme, yemden yararlanma ve vücut kompozisyonu üzerine etkisi. Doktora Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.

Yiğit, N.Ö., Dulluç, A., Koca, S.B., Didinen, B.I., 2013. Aynalı sazan (*Cyprinus carpio*, L. 1758) yemlerinde soya küspesi yerine kanola küspesi kullanımının büyüme ve vücut kompozisyonu üzerine etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 19: 140-147.

Atıf Şekli	Başbağ, M., Çağan, E., Şireli, H.D., 2023. Balık Yemine İlave Edilen Yonca Ununun, Balık Yeminin Besleme Değeri Üzerindeki Etkisinin Araştırılması. <i>ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 7(4): 881-890. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.10252197 .
To Cite	Başbağ, M., Çağan, E., Şireli, H.D., 2023. Investigation of the Effect of Alfalfa Flour Added to Fish Feed on the Nutritional Value of Fish Feed. <i>ISPEC Journal of Agricultural Sciences</i> , 7(4): 881-890. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.10252197 .



Şanlıurfa'da Yaygın Ana Materyaller Üzerinde Oluşan Toprakların Morfolojik, Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri, Sınıflandırılması ve Adli Uygumalar İçin Değerlendirilmesi

Yüstra İNCİ^{1*}, Recep GÜNDOĞAN², Ali Volkan BİLGİLİ², Emrah RAMAZANOĞLU²

¹Harran Üniversitesi, Organize Sanayi Bölgesi Meslek Yüksek Okulu, Gıda Teknolojisi Programı, Şanlıurfa

²Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü ve Bitki Besleme Bölümü, Şanlıurfa

*Sorumlu Yazar (Corresponding author): inci@harran.edu.tr

Özet

Topraklar adli uygulamalarda kullanılan önemli kanıtlardan birisidir. Ancak toprak çok değişken ve dinamik bir varlık olduğundan kanıt olarak kullanımında bazı kısıtlamalar bulunmaktadır. Bu çalışmada Şanlıurfa ilinde yaygın olarak yer alan amateriyaller üzerinde oluşan toprakların morfolojik, fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenip sınıflandırılarak adli kullanımlar için kullanılabilirliği değerlendirilmiştir. Bu amaçla dört yaygın ana materyal üzerinde oluşan topraklardan üçer toprak profili tanımlanmış, horizon esasına göre toprak örnekleri alınarak analiz edilmiş ve sınıflandırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre topraklarda toprak rengi, kil birikimi, kireç jips birikimi, kum, silt, kil oranları, sınıfları ve ani tekstür değişimi, organik madde dağılımında önemli değişiklikler gözlenmiştir. Toprak profilleri Inceptisol ve Vertisol olmak üzere iki ordoda sınıflandırılmıştır. Farklı ana materyaller üzerinde önemli toprak değişkenliklerine sahip toprakların; az sayıdaki toprak sınıflandırma kategorilerinde yer alması toprak taksonomisinin adli bilimlerin ihtiyaç duyduğu yeterli ayırım gücüne sahip olmadığını göstermektedir. Bu nedenle toprakların adli kullanımlar için; farklı analiz ve değerlendirme yöntem ve yaklaşımlarına gereksinim bulunmaktadır.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi :26.08.2023
Kabul Tarihi :29.09.2023

Anahtar Kelimeler

Toprakların adli kullanımı
toprak özellikleri
toprak sınıflandırması
Şanlıurfa

Morphological, Physical and Chemical Characteristics, Classification and Evaluation of Soils Formed on Common Parent Materials in Şanlıurfa for Forensic Applications

Abstract

Soils are one of the important evidences used in forensic applications. However, since the soil is a very variable and dynamic asset, there are some limitations in its use as evidence. In this work, the morphological, physical and chemical properties of the soils formed on the materials commonly found in the province of Şanlıurfa were examined and classified, and their usability for forensic use was evaluated. For this purpose, three soil profiles were defined from the soils formed on four common main materials, soil samples were analyzed and classified according to the horizon. According to the results of the research, soil color, clay accumulation, lime gypsum accumulation, sand, silt, clay rates, classes and sudden texture change, organic matter distribution have been observed. Soil profiles are classified in two ordoes: Inceptisol and Vertisol. Soils with significant soil variations on different main materials; the fact that soil taxonomy does not have sufficient discrimination power that forensic science needs. Therefore, for forensic.

Research Article

Article History

Received :26.08.2023
Accepted :29.09.2023

Keywords

Forensic use of soils
soil properties
soil classification
Şanlıurfa

1. Giriş

Toprak, organik depositlerin ve kayaların, çeşitli toprak oluşum süreçleri sonucu oluşan inorganik ve organik materyalleri bünyesinde barındıran oldukça karmaşık bir materyaldir. Toprağın bileşiminin analizi, jeolojik orijini, baskın bitki örtüsü, iklim, ana materyal hatta toprak yönetimi hakkında bilgi verebilir. Dolayısıyla bir yerden bir yere ve zamanla değişmektedir. Ayrıca, topraklar küresel karbon döngüsünün önemli bir bileşenidir. Toprak organik karbon (TOK) stokları dünyanın en büyük rezervuarlarıdır (Sakin, 2012).

Toprak ile ilgili bilgiler birçok bilim dalında kullanıldığı gibi, adli bilimlerde de vakaların aydınlatılmasına katkı sağlayan önemli kanıtlar arasında sayılmaktadır. Toprak özelliklerinin çok farklı ve değişken olması toprakların adli uygulamalar için çok kullanışlı olmasını sağlamaktadır (Fitzpatrick, 2008; Karaca and Mert, 2012). Nitekim toprak kanıtları çok sayıda adli davanın çözülmesinde başarılı sonuç verdiğinden 2003 yılında Avustralya'da adli toprak bilimi merkezi (CFSS) kurulmuştur (Fitzpatrick ve Raven, 2012; Woods ve ark., 2014).

Toprak rengi beneklilik, pas lekeleri, nodüller veya konkresyonlar (karbona, silis, demir), kireç içeriği, tekstür ve çakıl tipi gibi morfolojik ve fiziksel ile pH, elektriksel iletkenlik, değişebilir katyonlar, katyon değişim kapasitesi, organik karbon, organik madde veya organik karbon, kireç gibi kimyasal toprak özellikleri adli toprak biliminde kullanılan yararlı özelliklerden bazılarıdır (Sugita ve Marumo, 1996; Fitzpatrick, 2008).

Toprak tanımlaması ve sınıflandırması ile ilgili temel çalışmalar adli vakalarda elde edilen örneklerin karşılaştırılması amacıyla kullanılabilecek arşiv verileri olarak hizmet etmektedir. (Fitzpatrick ve Raven, 2012b) . Örneğin, toprak verilerini birçok farklı

ölçekte toplayan ABD Tarım Bakanlığı'na göre sadece Amerika Birleşik Devletleri'nde tespit edilen 21.000'den fazla toprak serisi bulunmaktadır (Guo ve ark., 2003).

Toprak özellikleri iklim, bitkisel ve hayvansal organizmalar, anamateryal, topografya, zaman gibi toprak yapan faktörlerin ürünüdür. Dolayısıyla bir bölgenin yukarıdabelirtilen toprak yapan özelliklerine bağlı olarak mekâna ve zamana bağlı olarak değişkenlik göstermektedir.

Şanlıurfa ili jeolojik olarak III zaman karasal sedimanter karbonat kayalar ve volkanik kayalardan oluşmaktadır. Bunun yanı sıra lokal olarak kuarterner aluviyal ve koluviyal materyallerde görülmektedir (DSİ, 1972; MTA, 1996; Gürel ve ark., 2000).

Şanlıurfa ilinde bu ana materyaller üzerinde kırmızı kahverengi, kahverengi, alluviyal ve Koluviyal topraklara ait topraklar oluşmuştur. Şanlıurfa da yapılan toprak sınıflandırma çalışmalarında; toprakları, Entisol, Inceptisol, Vertisol ve Aridisol olarak sınıflandırmışlardır (İnce, 1991; Dinç ve ark., 1988; Altuntaş, 2019). Ancak son zamanda Şanlıurfa bölgesinin iklimi ile ilgili değerlendirmeler sonucunda toprak rutubet rejiminin aridic değil Xeric olarak kabul edilmesi nedeniyle; Şanlıurfa'daki toprakların Aridisol ordosunda sınıflandırılmayacağı görüşü hâkim olmuştur (Çullu ve ark., 2010).

Bu çalışmada Şanlıurfa da yaygın dört farklı ana materyal üzerinde tanımlanan toprakların morfolojik, fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi, oluşumu, sınıflandırması ve bu değişkenliklerin adli amaçlı kullanımlar için yorumlanması amaçlanmıştır. Böylece bu çalışma bir taraftan adli vakaların aydınlatılmasında bölgedeki önceki çalışmaların yanı sıra arşiv veri tabanı oluşturulmasına katkı sağlarken diğer yandan bölgedeki toprakların

değişkenliğinin ortaya çıkarılması ve bu değişkenliklerin doğal ve antropojenik faktörlerle ilişkilendirilmesi hedeflenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Araştırma alanının özellikleri

Çalışma alanı Şanlıurfa ilini kapsamaktadır. Şanlıurfa ili yaklaşık 200 bin km² olup 36° 38' 00"-37° 59' 37" kuzey enlemleri, 37° 49' 03" - 40° 14' 37" doğu boylamları arasında yer almaktadır.

Şanlıurfa ili jeolojik olarak tersiyer yaşlı karasal sedimanter karbonat kayaçlar ve volkanik kayaçlardan oluşmaktadır. Yer yer kuarterner aluviyal ve koluviyal materyaller de görülmektedir (MTA, 1996). Bu ana materyaller 1-Çamur Akıntıları, 2-Miyosen-Eosen Kireç Taşları, 3-Marnlar (Neojen Marnlar), 4-Bazaltik Topraklar olarak gruplandırılabilirler. Çalışma alanına ilişkin jeolojik harita şekil 1'de yer almaktadır.

Türkiyenin ekolojik bölgeleri arasında Akdeniz ve karasal iklim geçiş kuşağına giren "Güneydoğu Anadolu Geçiş Bölgesi" içinde yer almaktadır (Atalay, 2002). GAP bölgesinde yer alan Şanlıurfa ili kurak ve yarı kurak iklim kuşağındadır. Yazları sıcak ve kurak kışları ılık ve yağışlıdır. Yazları ve kışları arasında sıcaklık farkı fazladır. Sıcaklık bazen 40 dereceyi aşar. En sıcak ayı temmuz olup ortalama 31.9 °C'dır. En soğuk ise şubat ayı olup ortalama 5.5 °C'dır. Yağışların büyük bir kısmı kışın düşmekte olup; yıllık yağış miktarı 451

mm'dir. Buna göre Şanlıurfa ilinin toprak sıcaklık rejimi termik, toprak rutubet rejimi Xeric' tir (Soil Survey Staff, 1996).

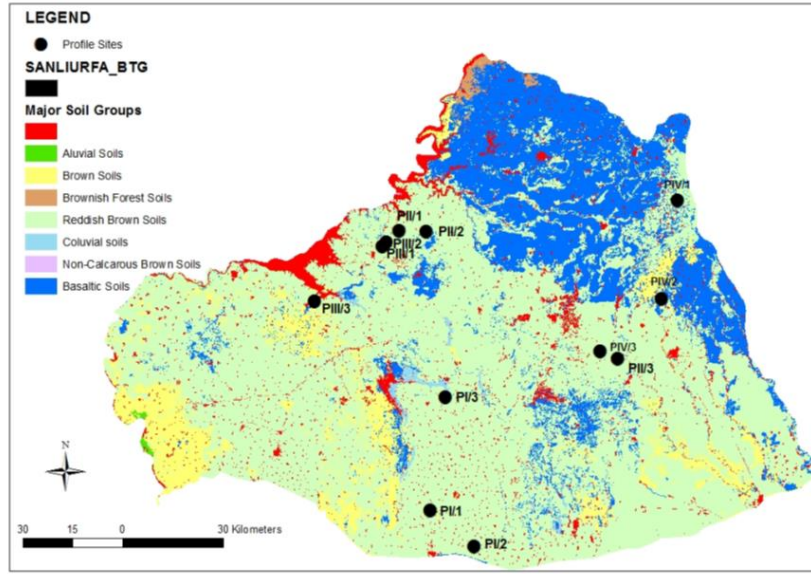
Şanlıurfa ilinin doğal bitki örtüsü esas olarak antropojen bozkırlardan oluşmaktadır. Ancak toprakların önemli bir kısmında işlemeli tarım yapılmaktadır. Yöre iklimine uygun bahçe bitkileri, tarla bitkileri, yem bitkileri ve sebze yetiştirilmektedir.

Yarı kurak iklim koşullarına sahip Şanlıurfa ilinde kırmızı kahverengi, kahverengi, kahverengi orman, kireçsiz kahverengi, bazaltik, koluviyal ve aluviyal büyük topraklarına ait topraklar bulunmaktadır (Köy Hizmetleri, 1985).

2.2. Toprak profillerinin tanımlanması örneklerinin alınması

Yarı kurak iklim koşullarına sahip Şanlıurfa ilinde kırmızı kahverengi, kahverengi, kahverengi orman, kireçsiz kahverengi, bazaltik, koluviyal ve aluviyal büyük topraklarına ait topraklar bulunmaktadır.

Şanlıurfa'da I-Çamur akıntıları, II-Eosen-Miyosen kireçtaşları, III-Neojen Marnlar, IV-Bazalt materyalleri olmak üzere dört yaygın ana materyal bulunmaktadır. Bu ana materyaller üzerinde bazaltik topraklar, kırmızı kahverengi topraklar, kahverengi topraklar ve bazaltik topraklar olmak üzere dört büyük toprak grubu yer almaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Şanlıurfa’da yaygın büyük toprak grupları ve profil açılan yerler

Öncelikle topraklar analize hazır hale getirilmiş daha sonra laboratuvar çalışmaları Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümünde yürütülmüştür.

Analizi yapılacak toprak örneklerinin kurutma işlemini hızlandırmak ve 2 mm’den büyük taneciklerin ayrışmasını kolaylaştırmak için kesekler ufalanmıştır. Toprak numunesi 15 mm’yi aşmayan bir kalınlıkta toprak numunesine etki etmeyecek tepsilere serilerek 117 örnek kurutuldu. Kuruyan topraklar, tokmakla dövülüp öğütülerek kesekler ufalandı. Daha sonra içerisindeki taş, kök ve diğer yabancı maddeler elle temizlendi. Daha sonra 2 mm elekten geçirilip elenerek 3 lt’lik plastik bidonlara aktarılıp etiketlendi ve analizler için muhafaza edilmiştir.

2.3. Toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi ve sınıflandırılması

Çalışma alanın genel özelliklerinin belirlenmesi amacı ile toprakların tekstür, pH, elektriksel iletkenlik, organik madde, kireç, değişebilir katyonlar (kalsiyum, magnezyum, potasyum, sodyum), katyon

değişim kapasitesi (KDK) ve değişebilir sodyum yüzdesi (ESP) analizleri yapılmıştır. Aşağıda toprak analizlerinin hangi kıstaslara göre yapıldığı açıklanmıştır.

Toprak örneklerinin pH’sı saturasyon eksttraktında Thomas (1996)’da belirtildiği gibi yapılmıştır. Elektriksel iletkenlik, elektriki iletkenlik aletinde ölçüm yapılarak toprakların elektriki iletkenlik değerleri belirlenmiştir (Richards, 1954). Toplam kireç içeriği, Scheibler kalsimetresi ile toprakta Nelson ve ark. (1982)’de belirtildiği gibi yapılmıştır. Katyon değişim kapasitesi (KDK), Katyon değişim kapasitesi (KDK) amonyum asetat metodu ile yapılmıştır (Sumner and Miller, 1996). KDK Kapasitesi, saturasyon çamurundan elde edilen süzüğün kullanılmasıyla ICP ile ölçülerek Ca^{+2} , Na^{+} , Mg^{+2} ve K^{+} gibi katyonlar tespit edilmiştir (Tan, 1996). Organik madde düzeyi (%), Organik madde Jackson (1962)’de belirtildiği modifiye Walkley Black yöntemi, ile belirlenmiştir, Tekstür: Tekstür analizi, Bouyoucos (1951)’e göre belirlenmiştir. Toprak profilleri, morfolojik, fiziksel ve kimyasal özellikleri dikkate alınarak toprak

taksonomisine göre sınıflandırılmışlardır (Soil Survey Staff, 1993).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Toprakların morfolojik fiziksel ve kimyasal özellikleri

Çamur akıntıları, marn, kireçtaşı ve bazalt ana materyaller üzerinde oluşan toprakları temsil eden profillerin yüzey ve yüzey altı horizonlarının bazı morfolojik özellikleri ve toprak taksonomisine göre sınıflandırmaları (Soil Survey Staff, 1998) Tablo 1’de, fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Tablo 2’de verilmiştir. Buna göre tüm profillerde ochric epipedon dışında yüzey tanımlama horizonuna rastlanmamıştır. Yüzey horizonları çoğunlukla yüksek value (≥ 3) ve chroma (≥ 3) ile düşük (< 0.6) organik karbon içeriğine sahiptir. Ancak yüzey horizonlarının tanınması sert kıvamlıdır.

Çamur akıntıları üzerinde üç toprak profili açılmış ve tanımlanmıştır. Bu profillerin morfolojik özellikleri ve fiziksel kimyasal analiz sonuçları aşağıda verilmiştir

Profil I/1: Çamur akıntıları üzerinde açılan 1 nolu profilde oluşan topraklar derin A B C horizonlu genç topraklardır. Tüm profil kil tekstürlüdür. Üst orta ve alt topraklar orta yarı köşeli blok yapıdadır. Tüm profil çok kireçli, alt horizonlar da orta yoğunlukta kireç tanecikleri vardır pH 7.40 ile 7.42 arasında değişmektedir. Derinlikle azalan organik madde genel olarak % 1 den daha azdır. KDK ise yüksek olup 32.48 ile 50.72 cmol kg⁻¹ arasında değişmekte olup baz yoğunluğu % 50 den fazladır.

Profil I/2: 2 nolu profil A B C horizonlu genç topraklar olmasına rağmen tüm profil çok kireçlidir. Toprak profilinin horizonlarda killi tın, alt kumlu killi tın, kumlu tın, siltli tın tekstürlüdür. Üstü horizonlar da kireç benekleri alt horizonlar da hayvan delikleri görülmektedir 2C horizonun da 118- 150 cm derinliğinde jips bantları görülmüştür. pH 7.42 / 7.69

arasında değişmekte olup organik madde düşüktür. Organik madde miktarı yüzde 0.81/0.46 arasında değişmektedir. KDK ise 32.56 ile 43.59 cmol kg⁻¹ arasındadır.

Profil I/3: 3 nolu profil A B C horizonlu derin topraklardır. ASS horizonunda uzun derin geniş çatlaklar gözlemlenmiştir. Profilde zayıf sertlik özellikler (kayma yüzeyleri şişme büzülme) gözlenmiştir. BC ve 2BCI horizonların da biyolojik aktivite ve mikrobiyolojik canlılar görülmüştür. Üst Topraklar hariç tüm alt horizonlara inildikçe azalan akarsu çakılları görülmüştür (Taşlılık alt horizonlarda azalmaktadır.). Toprak pH’sı 7.31 ile 7.80 arasında olup organik madde yüzde 1.42 ile 1.56 arasında değişmektedir. KDK ise 7.7 ile 34.7 cmol kg⁻¹ arasındadır.

Kireçtaşları üzerinde üç toprak profili açılmış ve tanımlanmıştır. Bu profillerin morfolojik özellikleri ve fiziksel kimyasal analiz sonuçları aşağıda verilmiştir

Profil II/1: Kireçtaşları üzerinde açılan 1 nolu A.B.C horizonlu topraklar olup profil kil tekstürlü olarak tanımlanmıştır. pH 7.40 ile 7.58 arasında değişmekte olup organik madde yüzeyde % 2.17 dir. KDK, 15.84-48.52 cmol kg⁻¹ ise arasında değişmektedir.

Profil II/2: 2 nolu profil ise tüm profil boyunca tekstürlü olup A horizonunda bir orhric epipedon tanımlanmıştır. Alt horizonlar da ortak kireç tanecikleri görülmüştür. pH 7.07 ile 7.72 arasında değişmektedir. Organik madde miktarı % 1.1 ile 0.55 arasındadır. KDK’leri yüksek olup 21.78 ile 46.87 cmol kg⁻¹ arasındadır. Baz doygunluğu yüksektir.

Profil II/3: 3 nolu profil pH 7.31 ile 7.47 arasında değişmekte olup organik madde yüzeyde % 2’dir. KDK’ler yüksek olup 26.08 ile 46.12 cmol kg⁻¹ arasında değişmektedir. A B C horizonlu bir profildir. Tüm profil kil tekstürlüdür. Yüzeyde bir ochric epipedon tanımlanmıştır. BW1, BW2, BCK1 de cambic, BCK2’de calcic horizon

tanımlanmıştır. Derinlere doğru indikçe taşlılık ve kireç cepleri artmaktadır.

Marn toprakları üzerinde üç toprak profili açılmış ve tanımlanmıştır. Bu profillerin morfolojik özellikleri ve fiziksel kimyasal analiz sonuçları aşağıda verilmiştir

Profil III/1: Ana materyali üzerinde oluşan A-B horizonlu derin olmayan profillere sahiptir. A horizonu kumlu killi tın, B horizonları killi tındır. BW2'de hafif köşeli çörtler görülmüştür. R horizonları üzerinde litolojik kesimlere rastlanmıştır. pH 7.34 ile 7.73 arasında değişmekte organik madde % 1.53 ile % 1.16 arasında değişmektedir. KDK 33.77 ile 54.99 cmol kg⁻¹ arasındadır.

Profil III/2: A B C horizonu sığ topraklardır. Toprak tekstürü tüm profil boyunca kildir. Altta derinlere doğru azalan kireç benekleri görülmektedir pH 7.56 ile 7.79 arasında değişmekte olup organik madde yüzeyden aşağılara doğru azalmaktadır. Baz yoğunluğu % 50 den fazladır. KDK 29.89 ile 59.8 cmol kg⁻¹ arasında değişmektedir.

Profil III/3: A B C horizonları orta derin topraklardır. Tüm profil kumlu killi tın tekstürlü topraklardır. pH aralığı 7.19 ile 7.72 arasında değişmektedir organik madde yüzeyde yüzde 1.28 olup derinlik azaldıkça düzgün olarak azalmaktadır. KDK 15.65 ile 21.01 cmol kg⁻¹ arasında değişmektedir.

Bazalt toprakları üzerinde üç toprak profili açılmış ve tanımlanmıştır. Bu profillerin morfolojik özellikleri ve fiziksel kimyasal analiz sonuçları aşağıda verilmiştir

Profil IV/1: Bazalt ana materyali üzerinde açılan 1 nolu profil A B C horizonlu derin topraklardır. Profil boyunca köşeli bazalt çakılları gözlemlenmiştir. pH 6.43 ile 7.80 arasında değişmektedir. Organik madde yüzeyde 4.21 dir derinleştikçe azalmıştır. KDK 38.18 ile 45.72 cmol kg⁻¹dir

Profil IV/2: A B horizonlu bir profildir. Tüm profil kil tekstürlüdür. Tüm profil boyunca kayma yüzeylerine rastlanmıştır. BK horizonun da yoğun kireç cepleri görülmüştür. Orhric A epipedonundan başka vernik ve cambic tanımlama horizonları görülmüştür. pH 7.06 ile 7.75 arasında değişmekte olup organik madde miktarı yüzeyde % 1. 51 dir. KDK 19.07 ile 40.57 cmol kg⁻¹dir.

Profil IV/3: Bazalt ana materyalleri üzerinde oluşan A B C horizonlu derin profilli topraklardır. Toprak profili kildir. B C horizonunda ayrılmış bazalt parçacıklarına rastlanmıştır. Ochric epipedodan başka cambic tanımlama horizonları gelişmiştir. A B horizonlu profilin rengi kırmızı siyahtan koyu kırmızı kahverengi arasındadır. pH 7.18-7.64 arasında olup organik madde içeriği % 0.69-1.55 arasında değişmektedir. KDK ise 36.37 ile 50.52 cmol kg⁻¹ arasındadır.

Tablo 1. Çalışma alanı topraklarının toprak taksonomisine göre sınıflandırılması

Profiller	Sınıf Toprak Taksonomisi (1998)	Yüzey Tanımlama horizonu	Yüzeyaltı tanımlama horizonu	Renk (Nemli)	Tekstür	Organik Karbon (%)	Kıvam (Yaş)	Kireç veya jips birikimi	Kil Birikimi	Organik Madde Dağılımı	Vertik Özellikler
I/1	Typic Haploxerept	Ochric	Cambic	2.5YR 4/4	C	0.56	çyp,çpl	37.9	Yok	Düzenli	Yok
I/2	Fluventic Haploxerept	Ochric	Cambic	7.5YR 6/3	CL	0.36	yp,pl	39.9	Yok	Düzensiz	Var
I/3	Aridic Haploxerert	Ochric		7.5YR 3/4	C	0.82	yp,pl	85.4	Yok	Düzensiz	Yok
II/1	Typic Haploxerept	Ochric	Cambic	2.5YR 2.5/3	C	1.25	çyp,çpl	8.8	Var	Düzenli	Yok
II/2	Typic Haploxerept	Ochric	Cambic	5YR 3/3	C	0.63	çp,pl	8.3	Yok	Düzensiz	Yok
II/3	Typic Haploxerept	Ochric	Cambic	5YR 3/3	C	1.16	çyp,çpl	7.9	Yok	Düzenli	Yok
III/1	Lithic Haploxerept	Ochric	Cambic	7.5YR 4/4	SCL	0.88	yp,pl	33.5	Yok	Düzenli	Yok
III/2	Typic Haploxerept	Ochric	Cambic	7.5YR 3/3	C	0.87	yp,pl	46.4	Yok	Düzenli	Yok
III/3	Typic Haploxerept	Ochric	Cambic	10YR 6/3	SCL	0.74	ayp,apl	86.4	Yok	Düzenli	Yok
IV/1	Typic Haploxerept	Ochric	Cambic	5YR 2.5/1	CL	2.44	çyp,çpl	1.63	Yok	Düzenli	Yok
IV/2	Typic Haploxerept	Ochric	Cambic	5YR 2.5/1	C	0.89	yp,pl	1.4	Yok	Düzenli	Var
IV/3	Aridic Haploxert	Ochric	Cambic	5YR 3/4	C	0.88	çyp,çpl	15.3	Yok	Düzenli	Var

Tablo 2. Toprak fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Horizon	Derinlik	pH	EC	KDK (cmol kg ⁻¹)	Değişebilir Katyonlar (cmol kg ⁻¹)				Kireç (%)	Organik Karbon (%)	Tane Dağılımı (%)			Tekstür Sınıfı
					Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺			Kum	Kil	Silt	
Profil I/1- Çamur akıntıları Şanlıurfa/Akçakale- Hurma köyü														
Ap	0-30	7.4	2.56	45.00	0.56	0.84	32.67	6.64	37.9	0.56	31	49	20	C
Bw	30-72	7.4	1.48	50.72	0.63	0.47	34.89	5.75	39.62	0.44	29	49	22	C
BC ₁	72-128	7.4	2.19	48.47	0.63	0.37	32.76	4.82	48.41	0.33	29	47	24	C
BC ₂	128-172	7.5	2.80	32.48	0.61	0.39	34.72	4.68	47.4	0.28	27	43	30	C
BC ₃	128	7.4	2.26	39.46	0.62	0.44	32.82	5.83	44.36	0.26	23	49	28	C
Profil I/2-Çamur akıntıları Şanlıurfa/Akçakale- Günören Köyü (Taban Arazisi)														
Ap	0-18	7.6	0.66	32.56	0.11	0.13	7.55	1.14	39.85	0.36	33	39	28	CL
Bw	18-27	7.4	0.92	36.09	0.11	0.12	7.62	1.18	43.43	0.46	31	41	28	C
BC ₁	27-58	7.6	0.63	43.59	0.17	0.06	8.47	1.45	39.85	0.33	33	35	32	CL
BC ₂	58-88	7.6	1.12	34.97	0.25	0.04	9.54	1.13	48.37	0.44	43	27	30	L
BC ₃	88-118	7.6	1.12	36.22	0.32	0.03	10.43	1.36	38.92	0.51	51	29	20	SCL
2C _y	118-150	7.4	2.56	33.89	0.29	0.05	41.58	0.73	25.68	0.26	53	13	34	SL
2C ₂	150	7.5	2.58	35.69	0.28	0.04	34.62	1.1	27.4	0.34	67	13	20	L
Profil I/3-Şanlıurfa/Akçakale- Günören Köyü (Ova Tabanı)														
Ap	0-22	7.5	1.20	34.7	0.57	1.01	48.29	7.94	35.4	0.82	25	49	26	C
ASS	22-68	7.6	1.10	32.6	0.66	0.64	54.8	5.2	37.0	0.37	21	53	26	C
BC	68-100	7.3	0.70	26.4	0.72	0.69	50.95	4.28	38.1	0.35	29	51	20	C
2BC ₁	100-132	7.8	0.50	13.6	0.56	0.43	39.49	2.44	51.0	0.48	57	31	12	SCL
2BC2	132-156	7.7	0.66	33.1	0.72	0.69	48.32	4.94	41.6	0.33	31	33	36	C
3C	156	7.7	0.50	7.7	-	-	-	-	71.6	0.32	67	33	0	SCL
Profil II/1-Şanlıurfa/Hilvan-Ovacık/Hasenik Köyü														
Ap	0-25	7.4	2.0	48.52	0.37	1.29	63.9	2.92	8.79	1.25	23	59	18	C
Bt	25-66	7.4	2.6	42.09	0.41	0.99	86.6	3.42	14.55	0.45	19	57	24	C
BC	66-87	7.5	2.3	27.73	0.39	0.78	66.4	2.97	28.1	0.38	19	61	20	C
C ₁	87-104	7.4	2.2	15.84	0.39	0.62	61.25	2.15	52.93	0.26	13	51	36	C
C _r	104	7.4	1.9	32.42	0.38	0.52	52.25	1.7	30.51	0.33	57	39	4	SC

Profil II/2-Şanlıurfa/Hilvan-Üçüzler Köyü Girişi														
Ap	0-20	7.0	1.5	46.87	0.37	1.94	71.85	4.85	8.29	0.63	17	63	20	C
Bw ₁	20-42	7.6	0.6	32.63	0.39	1.62	79.4	5.38	9.46	0.49	23	61	16	C
BW ₂	42-54	7.3	1.0	29.46	0.4	1.42	59.9	5.64	9.81	0.39	21	65	14	C
B _{ss}	54-78	7.7	0.5	30.18	0.4	1.38	64.2	5.82	9.85	0.32	23	63	14	C
BC	78-108	7.5	1.6	30.92	0.4	1.32	60.8	5.7	21.64	0.48	21	65	14	C
BC _k	108-140	7.5	1.5	21.78	0.42	1.02	53.1	4.73	34.09	0.39	31	49	20	C
Profil II/3-Şanlıurfa/ Viranşehir/Kutana Köyü														
Ap	0-22	7.3	0.9	36.22	0.43	1.72	58.3	8.12	7.86	1.16	27	53	20	C
Bw ₁	22-40	7.4	2.0	26.08	0.51	0.82	63.05	3.07	14.83	0.63	29	51	20	C
BW ₂	40-60	7.3	1.4	42.12	0.54	0.74	77.15	3.03	21.44	0.75	31	49	20	C
BC ₁	60-94	7.4	1.3	26.60	0.54	0.66	57.25	2.99	30.51	0.46	31	51	18	C
BC ₂	94-154	7.3	1.7	38.11	0.5	0.56	51.65	2.82	49.54	0.40	37	49	14	C
Profil III/1-Şanlıurfa/Hilvan-Ovacık/Hasenik Köyü														
Ap	0-18	7.4	1.1	33.77	0.36	1.66	43	1.5	33.47	0.88	50	30	20	SCL
Bw ₁	18-30	7.3	1.5	34.03	0.36	2.94	38.38	1.82	68.49	0.75	46	36	28	SL
BW ₂	30-38	7.7	0.4	54.99	0.34	2.55	37.45	1.45	65.03	0.67	42	36	22	SL
Profil III/2-Şanlıurfa/ Akziyaret-Halis köyü														
Ap	0-10	7.6	0.5	35.65	0.41	0.91	55.1	3.22	46.35	0.87	30	48	22	C
BW ₁	10-30	7.5	1.1	55.53	0.5	0.67	58.15	2.68	48.41	0.60	26	50	24	C
BW ₂	30-42	7.9	66	59.80	0.53	0.6	53.5	2.28	49.27	0.54	24	52	24	C
BC	42-58	7.7	0.5	29.89	0.53	0.53	49.2	2.15	56.19	0.48	24	54	22	C
Profil III/3-Şanlıurfa/Bozova-Çatak köyü														
Ap	0-30	7.1	1.0	21.01	0.49	0.58	33.65	1.01	80.2	0.74	60	24	16	SCL
A ₂	30-50	7.7	0.8	15.65	0.41	0.2	32.78	0.7	84.1	0.43	64	22	14	SCL
BW	50-74	7.9	0.2	16.13	0.38	0.18	35.28	0.9	84.4	0.38	62	24	14	SCL
BC	74-118	7.7	0.9	19.28	0.4	0.17	32.11	0.85	83.7	0.36	68	20	12	SCL
Profil IV/1-Şanlıurfa/ Siverek-Çıkrıkçı-Mehmedli Köyü														
A ₁	0-24	7.8	0.8	39.22	0.41	1.57	36.99	11.76	1.63	4.21	32	38	30	CL
BW ₁	24-46	6.4	1.6	45.72	0.52	0.67	40.97	19.97	1.09	1.03	34	40	26	C
BW ₂	46-62	7.1	0.6	45.30	0.63	0.56	39.65	19.42	1.25	0.56	48	38	14	SC
BC	62-110	7.7	0.3	38.18	0.76	0.37	52.3	12.96	10.35	0.56	66	28	6	SCL
Profil IV/2-Şanlıurfa/ Siverek-Çıkrıkçı/Güzelpınar Köyü														
A ₁	0-13	7.1	0.2	34.40	0.51	1.3	49.5	18.32	1.4	1.55	24	60	16	C
A ₂	13-46	7.4	0.5	40.57	0.62	1.1	58.05	20.37	1.17	1.09	22	62	16	C
BW	46-62	7.5	0.2	33.37	0.65	0.99	56.05	20.47	2.1	1.03	28	52	20	C
BC	62-110	7.6	0.3	19.70	0.97	0.49	43.19	10.96	10.51	0.69	62	24	14	SCL
Profil IV/3-Şanlıurfa/Viranşehir-Akkesen Köyü														
Ap	0-30	7.7	0.9	50.52	0.55	1.34	68.5	9.42	15.33	1.51	24	58	18	C
A _{ss1}	30-62	7.3	0.8	49.49	0.66	0.94	71.2	7.96	15.33	0.97	24	58	18	C
A _{ss2}	62-94	7.0	1.7	40.34	0.69	0.78	64.5	7.15	16.58	0.72	26	54	20	C
A _{ss3}	94-122	7.4	1.8	37.16	0.6	0.74	61.7	7.2	16.81	0.67	24	56	20	C
BW	122-148	7.5	0.2	36.37	0.53	0.68	64.75	6.87	22.96	0.6	30	52	18	C
B _k	148	7.5	0.2	38.32	0.53	0.61	65.6	7.34	26.23	0.62	24	60	16	C

Tüm toprak profillerinde pedojenik olaylar sonucu renk değişimi, strüktür gelişimi görülmektedir. Dolayısıyla bu topraklar cambic horizon içermektedirler. Ancak bazı toprak profillerindeki yüksek kil içeriğinden kaynaklanan vertikal özelliklerden dolayı cambic horizon

bozulmaktadır. Çamur akıntıları, kireçtaşları ile bazı bazalt ana materyalleri üzerinde oluşan toprak profillerinde yoğun veya orta yoğun kireç beneklerinden kaynaklanan kireç birikimi görülmektedir. Hakeza çamur akıntıları üzerinde oluşan I/3 nolu profilin tabanında jips birikimi

görülmüştür. Şanlıurfa bölgesinin toprak rutubet rejimi de xeric olduğundan toprak profillerinde Vertisol olarak sınıflandırılan I/3 (Çamur Akıntısı) ve IV/3 (Bazalt) dışındakiler Inceptisol ordosunda yer almaktadırlar (Çullu ve ark., 2010; Soil Survey Staff, 1998).

3.2. Toprak kalitesi

Bilgili ve ark. (2015), GAP bölgesinde sulamaya açılan ilk alan olan Harran Ovası yaygın toprak serilerinin kalitelerini değerlendirmek, uzun dönem farklı bitki desenlerinin kalite üzerine etkilerini kıyaslamak ve toprak kalitesinin oadaki dağılımını haritalamışlardır. Bu amaçla beş farklı toprak serisi üzerinde 0-30 cm derinlikten 400' den fazla toprak örneği toplanarak 30'dan fazla toprak fiziksel, kimyasal ve biyolojik kalite parametresi için analiz edilmiştir. Toprak kalitesini en iyi temsil eden toprak kalite parametreleri Temel Bileşenler Analizi (PCA) kullanarak seçilmiş ve toprak kalite skorları doğrusal ve doğrusal olmayan skor fonksiyonları kullanarak belirlenmiştir. Toprak kalitesini değerlendirmek için gerekli olan Asgari veri setinde organik madde, hacim ağırlığı, hidrolik geçirgenlik, çözülebilir Ca, Na, Mg, değişebilir K, Ca, yarayıslı Cu, Fe, agregat stabilitesi, mikrobiyal biomas, dehidrogenaz ve katalaz enzim aktiviteleri gibi toprak değişkenleri yer almıştır. Genel olarak toprağın kalitesi düşük bulunmuştur. Doğrusal skorlama fonksiyonu kullanarak elde edilen toprak kalite indeksi 20/100 ile 49/100 arasında değişirken, doğrusal olmayan skorlama fonksiyonu kullanarak elde edilen toprak kalite indeksleri 31/100 ile 72/100 arasında değişim göstermiştir. Her iki yöntemle elde edilen toprak kalite indeksleri arasında yakın bir korelasyon bulunmuştur. Toprak kalitelerindeki farklılık açısından hem toprak serileri hem de farklı bitki desenleri istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$) Yoğun kültivasyon ve herhangi bir atık bırakmaması nedeni ile pamuk tarımının

yapıldığı topraklarının en düşük toprak kalite indekslerine sahip olduğu belirlenmiştir.

3.3. Toprak rengi

Toprak rengi çok kolay değerlendirilen özellekliklerinden biridir (Sugita ve Marumo, 1996). Toprak rengi HUE, Value, Chroma kombinasyonu ile Munsell renk skalasına göre belirlenir (Soil Survey, 1993; Munsell Color, 1994). Toprakların rengi organik madde içeriği, mineral tipi ve ayrışma durumuna bağlı olarak değişiklik gösterir (Ciolkosz ve Dobos, 1990; Schwertmann, 1993; Gardiner ve Miller, 2004; Croft ve Pye, 2004). Araştırma alanı topraklarının yüzey horizonlarının tamamı YR HUE değerine sahiptirler. Organik madde, ana materyal ve ayrışma düzeyine bağlı olarak 2.5 YR ile 10YR değerleri arasındadırlar. Toprakların HUE değerleri çoğunlukla ana materyalin ayrışma koşulları ile ilişkili iken valu ve chromaları organik madde ile ilgilidir. Bu nedenle de havalanma ve dolayısıyla ayrışma koşullarının zayıf olduğu Marn ana materyaller üzerinde oluşan topraklar daha yüksek HUE değerine sahipken yüksek organik madde içerisine sahip topraklar düşük value ve chromaya sahip olduğu gözlemlenmiştir. Özellikle erozyon koşullarının baskın olduğu topraklarda organik maddece zengin yüzey horizonu (A horizonu) tamamen veya kısmen aşınıp taşındığından yüksek value ve chroma değerleri ile dikkat çekerler.

3.4. Tekstür

Topraklar içerdikler farklı tanecik boyutlarının kum (2- 0.050 mm), silt (0.050-0.002 mm), kil (<0.002 mm) oranına oranına tekstür gruplarına ayrılırlar (Soil Survey Division Staff, 1993). Toprak parçacıklarını boyutu, ana materyalin ayrışmaya direncine göre değişir. Örneğin bazalt ana kireç taşı marn gibi ana materyaller çok kolay ayrışırken, granit ve kum taşı gibi ana materyaller ayrışmaya karşı

daha dayanıklıdır. Bu neden araştırma alanı topraklarını çoğu yüksek kil içeriğine sahip killi topraklardır (Tablo 1). Yerinde oluşmuş toprak profillerinde toprak tanecik dağılımı düzenli iken aluviyal ana materyaller üzerinde oluşan toprak profillerinde; ana materyalin depolanma koşullarına bağlı olarak horizonların tekstür dağılımı düzensizdir (Dengiz, 2010).

3.5. pH

Araştırma alanında tanımlanan tüm topraklar bazik (7.3-7.95) karakterlidir (Tablo 1 ve 2). Bu önemli ölçüde toprakların genel olarak yüksek kireç içerikleri ile ilişkilidir (Cappuyns ve Swennen, 2007). Zira CaCO_3 hidrolizi ile açığa çıkan OH^- iyonları toprak pH'sının yükselmesine neden olur. (Foth, 1990) Ancak toprak pH, toprak koloitleri (killer, organik maddeler, oksitler) tarafından tutulan protonlar (H^+) ile dengede olduğundan kolaylıkla değişmez (toprağın tamponluk özelliği).

3.6. Organik madde

Toprak organik maddesi toprağa giren bitki ve hayvan atıklarının zamanla ayrışarak yarı stabil organik bileşiklere dönüşmesi ile meydana gelir (Kögel-Knabner, 2002; Djokic ve ark., 2013; Paul, 2016). Toprak mikroorganizmaları biryandan organik maddenin ayrışmasında rol oynarken diğer yandan yaşamları boyunca oluşturdukları biyokütle ile toprak organik madde içeriğine katkıda bulunurlar (Rethemeyer ve ark., 2004; Dungait ve ark., 2012; Zhang ve ark., 2015).

Toprak organik maddesinin asıl karbon kaynağı bitkilerdir. Özellikle çok geniş bir kök sistemine sahip çayır mera bitkileri toprağa bol miktarda organik madde sağlar. Nitekim çayır mera bitki örtüsü altında gelişen IV/1 toprak profillerinin yüzey horizonu en yüksek organik madde/organik karbon (OM/TOK) içeriğine sahiptirler. Toprak organik karbonu özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde kolayca toprakta

hareket etmediğinden yüzey toprakları yüzey altı topraklarından her zaman daha yüksek organik madde içeriğine sahiptirler (Tablo 2). Ancak aluviyal topraklarda ana materyalin farklı depolanma süreçleri nedeniyle düzensiz organik madde/organik karbon dağılımı görülebilmektedir (Cappuyns ve Rudy, 2007). Tablo 2 de I/2 ve I/3 nolu profillerde düzensiz organik madde dağılımı açıkça görülmektedir.

Toprak organik madde içeriği, toprak oluşum süreçlerinin bir sonucu uzun dönemde denge içerisindedir. Ancak toprak işleme ve amenajman yöntemlerindeki değişikliğe bağlı olarak organik madde ve toprak organik karbonu da değişir. Uzun yıllar yoğun toprak işleme organik madde içeriğinde azalmaya neden olur. Bu düşüş başlangıçta ani olmasına rağmen uzun dönem içerisinde bir denge oluşur ve değişim daha yavaş gerçekleşir. Şanlıurfa bölgesinde çok uzun dönemlerden beri yoğun tarımsal faaliyetler yapıldığından organik madde içerikleri düşüktür.

3.7. Katyon değişim kapasitesi

Katyon değişim kapasitesi (KDK), organik madde ve kil içeriği ve kil minerali tipine göre değişmektedir. Araştırma alanı toprakları düşük organik madde içeriklerine rağmen yüksek oranda vermikulit, illit, smektit tipi kil içerdiklerinden (Dinç ve Ark, 1988) yüksek KDK'ne sahiptirler.

4. Sonuçlar

Topraklarda toprak rengi, kil birikimi, kireç jips birikimi, kum, silt, kil oranları, sınıfları ve ani tekstür değişimi, organik madde dağılımında önemli değişiklikler gözlenmiştir. Toprak profilleri Inceptisol ve Vertisol olmak üzere iki ordoda sınıflandırılmıştır. Farklı ana materyaller üzerinde önemli toprak değişkenliklerine sahip toprakların; az sayıdaki toprak sınıflandırma kategorilerinde yer alması toprak taksonomisinin adli bilimlerin ihtiyaç duyduğu yeterli ayırım gücüne sahip olmadığını göstermektedir. Bu nedenle

toprakların adli kullanımlar için; farklı analiz ve değerlendirme yöntem ve yaklaşımlarına gereksinim bulunmaktadır.

Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulunduklarını, makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Kaynaklar

- Altuntaş, G., 2019. Şanlıurfa-Halfeti yöresi topraklarının farklı toprak sınıflandırma sistemlerine göre sınıflandırılması, Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Atalay, İ., 2002. Türkiye'nin Ekolojik Bölgeleri. Orman Bakanlığı Yayınları, İzmir.
- Bilgili, A.V., Çullu, M.A., Küçük, Ç., Almaca, A., Öztürkmen, A.R., 2015. Harran ovası farklı toprak serilerinde toprak kalite indeksi (skor fonksiyonu) kullanarak toprakların kalitelerinin değerlendirilmesi ve takip edilme potansiyelinin araştırılması. TÜBİTAK TOVAG Proje 1110706, 1-69.
- Bouyoucos, G.J., 1951. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soil. *Agronomy Journal*, 43: 434-438.
- Cappuyns, V., Swennen, R., Niclaes, M., 2007. Application of the BCR sequential extraction scheme to dredged pond sediments contaminated by Pb-Zn mining: a combined geochemical and mineralogical approach. *Journal of Geochemical Exploration*, 93(2): 78-90.
- Ciolkosz, E.J., Dobos, R.R., Waltman, W.J., 1990. The effect of organic carbon, temperature, time, and redox conditions on soil color. *Soil Science*, 150(2): 506-512.
- Çullu, M.A., Aydemir, S., Qadir, M., Almaca, A., Öztürkmen, A.R., Bilgic, A., Ağca, N., 2010. Implication of groundwater fluctuation on the seasonal salt dynamic in the Harran Plain, south-eastern Turkey. *Irrigation and Drainage*, 59(4): 465-476.
- DSİ, 1972. Harran Ovası Hidrojeolojik Etüt Raporu, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Dengiz, O., 2010. Morphology, physico-chemical properties and classification of soils on terraces of the Tigris River in the south-east Anatolia region of Turkey. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 16(2010): 205-212.
- Dinç, U., Şenol, S., Sayın, M., Kapur, S., Güzel, N., Derici, R., Yeşilsoy, M.Ş., 1988. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Toprakları (GAP), I. Harran Ovası. Şanlıurfa: TÜBİTAK (Proje No: TOAG-534).
- Djokic, L., Narancic, T., Biocanin, M., Saljnikov, E., Casey, E., Vasiljevic, B., Nikodinovic-Runic, J., 2013. Phenol removal from four different natural soil types by *Bacillus* sp. PS11. *Applied Soil Ecology*, 70: 1-8.
- Dungait, J.A., Hopkins, D.W., Gregory, A.S., Whitmore, A.P., 2012. Soil organic matter turnover is governed by accessibility not recalcitrance. *Global Change Biology*, 18(6): 1781-1796.
- Fitzpatrick, R.W., Raven, M.D., 2012. How pedology and mineralogy helped solve a double murder case: using forensics to inspire future generations of soil scientists. *Soil Horizons*, 53(5): 14-29.

- Fitzpatrick, R.W., 2008. Nature, distribution and origin of soil materials in the forensic comparison of soils. In: M. Tibbett, D.O. Carter (Eds). *Soil Analysis in Forensic Taphonomy: Chemical and Biological Effects of Buried Human Remains*. CRC Press, Boca Raton, pp. 1–28.
- Foth, H., 1990. *Fundamental of Soil Science*. Wiley, No: 11, New York.
- Gardiner, D.T., Miller, R.W., 2004. *Soils in Our Environment*. NJ.
- Guo, Y., Amundson, R., Gong, P., Ahrens, R., 2003. Taxonomic structure, distribution, and abundance of the soils in the USA. *Soil Science Society. American Journal*, 67: 1507–1516.
- Güneydoğu Anadolu Bölgesi Toprakları (GAT) I. Harran Ovası, TÜBİTAK, Tarım Ormancılık Araştırma Grubu, Güdümlü Araştırma Projesi Kesin Sonuç Raporu, TAOG, 534.
- Gürel, N., 2000. Şanlıurfa İli Yakın Çevresinin Arazi Kullanım Potansiyel Haritası Projesi, MTA Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.
- Ince, D.E., Johnston, C.T., Moudgil, B.M., 1991. Fourier transform infrared spectroscopic study of adsorption of oleic acid/oleate on surfaces of apatite and dolomite. *Langmuir*, 7(7): 1453-1457.
- İnce, F., 1979. Diyarbakır yöresinde yaygın olan bazı büyük toprak gruplarının kil mineralleri ve bunların oluşum nedenleri üzerine bir araştırma. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Jackson, M.L., 1962. Interlayering of expansible layer silicates in soils by chemical weathering. *Clays and Clay Minerals*, 11(1): 29-46.
- Karaca, A., Mert, M., 2012. Toprak fiziğinin kısa bir tarihçesi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 1(1): 1-46.
- Kögel-Knabner, I., 2002. Toprak organik maddesine girdi olarak bitki ve mikrobiyal kalıntıların makromoleküler organik bileşimi. *Toprak Biyolojisi ve Biyokimyası*, 34(2): 139-162.
- MTA, 1996. *Inventory of Geothermal Resources*. General Directorate of Mineral Research and Exploration, Ankara, Turkey.
- Munsell Color, 1994. *Munsell Soil Color Charts*, 1994 Revised Edition. Macbeth Division of Kollmorgen Instruments, New Windsor, NY.
- Nelson, L.M., Yaron, B., Nye, P.H., 1982. Topraktaki parationun biyolojik olarak indüklenen hidrolizi: kinetik ve modelleme. *Toprak Biyolojisi ve Biyokimyası*, 14(3): 223-227.
- Paul, E.A., 2016. The nature and dynamics of soil organic matter: plant inputs, microbial transformations, and organic matter stabilization. *Soil Biology and Biochemistry*, 98: 109-126.
- Pye, K., Croft, D.J., 2004. *Forensic geoscience: principles, techniques and applications*. Geological Society of London.
- Rethemeyer, J., Kramer, C., Gleixner, G., Wiesenberger, G.L., Schwark, L., Andersen, N., Grootes, P.M., 2004. Complexity of soil organic matter: AMS 14 C analysis of soil lipid fractions and individual compounds. *Radiocarbon*, 46(1): 465-473.
- Richards, L.A., 1954. *Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils*. United States Department of Agriculture, Handbook No: 60.

- Sakin, E., 2012. Organic carbon organic matter and bulk density relationships in arid semi arid soils in Southeast Anatolia Region. *African Journal of Biotechnology*, 11(6): 1373-1377.
- Schwertmann, U., 1993. Relations between iron oxides, soil color, and soil formation. *Soil Color*, 51-69.
- Soil Survey Divison Staff, 1993. Soil Survey Manual. United States Department of Agriculture, Washington DC., Handbook No: 18.
- Soil Survey Staff, 1998. Keys to Soil Taxonomy. 8th edition, USDA/NRCS, Washington.
- Soil Survey Staff, 1996. Soil survey laboratory methods manual. Soil Survey Investigations Rep. 42, Version 2.0, 693-1036.
- Soil Survey Staff, 1951. Soil Survey Manual Agriculture. USDA. U.S. Government Printing Office, Wash, Handbook No: 18.
- Sugita, R., Marumo, Y., 1996. Validity of color examination for forensic soil identification. *Forensic Science International*, 83(3): 201-210.
- Sumner, M.E., Miller, W.P., 1996. Cation exchange capacity and exchange coefficients. *Methods of Soil Analysis: Part 3 Chemical Methods*, 5: 1201-1229.
- Tan, K.H., 1996. Soil Sampling and Analysis. Marcel Dekker. Inc. 270 Madison Avenue. New York. NY. 10016. 191.
- Thomas, G.W., 1996. Soil pH and soil acidity. *Methods Of Soil Analysis: Part 3 Chemical Methods*, 5: 475-490.
- Woods, B., Kirkbride, K.P., Lennard, C., Robertson, J., 2014. Soil examination for a forensic trace evidence laboratory – Part 2: Elemental analysis Forensic Science International, 245: 195-201.
- Yılmaz, K., 1990. Harran ovası topraklarının mineralojik karakterizasyonları, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Zhang, X., Dong, W., Dai, X., Schaeffer, S., Yang, F., Radosevich, M., Sun, X., 2015. Responses of absolute and specific soil enzyme activities to long term additions of organic and mineral fertilizer. *Science of the Total Environment*, 536: 59-67.

Atıf Şekli	İnci, Y., Gündoğan, R., Bilgili, A.V., Ramazanoğlu, E., 2023. Şanlıurfa'da Yaygın Ana Materyaller Üzerinde Oluşan Toprakların Morfolojik, Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri, Sınıflandırılması ve Adli Uygumalar İçin Değerlendirilmesi. <i>ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 7(4): 891-903. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.10253621 .
To Cite	İnci, Y., Gündoğan, R., Bilgili, A.V., Ramazanoğlu, E., 2023. Morphological, Physical and Chemical Characteristics, Classification and Evaluation of Soils Formed on Common Parent Materials in Şanlıurfa for Forensic Applications. <i>ISPEC Journal of Agricultural Sciences</i> , 7(4): 891-903. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.10253621 .



Effects of Biochar Application as a Carbon Substrate on Cotton Plant Growth and Some Soil Enzymes

Emrah RAMAZANOGLU^{1*} 

¹Harran University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Sanliurfa

*Corresponding author: eramazanoglu@hotmail.com

Abstract

Biochar is a soil amendment that can influence many biotic processes in the soil. When applied to soil with low organic matter content, it improves the physical, chemical, and biological properties of the soil, thereby enhancing soil quality. This study was conducted to examine the potential effects of different ratios of biochar applied to a calcareous soil on the growth of cotton plants and soil biology. The study comprised four treatments: a control group without biochar application and three different levels of biochar application (3%, 6%, 9%). As a result, biochar application increased the uptake of nitrogen, potassium, iron, and boron in cotton plants. It significantly increased the NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) and SPAD values used to assess the plant's nitrogen status. By triggering an increase in the activity of nitrate reductase enzymes in the plant leaves, biochar application notably hindered nitrate accumulation, particularly in the case of the 6% biochar application. Additionally, biochar significantly increased the soil enzymes dehydrogenase and urease, contributing positively to the C and N cycles in the soil. The study results demonstrate that biochar application can enhance the uptake of plant nutrient elements from the soil and increase soil enzyme activity in cotton plants.

Research Article

Article History

Received :26.08.2023
Accepted :29.09.2023

Keywords

Soil biology
nitrate reductase
nitrate
SPAD
NDVI

1. Introduction

The global textile industry relies on cotton (*Gossypium hirsutum* L.) as a crucial raw material source. According to the report of the National Cotton Council, cotton, a key industrial crop, is of direct concern to 68 countries worldwide. It's reported that cotton is produced in 45 countries, while 23 countries solely consume cotton without producing it. Turkey ranks sixth in cotton production and fourth in cotton consumption worldwide. In 2022, it was reported that Turkey obtained an average yield of 500 kg ha⁻¹ from 550,000 hectares of cultivated cotton fields, with a ginning efficiency of cotton at 36.4% (TUIK, 2022). Biochar is a carbon-rich, coal-like material obtained from organic material exposed to specific pyrolysis temperatures in an oxygen deprived environment (Lehmann, 2009). Due to its high carbon content, extensive surface area, and high cation exchange capacity, biochar has gained popularity as a subject of study in recent years (Wang and Wang, 2019). Biochar's inclusion of stable carbon in its composition has a positive impact on several soil properties (Rizwan et al., 2016). Compared to biochar derived from plant residues containing lignocellulosic materials, it can contain higher nutrient levels and have a higher surface area and pH values (Singh et al., 2010). Biochar serves as a significant soil conditioner that triggers the uptake of macro and micro plant nutrient elements by plants in the soil-plant system (Gul and Whalen, 2016). Many biochemical processes in soil are controlled by microorganisms. The application of biochar to soil, due to its high labile carbon content, provides a broader living space for soil microorganisms (Gul et al., 2015). Some studies have reported that applying biochar to soil increases nitrogen uptake by plants. For example, researchers have found that biochar obtained at a slow pyrolysis temperature (400 °C) increased nodulation by 45% in red clover roots and enhanced N₂

fixation in bean plants by 31% in clayey soils (Rondon et al., 2007; Mia et al., 2014). The application of biochar to acidic soils can increase soil pH from 6.3 to 7.2 significantly enhancing potassium uptake in clover plants (Quilliam et al., 2013). Soil enzymes, representing the biological properties of soils, are one of the most critical parameters for soil quality (Mierzwa-Hersztek et al., 2016). Adding external organic matter to the soil further stimulates the activities of soil microorganisms, leading to observed increases in soil enzyme activities. Biochar enhances soil microbial activities by improving the porous structure of the soil (Steinbeiss et al., 2009). The mineralization of organic matter in soil is provided by enzymes produced by soil organisms as a result of microbiological processes in soil (Kussainova et al., 2013). Enzymes produced by soil organisms are closely related to various factors, such as the microbial population in the soil, the cultivated crop, and the physical, chemical, and biological properties of the soil (Nielsen et al., 2014; Lehmann and Joseph, 2015). This study was conducted to investigate the effects of different levels of biochar applied to soil on cotton plant growth and some soil enzyme activities.

2. Materials and Methods

2.1. Materials

In the study, biochar material was obtained by slow pyrolysis of burnt animal manure at 500°C. The burnt animal manure, initially considered as waste, was spread in an open area in the Buyukayrik village of Kızıltepe district in Mardin province and exposed to the sun for an extended period. It was subsequently used as a source of biochar. Some characteristics of the biochar material are presented in Table 1. The soil used in the experiment had a high lime content (32.91%), very low organic matter levels (0.83%), and an alkaline soil reaction (pH: 7.9).

Table 1. Characteristics of the biochar material used in the experiment

N	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	B	Mn
%				mg kg ⁻¹				
-	6.1	5.9	0.9	439	47	21	286	42

2.2. Methods

The soil obtained from the field was sieved through a 2 mm mesh and thoroughly mixed in a large plastic container to ensure homogeneity. It was then combined with different proportions of biochar and transferred to 5 kg pots. The experiment included a control without biochar (CK) group and three different biochar application rates (3%, 6% and 9%). After sowing cotton seeds in the soil, all pots received a nitrogen fertilizer application (20 kg N). The pot experiment was conducted in May 2022 in the greenhouse of the Department of Field Crops at Harran University. The plant samples collected after harvest were first rinsed three times with distilled water, followed by rinsing with blotters. Subsequently, they were placed in paper bags and dried in an oven at 65°C for 48 hours. After drying, 5 ml of HNO₃ was added in the first stage, and 4 ml of concentrated HClO₄ acid was added in the second stage to the plant samples, which had been broken down with the help of a mixer. They were then placed on a hot plate at 200°C for 3 hours (Jones and Case, 1990). As a result of wet decomposition, the total elemental concentrations of K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, and Mn in the plants were determined using an ICP-OES instrument. For total nitrogen analysis, a Kjeldahl tablet was added to the samples, which were then transferred to Kjeldahl distillation tubes. Next, 15 ml of H₂SO₄ was added to the tubes, and after digestion in the combustion unit for 3 hours, the samples were distilled using a distillation device (Bremner et al., 1982). Nitrate analysis in the leaves was determined using the salicylic acid method on dry matter via a spectrophotometer

(Cataldo et al., 1975). 0.2 g of the plant sample was incubated with 5 ml of 0.1M phosphate buffer solution for 1 hour. After incubation, filtrates were obtained from the mixture. 0.4 ml was taken from the obtained filtrates. Sulfanilamide and N-(1-naphthyl)-ethylenediamine hydrochloride were added to the 0.4 ml filtrate. The resulting color was determined at a wavelength of 540 nm using a spectrophotometer (Jaworski, 1971). The chlorophyll content (SPAD values) of selected plant leaves was measured using a SPAD meter (Minolta 502). NDVI values were determined using a Greenseeker crop sensor handheld device. Dehydrogenase enzyme activity was assessed by incubating soil samples to which TTC (2,3,5-triphenyltetrazolium chloride) substrate solution had been added, at 25°C for 24 hours, and measuring the color formed using TPF (triphenylformazan) solution at 485 nm with a UV-VIS spectrophotometer (Optima SP-3000) (Tabatabai, 1982). Urease enzyme activity was determined after incubating urea as a substrate at 37°C for 1 hour and measuring the color formed by the amount of dissolved ammonium after adding a buffer solution at pH 6.7, at 578 nm using a UV-VIS spectrophotometer (Optima SP-3000) (Tabatabai and Bremner, 1972). Catalase enzyme activity was assessed by adding 10 ml of phosphate buffer (pH 7) and 5 ml of a 3% H₂O₂ substrate solution to 5 g of soil. The volume (in ml) of O₂ released as gasometric within 5 minutes at 20°C was determined (Beck, 1971).

3. Results and Discussion

The addition of biochar material to the soil has led to an increase in various soil enzyme activities, as well as the concentration of macro and micronutrient

elements in cotton plant leaf tissues. This increase can be attributed to the high carbon content of the biochar material and its potential to improve the low levels of soil organic matter in the soil. Biochar serves as a significant nutrient source for soil microorganisms, playing a crucial role in both increasing their populations and

providing them with new habitats. The impact of the applications on the uptake of macro plant nutrient elements by the cotton plant is presented in Table 2. Statistical comparisons of the applications indicate that the BC application has the potential to increase nitrogen uptake by the plant (Figure 1).

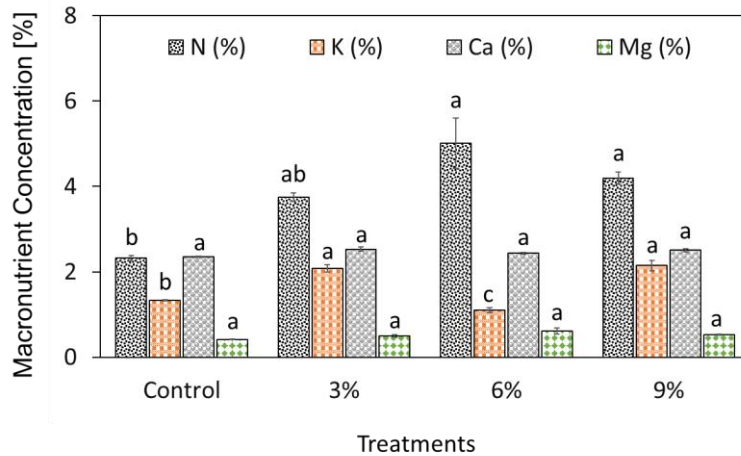


Figure 1. Concentrations of macro plant nutrient elements in cotton plant leaf tissues

Letters indicate significant differences at the $p < 0.05$ level between treatments

The BC applications resulted in higher nitrogen content in the plant compared to the control group. Notably, the 6% BC application provided the highest nitrogen uptake among the BC applications (3% and 9%) (Table 2). Regarding potassium content in the plant, both the 3% and 6% BC

applications increased potassium uptake, while the 3% BC application, interestingly, showed a lower level than both the other two BC applications and the control group. There were no statistically significant differences in calcium and magnesium content in the plant ($P < 0.05$).

Table 2. Concentrations of macro and micronutrient elements in cotton plant leaf tissues

Treatments	N	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	B	Mn
	%				mg kg ⁻¹				
Control	2.31	1.33	2.35	0.42	133.90	17.93	5.75	94.15	41.40
3%	3.73	2.08	2.50	0.49	176.45	2.55	3.75	99.30	59.75
6%	5.00	1.07	2.44	0.61	114.32	4.75	4.20	151.00	56.75
9%	4.19	2.15	2.50	0.53	104.00	2.00	2.70	112.05	54.95

When examining the concentrations of micronutrient elements in the plant, it was found that the iron content was only higher in the 3% BC application compared to the

control group, while the other two applications had lower concentrations compared to the control (Table 2). Zinc concentrations in the plant were measured

at lower levels in the BC applications compared to the control group. Plant boron contents were found to be higher in BC applications compared to the control group, indicating that BC increased boron uptake

by the plant. While there was no statistical difference in manganese concentration in the plant, BC applications showed relatively higher levels compared to the control group (Figure 2).

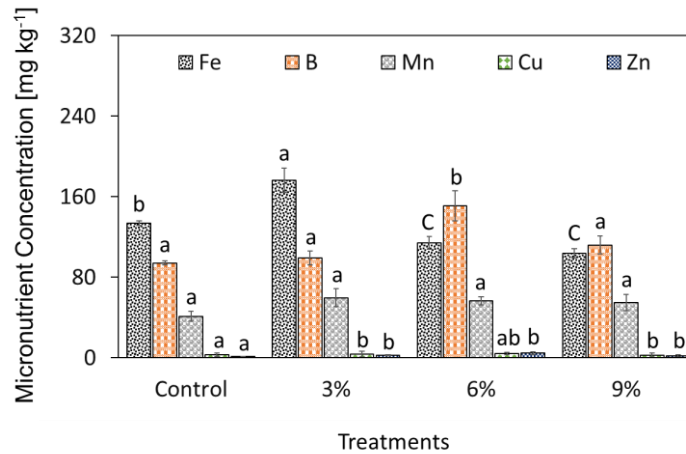


Figure 2. Concentrations of micronutrient elements in cotton plant leaf tissues
Letters indicate significant differences at the $p < 0.05$ level between treatments.

The NDVI value, considered an important indicator of plant development, significantly increased with the BC

application, as evidenced in Table 3 and Figure 3. This increase was also statistically significant.

Table 3. The effect of applications on certain biochemical characteristics of cotton plants

Treatments	NDVI	SPAD	L-NRA	L-NO ₃
Control	0.57	17.35	1.28	166.63
3%	0.64	26.43	2.56	153.60
6%	0.72	24.81	1.70	263.40
9%	0.67	26.30	2.62	141.23

L-NRA: Leaf nitrate reductase, L-NO₃: Leaf nitrate content

The highest NDVI value was measured in the BC 6% application, followed by the 9% and 3% BC applications, in that order. While there was no statistical difference in SPAD values among BC applications, SPAD values were higher compared to the control group (Table 3; Figure 3). Nitrate concentrations in cotton plant leaves collected before harvest were determined,

with the highest nitrate concentration measured in the 9% BC application, followed by the 3% and 6% applications (Table 3; Figure 3). The nitrate reductase enzyme activity in plant leaves was recorded as the highest in the 9% BC application and the lowest in the control group (Table 3; Figure 3).

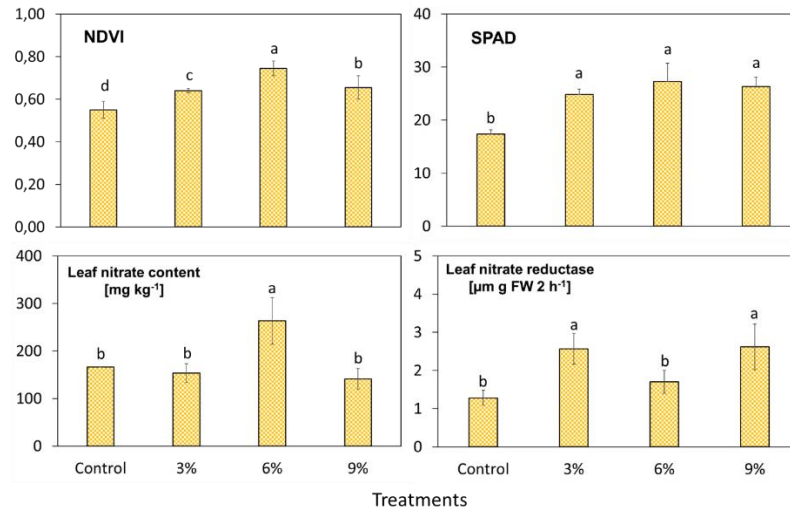


Figure 3. The effect of the applications on certain biochemical characteristics of cotton plants
Letters indicate significant differences at the $p < 0.05$ level between treatments

Soil enzymes, being highly sensitive parameters of soil biology that respond promptly to external interventions in the soil, were significantly influenced by the biochar application (Figure 4). Catalase

enzyme activity was observed to be the lowest in the 3% BC application, followed by the 9% and 3% BC applications, respectively (Table 4).

Table 4. The effect of biochar applications on certain soil enzymes

Treatments	Catalase	Urease	Dehydrogenase
Control	96.00	69.27	15.60
3%	89.00	70.00	25.62
6%	92.50	78.41	31.70
9%	90.00	81.28	22.96

Soil urease enzyme activity significantly increased with the BC applications when compared to the control. The highest urease enzyme activity was recorded in the 9% BC application, while the lowest activity was measured in the 3% BC application (Table 4; Figure 4). Soil dehydrogenase enzyme activity, which is closely related to the

activity of soil microorganisms, also significantly increased with biochar application (Table 4; Figure 4). All BC applications resulted in an increase compared to the control group, with the highest increases seen in the 6% BC application, followed by the 3% and 9% BC applications, respectively.

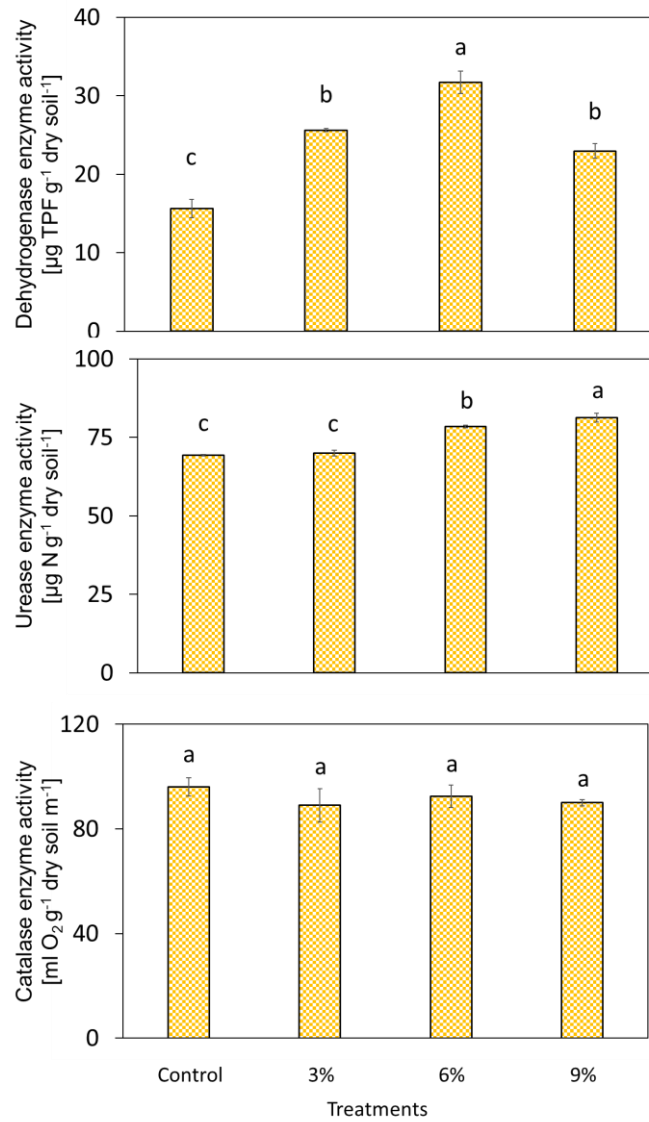


Figure 4. Biochar uygulamasının bazı toprak enzim aktivitelere etkisi

Letters indicate significant differences at the $p < 0.05$ level between treatments

Soil conditioners like biochar, when applied to soils, have the potential to improve the physical and chemical properties of the soil. In addition to enhancing soil quality and crop yields, biochar also serves as a long-lasting and partially recalcitrant carbon source in the soil (Asai et al., 2009; Hossain et al., 2010). Biochar can have a positive influence on the availability of nitrogen in the soil. According to our study results, the significant increase in nitrogen uptake in

plants with the 6% biochar application may be attributed to its impact on certain biotic processes in the soil. Biochar can affect various biotic processes in the soil, including adsorption, mineralization, nitrification, and denitrification (Nguyen et al., 2017; Levesque et al., 2018). The combined use of biochar, particularly in combination with nitrogen fertilizers, has been reported to increase yields in various studies. For example, in a field trial conducted in Indonesia where biochar

obtained from tree bark was used alongside nitrogen fertilizers for cultivating corn and peanuts, significant yield increases were observed (Yamato et al., 2006). Successful nitrogen management in rice production was achieved through the use of biochar (Asai et al., 2009). Another study conducted in potted experiments for growing radishes reported higher biological nitrogen fixation in soils with biochar application (Chan et al., 2007). These findings underscore the potential of biochar in improving nitrogen management and enhancing crop yields. Biochar material significantly increased the potassium content of cotton plants. Biochar has the potential to serve as a good source of potassium, potentially replacing a substantial portion of potassium fertilizers applied to soils (Angst and Sohi, 2013). The extent to which biochar can replace potassium fertilizers in the soil depends on factors such as the release rate of biochar, soil type, clay content, and the existing potassium balance in the soil (Li et al., 2009). Additionally, biochar facilitates the dissolution of potassium-containing minerals in the soil by providing organic anions and promoting potassium-dissolving bacteria, such as *Bacillus mucilaginosus* and *Bacillus edaphicus* (Sheng et al., 2008). In a study conducted on cotton plants with biochar application to the soil, significant increases were reported in the growth, boll count, and yield of the plants (Wu et al., 2019). Biochar application also had a positive impact on biochemical characteristics such as SPAD and NDVI. NDVI and SPAD values measured in plants are two important parameters that can assess the plant's nitrogen status. In tobacco plants with biochar-based fertilization, it was similarly reported that both SPAD and NDVI values significantly increased (Ren et al., 2023). The combination of biochar with fertilizers has been shown to significantly increase both SPAD and NDVI values in plants, thereby enhancing photosynthetic efficiency (Hu et al., 2010).

Plants have the ability to reduce nitrate in their roots, shoots, and leaves, with leaves being more efficient in reducing nitrate compared to other plant parts (Marschner, 1995). Plants store the nitrate they uptake in their vacuoles, and the nitrate concentration in plants is closely related to nitrate reductase enzyme activity. According to the study's results, an inverse relationship was observed between nitrate content in plant leaves and the measured nitrate reductase enzyme activity. The interpretation of the relationship between plant nitrate content and nitrate reductase enzyme activity may vary among different researchers. In a study conducted on spinach, radish, and bok choy, it was reported that there is a threshold level for nitrate reductase to reduce nitrate, and under conditions of high nitrate concentration, there could be low nitrate reductase activity (Chen et al., 2004). However, in maize (Sivasankar et al., 1997) and wheat (Brunetti and Hageman, 1976), a positive relationship between plant nitrate content and nitrate reductase enzyme activity was observed. The nitrate reductase enzyme activity in plants is often observed to work inversely with the nitrate concentration in plants, and this relationship can vary depending on plant species and nitrate levels. Some mechanisms in this regard remain not fully understood (Hu et al., 1992). Biochar application significantly increases the activities of dehydrogenase and urease enzymes in the soil. Soil dehydrogenase activity, the most sensitive and vital soil biology indicator, is influenced by various soil properties (Paz-Ferreiro et al., 2012; Błońska et al., 2017). Reports indicate that the application of biochar at rates of 30 and 45 t ha⁻¹ significantly increases soil dehydrogenase enzyme activity (Oleszczuk et al., 2014). Sopeña and Bending (2013) attribute this to the potential protective effect of biochar on soil dehydrogenase enzymes. Soil dehydrogenase enzyme activity can vary depending on the type of biochar, soil type,

and environmental conditions, and it enhances essential parameters like organic matter content, microbial activity, and soil fertility (Brzezinska and Włodarczyk, 2005). Soil urease enzyme activity is closely related to soil organic carbon and nitrogen content. In a field trial conducted by Futa et al. (2020), on winter rye (*Secale cereale* L.), they reported that the application of biochar at different rates significantly increased soil urease enzyme activity. In a meta-analysis by Pokharel et al. (2020), which compiled results from several studies, biochar was found to generally lead to a 23.1% increase in urease enzyme activity and a 19.8% increase in dehydrogenase enzyme activity in biochar-applied soils.

4. Conclusions

The study conducted in a soil with high calcium content and very low organic matter has shown that biochar application has positive contributions to the growth of cotton plants. Moreover, it has increased soil enzyme activities. Biochar, especially enhanced the uptake of essential plant nutrients such as nitrogen, potassium, iron, and boron, while also improving the plant's biochemical properties. It notably increased parameters such as the NDVI, which is a criterion for photosynthetic efficiency, and the SPAD values closely related to the plant's nitrogen status. Biochar application has also significantly increased urease and dehydrogenase enzyme activities in the soil.

References

- Angst, T.E., Sohi, S.P., 2013. Establishing release dynamics for plant nutrients from biochar. *GCB Bioenergy*, 5: 221–226.
- Asai, H., Samson, B.K., Stephan, H.M., Songyikhangsuthor, K., Homma, K., Kiyono, Y., 2009. Biochar amendment techniques for upland rice production in Northern Laos: 1. soil physical properties, leaf SPAD and grain yield. *Field Crops Research*, 111: 81–84.
- Beck, T.H., 1971. The determination of catalase activity in soils. *Journal Plant Nutrition Soil Science*, 130: 68–81.
- Błońska, E., Lasota, J., Zwyczaj, M., 2017. The relationship between soil properties, enzyme activity and land use.
- Bremner, J.M., Mulvaney, C.S., 1982. Nitrogen total. In: methods of soil analysis. In: A.L. Page, R.H. Miller, D.R. Keeney (Eds). *Chemical and microbiological properties*, 2nd edn., Madison, W_I: Soil Science Society of America Inc. pp. 595–624.
- Brunetti, N., Hageman, R.H., 1976. Comparison of in vivo and in vitro assays of nitrate reductase in wheat (*Triticum aestivum* L.) seedlings. *Plant Physiology*, 58(4): 583–587.
- Brzezinska, M., Włodarczyk, T., 2005. Enzymy wewnątrzkomórkowych przemian redoks (oksydoreduktazy). *Acta Agrophysica Rozprawy i Monografie*, 3: 120.
- Cataldo, D.A., Maroon, M., Schrader, L.E., Youngs, V.L., 1975. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Communications in Soil Science And Plant Analysis*, 6(1): 71–80.
- Chan, K.Y., Van Zwieten, L., Meszaros, I., Downie, A., Joseph, S., 2007. Agronomic values of greenwaste biochar as a soil amendment. *Australian Journal of Soil Research*, 45: 629–634.
- Chen, B.M., Wang, Z.H., Li, S.X., Wang, G.X., Song, H.X., Wang, X.N., 2004. Effects of nitrate supply on plant growth, nitrate accumulation, metabolic nitrate concentration and nitrate reductase activity in three leafy vegetables. *Plant Science*, 167(3): 635–643.

- Futa, B., Oleszczuk, P., Andruszczak, S., Kwiecińska-Poppe, E., Kraska, P., 2020. Effect of natural aging of biochar on soil enzymatic activity and physicochemical properties in long-term field experiment. *Agronomy*, 10(3): 449.
- Gul, S., Whalen, J.K., 2016. Biochemical cycling of nitrogen and phosphorus in biochar-amended soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 103: 1-15.
- Gul, S., Whalen, J.K., Thomas, B.W., Sachdeva, V., Deng, H., 2015. Physicochemical properties and microbial responses in biochar-amended soils: mechanisms and future directions. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 206: 46-59.
- Hossain, M.K., Strezov, V., Yin Chan, K., Nelson, P.F., 2010. Agronomic properties of wastewater sludge biochar and bioavailability of metals in production of cherry tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Chemosphere*, 78: 1167–1171.
- Hu, C.X., Deng, B.E., Liu, T.C., 1992. Effects of nitrogen fertilizer on nitrate accumulation by the Chinese cabbage (*Brossica chinenses*) and tomato (*Lycopersicum esculentum*). *Journal of Huazhong Agricultural University*, 11: 239-243.
- Hu, H., Bai, Y., Yang, L., Lu, Y., Wang, L., Wang, H., Wang, Z., 2010. Diagnosis of nitrogen nutrition in winter wheat (*Triticum aestivum*) via SPAD-502 and greenseeker. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 18: 748-752.
- Jaworski, E.G., 1971. Nitrate reductase assay in intact plant tissues. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 43(6): 1274-1279.
- Jones Jr, J.B., Case, V.W., 1990. Sampling, handling, and analyzing plant tissue samples. *Soil Testing and Plant Analysis*, 3: 389–427.
- Kussainova, M., Durmuş, M., Erkoçak, A., Kızılkaya, R., 2013. Soil dehydrogenase activity of natural macro aggregates in a topo sequence of forest soil. *Eurasian Journal of Soil Science*, 2(1): 69-75.
- Lehmann, J., Joseph, S., 2015. Biochar For Environmental Management: Science, Technology And Implementation. Routledge.
- Lehmann, J., Joseph, S., 2009. Biochar For Environmental Management: An Introduction. Biochar for Environmental Management–Science and Technology.
- Levesque, V., Rochette, P., Ziadi, N., Dorais, M., Antoun, H., 2018. Mitigation of CO₂, CH₄ and N₂O from a fertigated horticultural growing medium amended with biochars and a compost. *Applied Soil Ecology*, 126: 129-139.
- Li, X., Lu, J., Wu, L., Chen, F., 2009. The difference of potassium dynamics between yellowish red soil and yellow cinnamon soil under rapeseed (*Brassica napus* L.) rice (*Oryza sativa* L.) rotation. *Plant Soil*, 320: 141–151.
- Marschner, H., 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, London.
- Mia, S., Van Groenigen, J.W., Van de Voorde, T.F.J., Oram, N.J., Bezemer, T.M., Mommer, L., Jeffery, S., 2014. Biochar application rate affects biological nitrogen fixation in red clover conditional on potassium availability. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 191: 83-91.
- Mierzwa-Hersztek, M., Gondek, K., Baran, A., 2016. Effect of poultry litter biochar on soil enzymatic activity, ecotoxicity and plant growth. *Applied Soil Ecology*, 105: 144-150.

- Nguyen, T.T.N., Xu, C.Y., Tahmasbian, I., Che, R., Xu, Z., Zhou, X., Bai, S.H., 2017. Effects of biochar on soil available inorganic nitrogen: a review and meta-analysis. *Geoderma*, 288: 79-96.
- Nielsen, S., Minchin, T., Kimber, S., van Zwieten, L., Gilbert, J., Munroe, P., Thomas, T., 2014. Comparative analysis of the microbial communities in agricultural soil amended with enhanced biochars or traditional fertilisers. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 191: 73-82.
- Oleszczuk, P., Joško, I., Futa, B., Pasieczna-Patkowska, S., Pałys, E., Kraska, P., 2014. Effect of pesticides on microorganisms, enzymatic activity and plant in biochar-amended soil. *Geoderma*, 214: 10-18.
- Paz-Ferreiro, J., Gasco, G., Gutiérrez, B., Mendez, A., 2012. Soil biochemical activities and the geometric mean of enzyme activities after application of sewage sludge and sewage sludge biochar to soil. *Biology and Fertility of Soils*, 48:511-517.
- Pokharel, P., Ma, Z., Chang, S.X., 2020. Biochar increases soil microbial biomass with changes in extra-and intracellular enzyme activities: a global meta-analysis. *Biochar*, 2: 65-79.
- Quilliam, R.S., DeLuca, T.H., Jones, D.L., 2013. Biochar application reduces nodulation but increases nitrogenase activity in clover. *Plant and Soil*, 366: 83-92.
- Ren, T., Fan, P., Zuo, W., Liao, Z., Wang, F., Wei, Y., Liu, G., 2023. Biochar-based fertilizer under drip irrigation: More conducive to improving soil carbon pool and promoting nitrogen utilization. *Ecological Indicators*, 154: 110583.
- Rizwan, M., Ali, S., Qayyum, M.F., Ibrahim, M., Zia-ur-Rehman, M., Abbas, T., Ok, Y.S., 2016. Mechanisms of biochar-mediated alleviation of toxicity of trace elements in plants: a critical review. *Environmental Science and Pollution Research*, 23: 2230-2248.
- Rondon, M.A., Lehmann, J., Ramírez, J., Hurtado, M., 2007. Biological nitrogen fixation by common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) increases with biochar additions. *Biology and Fertility of Soils*, 43: 699-708.
- Sheng, X.F., Zhao, F., He, L.Y., Qiu, G., Chen, L., 2008. Isolation and characterization of silicate mineral-solubilizing *Bacillus globisporus* Q12 from the surfaces of weathered feldspar. *Canadian Journal of Microbiology*, 54: 1064-1068.
- Sivasankar, S., Rothstein, S., Oaks, A., 1997. Regulation of the accumulation and reduction of nitrate by nitrogen and carbon metabolites in maize seedlings. *Plant Physiology*, 114(2): 583-589.
- Sopeña, F., Bending, G.D., 2013. Impacts of biochar on bioavailability of the fungicide azoxystrobin: a comparison of the effect on biodegradation rate and toxicity to the fungal community. *Chemosphere*, 91(11): 1525-1533.
- Steinbeiss, S., Gleixner, G., Antonietti, M., 2009. Effect of biochar amendment on soil carbon balance and soil microbial activity. *Soil Biology and Biochemistry*, 41(6): 1301-1310.
- Tabatabai, M.A., 1982. Soil Enzymes. In Methods of soil analysis. In: A.L. Page, R.H. Miller, D.R. Keeney, (Eds). *Chemical And Microbiological Properties*. Madison, WI: American Society of Agronomy, Soil Science Society of America. pp. 903-48.
- Tabatabai, M.A., Bremner, J.M., 1972. Assay of urease activity in soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 4(4): 479-87.
- TÜİK, 2022. Bitkisel Üretim. İstanbul.

- Wang, J., Wang, S., 2019. Preparation, modification and environmental application of biochar: A review. *Journal of Cleaner Production*, 227: 1002-1022.
- Wu, X., Wang, D., Riaz, M., Zhang, L., Jiang, C., 2019. Investigating the effect of biochar on the potential of increasing cotton yield, potassium efficiency and soil environment. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 182: 109451.
- Yamato, M., Okimori, Y., Wibowo, I.F., Anshori, S., Ogawa, M., 2006. Effects of the application of charred bark of Acacia mangium on the yield of maize, cowpea and peanut and soil chemical properties in South Sumatra, Indonesia. *Soil Science and Plant Nutrition*, 52: 489-495.

To Cite

Ramazanoglu, E., 2023. Effects of Biochar Application as a Carbon Substrate on Cotton Plant Growth and Some Soil Enzymes. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 7(4): 904-915.
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10257518>.

Şanlıurfa Halfeti Topraklarının Taksonomik Sınıflandırılması ve FAO/UNESCO (WRB) Sistemi ile Eşleştirilmesi

Salih AYDEMİR^{1*}, Hasine KÜÇÜKYILDIRIM¹

¹Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Şanlıurfa

*Sorumlu Yazar (Corresponding author): aydemirsalih15@gmail.com

Özet

Bu araştırmanın amacı, Halfeti bölgesine ait toprakları morfolojik özellikler açısından değerlendirip farklı toprak bireylerinin özelliklerini belirlemek, oluşum koşulları ile toprak özellikleri arasındaki ilişkileri yorumlamak ve toprakları sınıflandırırken WRB ve Toprak Taksonomisini kullanmaktır. Çalışmanın odak noktası olan Halfeti İlçesi, Şanlıurfa İli'nin güneydoğusunda, 122 km batısında konumlanmıştır. Araştırma alanı, 600-670 m kotları arasında yer almaktadır. Anlamlı farklılıklar gösteren komşu bölgelerdeki açılan üç toprak profili üzerinde yapılan çalışmada, horizon esasına göre 17 bozulmuş toprak örneği alınmış ve organik madde, pH, kireç, katyon değişim kapasitesi ve elektriksel iletkenlik analizleri gerçekleştirilmiştir. Toprak profilleri, toprak taksonomisine göre Seldek profili Calsixerert büyük grubu, Karaotlak profili Xerochrepts büyük grubu ve Argil profili ise Xeroorthents büyük grubu olarak sınıflandırılmıştır. Aynı profiller, FAO/UNESCO (WRB) sınıflandırma sistemine göre Seldek profili Chromic Vertisol grubu, Karaotlak profili Vertic Cambisol grubu ve Argil profili ise Lithic Leptosol grubu olarak sınıflandırılmıştır.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi :27.08.2023
Kabul Tarihi :29.09.2023

Anahtar Kelimeler

Halfeti
toprak genesisi
morfoloji
taksonomi
sınıflandırma

Taxonomic Classification of Şanlıurfa Halfeti Soils and Their Matching with the FAO/UNESCO (WRB) System

Abstract

The aim of this research is to evaluate the soils of the Halfeti region in terms of morphological characteristics, determine the features of different soil individuals, interpret the relationships between formation conditions and soil properties, and use WRB (World Reference Base for Soil Resources) and Soil Taxonomy during soil classification. The focus of the study is the Halfeti District, located 122 km west of the southeast of Şanlıurfa Province. The research area is situated between elevations of 600-670 m. In the study conducted on three soil profiles opened in neighboring areas showing significant differences, 17 disturbed soil samples were taken based on horizons, and analyses of organic matter, pH, lime, cation exchange capacity, and electrical conductivity were performed. According to soil taxonomy, the soil profiles were classified as Seldek profile in the Calsixerert great group, Karaotlak profile in the Xerochrepts great group, and Argil profile in the Xeroorthents great group. The same profiles were classified according to the FAO/UNESCO (WRB) classification system as Seldek profile in the Chromic Vertisol group, Karaotlak profile in the Vertic Cambisol group, and Argil profile in the Lithic Leptosol group.

Research Article

Article History

Received :27.08.2023
Accepted :29.09.2023

Keywords

Halfeti
soil genesis
morphology
taxonomy
classification

1. Giriş

Toprak sınıflandırması, toprakların morfolojik, fiziksel, mineralojik ve kimyasal özelliklerine dayalı olarak çeşitli genelleme seviyelerinde sistematik bir biçimde gruplandırılması anlamına gelir. Toprağı meydana getiren etkenlerin ve süreçlerin etkileşim sonuçları olan toprak morfo-fizikokimyasal özellikleri, toprak gruplamalarının tanımları için bir işaret veya kanıt olarak kullanılır. Toprak sınıflandırma sistemleri genellikle toprak sürekliliğini daha homojen gruplara ayırmak için bir taksonomi oluşturmayı amaçlar (Guo ve ark., 2003). Ayrıca, çoğu modern toprak sınıflandırma sistemleri, toprak araştırma faaliyetlerini desteklemek ve tamamlamak amacıyla geliştirilmiştir (Ahrens ve ark., 2003). Sınıflandırma sistemleri, bilgiyi entegre etmek ve kullanıcıya iletmek için kavramsal çerçevelerdir (Blum ve Laker, 2003). Erken toprak sınıflandırma sistemlerinin çoğu, toprak oluşum süreçlerine dayanırken, modern sistemler tanımlayıcı horizonlara, özelliklere ve malzemelere dayalı nicel özelliklere göre toprakları sınıflandırır. Bu, farklı deneyimlere sahip pedologların toprakları benzer şekilde sınıflandırmasına olanak tanır. Küresel ölçekte yaygın olarak kullanılan toprak sınıflandırma sistemleri arasında, Toprak Kaynakları için Dünya Referans Tabanı (IUSS Çalışma Grubu WRB, 2022) ve USDA Toprak Taksonomisi (Soil Survey Staff, 2014) yer almaktadır. Her iki sınıflandırma sistemi de toprak özelliklerini belirlemek için derinliğe odaklanarak toprağı sınıflandırmak konusunda etkili sistemlerdir (Moreand, 2010). Bu iki sınıflandırma sistemi arasındaki temel fark, WRB'nin toprak iklimini ayırt edici bir özellik olarak kullanmamasıdır. Ek olarak, Toprak Taksonomisi daha ayrıntılı bir hiyerarşik yapıya sahiptir, 12 toprak sınıfının yanı sıra toprak ordoları, alt ordolar, büyük gruplar, alt gruplar, familyalar ve seriler seviyelerine kadar

ayrılmıştır. Referans Toprak Grupları (RTG) ve Toprak Sınıfları arasındaki farklı kriterler, tanımlar ve kavramlar nedeniyle doğrudan bir dönüşüm mümkün değildir. Ancak, bazı RTG'ler ile Toprak Sınıfları arasında benzerlikler mevcuttur; Histosols (WRB/ST), Cryosols (WRB) ve Gelisols (ST), Vertisols (WRB/ST), Andosols (WRB) ve Andisols (ST), Cambisols (WRB) ve Inceptisols (ST) arasında uyum vardır. Chernozem, Kastanozem ve Phaeozem gibi WRB toprakları, koyu ve organik madde açısından zengin A horizonlarının farklı ifadelerini temsil eder ve Toprak Taksonomisi'nde Mollisols ile eşleşir. Yüksek derecede hava koşullarına maruz kalan tropikal topraklar, Ferralsols ve Plinthosols gibi, Toprak Taksonomisi'nde Oxisols ile benzerlik gösterir (Plinthaquox Plinthosols için). WRB'deki arid iklimler ve tuzlu topraklara ait Solonetz, Solonchaks, Gypsisols, Calcisols ve Durisols gibi topraklar genellikle Toprak Taksonomisi'nin Aridisols sınıfına dahil edilir veya Natrargids (ST) ile eşleşir: Solonetz (WRB) - Natrargids (ST), Solonchaks (WRB) - Salorthids (ST), Gypsisols (WRB) - Gypsids (ST), Calcisols (WRB) - Calcids (ST) ve Durisols (WRB) - Durids (ST). WRB'deki farklı kil illüviyasyonu, kil mineralojisi ve baz doygunluğa sahip topraklar, Nitisols, Retisols, Acrisols, Lixisols, Alisols ve Luvisols, Toprak Taksonomisi'nde Ultisols ve Alfisols'un farklı alt sıralarına karşılık gelir. WRB'deki genç, az gelişmiş topraklar grubu, Leptosols, Fluvisols, Arenosols ve Regosols, Toprak Taksonomisi'nde Entisols ile eşleşir. Umbrisols (üst toprakta koyu renkli ve düşük baz durumu olan topraklar) özel bir durumu temsil eder ve Toprak Taksonomisi'nde genellikle Inceptisols olarak sınıflandırılır (Galbraith ve Shaw, 2017). WRB 1998 sisteminde ihtiyaç duyulan ilave iyileştirmeler ve Toprak Taksonomisi ile daha fazla uyumlaştırma, rakip laboratuvar analizlerine olan ihtiyacın

en aza indirilmesi açısından faydalı olacaktır. Bu çalışma da Halfeti bölgesine ait bazı toprak grupları morfolojik özellikler açısından farklı toprak bireylerinin özellikleri belirlenerek, oluşum şartları ile toprağın spesifik özellikleri arasındaki ilişkileri yorumlanıp, WRB ve Toprak Taksonomisine sınıflandırılmasını içermektedir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Konum bilgileri ve genel özellikleri

Çalışma bölgesi, Türkiye'nin Güneydoğu Bölgesi'nde konumlanmış olan

Şanlıurfa il sınırları içindedir. Bu bölge, il merkezinin 110 kilometre batısında yer alan % 1-2 eğimli araziye kapsar. Çalışma bölgesinin deniz seviyesinden yüksekliği 600 ila 670 metre arasında değişir ve UTM'nin 39. bölgesinde bulunan 397222-429628 Doğu ve 4107414-4143928 Kuzey koordinatları arasında yer alır. Haritalar, ölçeği 1/25.000 olan N39-c2 ve N39-b3 paftalarında bulunmaktadır. Şekil 1, çalışma bölgesinin yerini gösteren haritaları içermektedir.



Şekil 1. Çalışma alanının yer bildiri haritası

Halfeti, Güneydoğu Anadolu iklim bölgesinde konumlanmıştır. Bu iklim bölgesi, genellikle karasal bir iklim tipine sahiptir, kışları yağışlı ve soğuk geçerken, yazları ise sıcak ve kurak bir hava hakimdir. Gündüz ve gece sıcaklıkları arasındaki fark önemli ölçüde fazladır ve bölgedeki yağış da mevsimlere düzensiz bir şekilde dağılmıştır.

Toplam yağış miktarı Halfeti ilçesinde 563 mm'dir ve ilçe iklim verileri (1991-2021) döneminde aylık ortalama sıcaklık değerleri 17.2°C olarak hesaplanmıştır. Yıllık en düşük yağış miktarı Ağustos ayında 1 mm ile kaydedilirken, en yüksek yağış ortalaması Aralık ayında 102 mm'dir. Halfeti'nin yıllık ortalama sıcaklık verileri

17.2°C olup, en az ortalama sıcaklık Ocak ayında -0.3°C, en yüksek ortalama sıcaklık ise Temmuz ayında 38.4°C'dir. Ayrıca, yıllık ortalama buharlaşma miktarı 2020.65 mm'dir. Yıllık ortalama oransal nem ise % 49.58'dir. Temmuz ayında en düşük oransal nem %29 iken, Aralık ayında en yüksek oransal nem % 70 olarak kaydedilmiştir. Bölgedeki sıcaklık rejimi, Xeric toprak nem rejimi Thermic'tir.

Bölgede gerçekleştirilen TPAO' nun petrol arama çalışmaları kapsamında, kaya birimleri ve örtü biçimleri tespit edilip adlandırılmıştır. Bu bağlamda çalışma sahası ve çevresinde, yer yer masif görünümlü kireçtaşlarından oluşan Karaboğaz formasyonu (Kkz), şeyller,

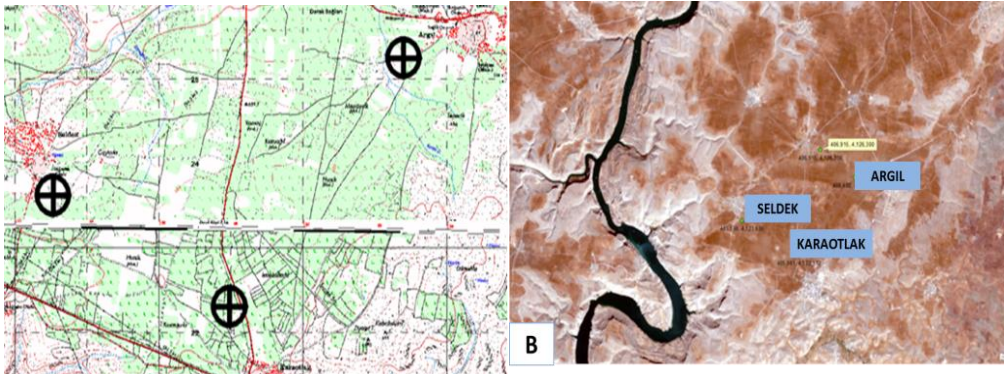
kumtaşları, kireçtaşları ve marnlardan meydana gelen Gernav Formasyonu (Küg), tebeşirli kireçtaşı ve marnlardan ibarettir. Araştırma sahası ve yakın bölgelerde Fırat Formasyonu (Mof) ve Pliyosen (PIQ) yüzey bulunmaktadır (DSİ, 1971).

İlçesinin tarım fonksiyonuna bakıldığında ise; 1906 Halep Salnamesi'ne göre, Halfeti ve bağlı köylerde buğday, arpa, mercimek, nohut, küşne, akdarı, kelekdarı, fasulye, bakla, susam, fıstık, üzüm, incir, şeftali, zerdali, elma, portakal, nar, dut, kavun, karpuz, salatalık, soğan ve benzeri ürünler elde edilmekteydi (Eroğlu, 2012). Ancak günümüzde sulak alanların sular altında kalması nedeniyle; incir, şeftali, zerdali, elma, portakal, nar, dut gibi çok yıllık ve suyu seven bitkiler ile bostanlar kısmen yetiştirilebilmektedir. Halfeti şehir merkezinde en yaygın tarım ürünü, yaklaşık 7 bin dekarlık alanda

üretilen Antep Fıstığıdır. Bunun yanı sıra zeytincilik ve bağcılık da yapılmaktadır.

2.2. Büro ve arazi çalışmaları

2017 yılında yapılan arazi çalışmalarında ilk olarak; çalışmaların gerçekleştirileceği lokasyonlar belirlenmiştir. Bu belirleme sürecinde, Halfeti Pompaj Sulaması planlama arazi sınıflandırması haritası, DSİ Gap 15.Bölge Müdürlüğü tarafından yapılan planlamaya referans olarak kullanılmıştır. Yerinde oluşmuş bu topraklar, Harita üzerinde konumlandırıldıktan sonra NedCat programı kullanılarak, Harita Genel Komutanlığı tarafından üretilen N 39-c2 ve N 39-b3 paftalarıyla karşılaştırılmıştır, bu paftalar da 1:25.000 ölçeklidir. Bu noktaların koordinatları bilindiğinden, Arc-GIS programı kullanılarak Landsat uydu görüntüsü elde edilmiştir. Profil için belirlenen konumlar Şekil 2' de gösterilmiştir.



Şekil 2. Profil için belirlenen konumlar (A: 1/25 000 Ölçekli N 39-c2 ve N 39-b3 Harita, B: Panromatik Keskinleştirilmiş Landsat Uydu Görüntüsü)

Arazi çalışması yapılmış ve koordinatları belirlenmiş olan yerler GPS aleti aracılığıyla çalışma alanına uyarlanmıştır. Koordinatları kayıt altına alınan 3 ayrı noktada kazıcı ile toprak profilleri açılmıştır. Açılan profillerin

derinlikleri ölçülmüş ve horizon esasına göre Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1999) ve FAO/UNESCO (1992) sınıflandırma sistemleri temel alınarak profil tanımlamaları yapılmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Profil açılması ve horizon tanımlama çalışmaları

Örneklerin profil tanımlaması yapıldıktan sonra her bir horizondan ayrı ayrı toprak örneği alınmış ve bez torbalara konularak etiketlenip laboratuvara taşınmıştır. Alınan örnekler, gölgeli bir ortamda kurutulup renkleri belirlenmiş ve analiz için hazır hale getirilmiştir.

Toprakların renk belirleme sürecinde Munsell renk skalasından faydalanılmış olup, kireç içeriğinin belirlenmesinde ise % 10'luk HCl asit kullanılmıştır. Tekstür analizi için (%): Bouyoucos (1951) tarafından bilindiği üzere, toprak örneklerinin % kum, % silt ve % kil içerik oranları hidrometre yöntemiyle belirlenmiş ve tekstür sınıfları tespit edilmiştir. pH analizi için; 1:2.5'lik toprak ve saf su (w/v) karışımı 2 saat sonra nispeten berraklaşan kısımda cam elektrodlu pH-metre ile ölçülmesi suretiyle belirlenmiştir (Bayraklı, 1987). Elektriksel İletkenlik (EC (dS m⁻¹)): Toprakların EC değerleri, pH ölçümü için hazırlanan 1:2.5 oranındaki toprak:saf su (w/v) süspansiyonlarında elektriksel iletkenlik aleti ile ölçülmüştür (Bayraklı, 1987). Organik Madde (%): Toprakların organik madde içerikleri, Walkey-Black yaş yakma yöntemi kullanılarak titrimetrik olarak belirlenmiş ve sonuçlar yüzde olarak ifade edilmiştir (Kaçar, 1994). Kireç (CaCO₃ (%)): Kireç miktarı, toprak

örneğinin kapalı bir sistemde asitle karıştırılarak kalsiyum karbonatın ayrışması sonucu ortaya çıkan CO₂'in standart sıcaklık ve basınç (STP) altındaki hacmi esas alınarak tespit edilmiştir (Allison ve Moodie, 1965). WRB sınıflandırma sisteminde tanımlama horizonlarını ayırmak için Katyon Değişim Kapasitesi (KDK (cmol kg⁻¹)): Toprak yüzeyinde değişim komplekslerindeki negatif yüklerin NaOAc, pH=8.2 çözeltisindeki Na'la doymuş ale getirilmesi ve fazla çözeltinin yıkanarak giderilmesinden sonra tutunmuş sodyum miktarının, nötr 1 N NH₄OAc çözeltisindeki NH₄ ile yer değiştirmesi sonucu belirlenmiştir (Jackson, 1958, Chapman ve Pratt, 1961).

3.Bulgular ve Tartışma

3.1.Profillerin tanımlanması, fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

3.1.1. Seldek köyü profili

Profil incelendiğinde genellikle kil oranının % 60'ın üzerinde olduğu ve ağır bünyeye sahip olduğu tespit edilmiştir. Yapılan kimyasal analiz sonuçlarına göre, pH'sının (7,72-8,01) bölge topraklarının genel özelliklerini yansıttığı, organik madde miktarının yüzeyden derine doğru azaldığı (% 2.784-0.453) bulunmuştur. Kireç içeriği (% 4.34-31.86) ise oransal

olarak gittikçe artış göstermiştir. Yüksek büzülme ve şişme özelliğine sahip toprakların varlığı ise Bssk1 yüzeyaltı horizonlarında Katyon Değişim Kapasitesi

(KDK)'nin yüksek olmasına sebep olmuştur. oldukça fazladır. Bu durum kayma yüzeylerinin varlığını da göstermektedir.

Tablo 1. Seldek köyü profili tanımlaması

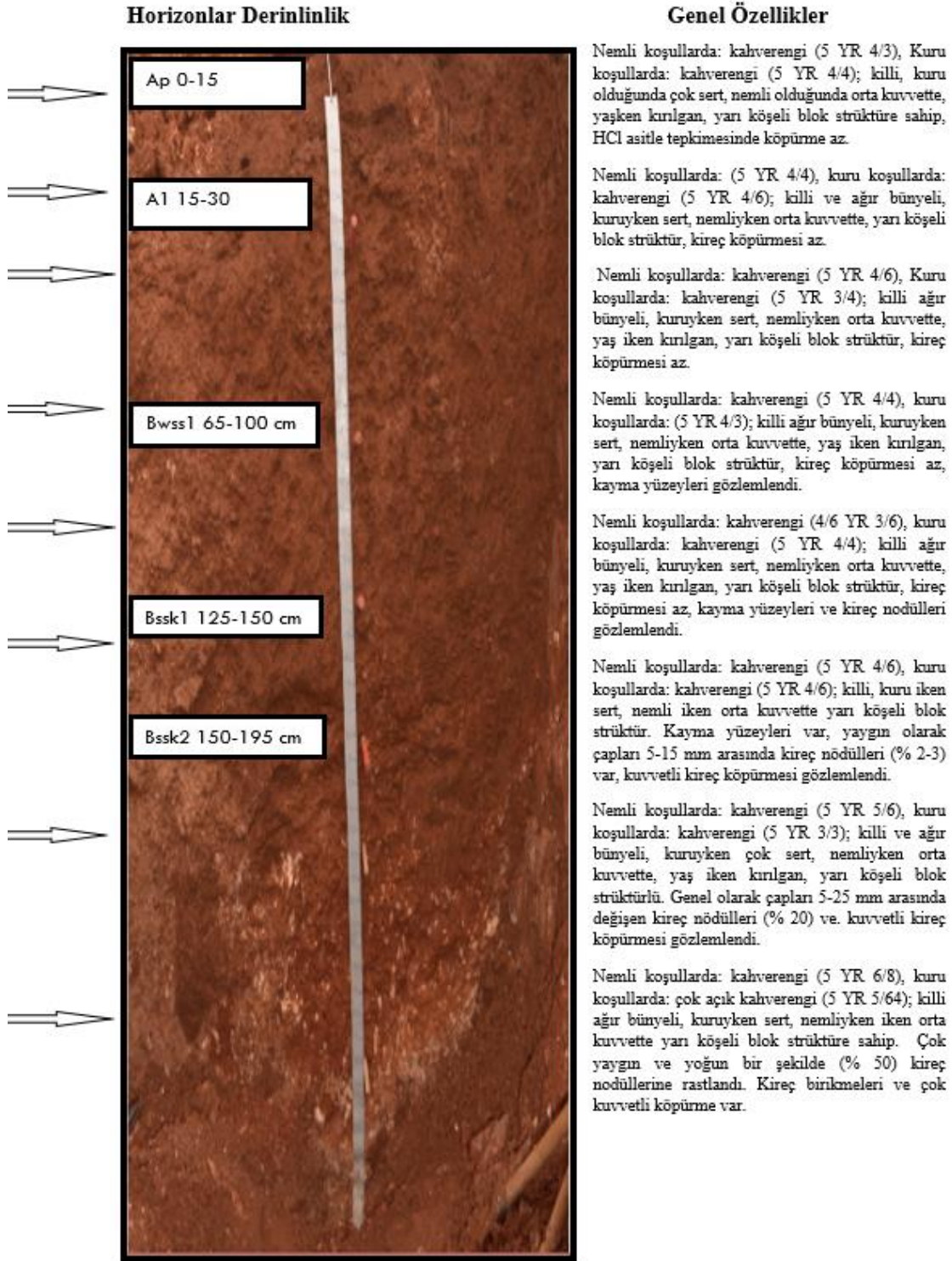
Yeri	Seldek Köyü
Koordinatları	4123630K-403530D
Topografya	Düz, düze yakın
Ana Materyal	Kireç Taşı
Arazi Kullanımı	Fıstıklı
Bitki Örtüsü	Cılız, yabancı ot
Rakım	632 m
Eğim	%1-2
Nem Rejimi	Xeric
Taban Suyu	Rastlanılmadı

Tablo 2. Seldek profili fiziksel analiz sonuçları

Horizonlar	Derinlik (cm)	Kuru Renk (Munsell)	Islak Renk (Munsell)	% Kil	% Silt	% Kum	Tekstür Sınıfı
Ap	0-15	7,5 YR 4/4	2,5 YR 3/6	71.44	14.72	13.84	C
A1	15-30	7,5 YR 3/4	2,5 YR 4/6	73.44	12.72	13.84	C
Bw	30-65	2,5 YR 3/4	2,5 YR 4/6	73.44	14.72	11.84	C
Bwss1	65-100	2,5 YR 4/4	2,5 YR 4/6	73.44	12.72	13.84	C
Bwss2	100-125	2,5 YR 3/4	10 R 4/6	71.44	14.72	13.84	C
Bssk1	125-150	2,5 YR 4/4	10 R 4/6	65.44	20.72	13.84	C
Bssk2	150-195	5 YR 4/6	10 R 4/6	57.44	30.72	11.84	C
Bk	195-210	7,5 YR 6/4	5 YR 6/8	55.44	28.72	15.84	C
C	210+						

Tablo 3. Seldek profili kimyasal analiz sonuçları

Horizonlar	Derinlik (cm)	CaCO ₃ (%)	OM (%)	pH (1:2.5)	EC (dS m ⁻¹)	KDK (cmol kg ⁻¹)
Ap	0-15	4.34	2.784	7.81	0.71	23.07
A2	15-30	4.34	1.063	7.72	0.92	46.3
Bw	30-65	4.71	0.826	7.74	0.85	21.83
Bwss1	65-100	6.52	0.824	7.78	0.76	48.52
Bwss2	100-125	9.41	0.545	7.94	0.55	13.82
Bssk1	125-150	21.72	0.754	7.89	0.61	84.59
Bssk2	150-195	28.24	0.489	7.97	0.29	68.39
Bk	195-210	31.86	0.453	8.01	0.32	17.6
C	210+					



Şekil 4. Seldek profilinin çalışma alanı ve profilin tanımlaması

3.1.2. Karaotlak köyü profili

Bu profilde, çalışılan bölgesin en alçak kotuna sahip olmasıyla birlikte a en derin olma özelliği de göstermektedir (615 m). Toprağın yapısı genel olarak ağır bünyeli olup, Bk1 (130-170 cm) horizonunun tekstür sınıfı killi-tınlı, diğer horizonlar ise kil sınıfında bulunmaktadır. Kimyasal analiz sonuçları, pH'ın (7.86-8.15) arasında

değiştiğini ve organik maddesinin en düşük olduğunu (% 1.06-0.45) ortaya koymaktadır. Elektriksel iletkenlik değeri oldukça düşükken, kireç içeriği (% 1.09-31.14) aralığında bulunmaktadır. Profili diğerlerinden ayıran en belirgin özellik Bkss (170-215 cm) horizonunda mangan (Mn) lekelerinin gözlenmesidir.

Tablo 4: Karaotlak köyü profili tanımlaması

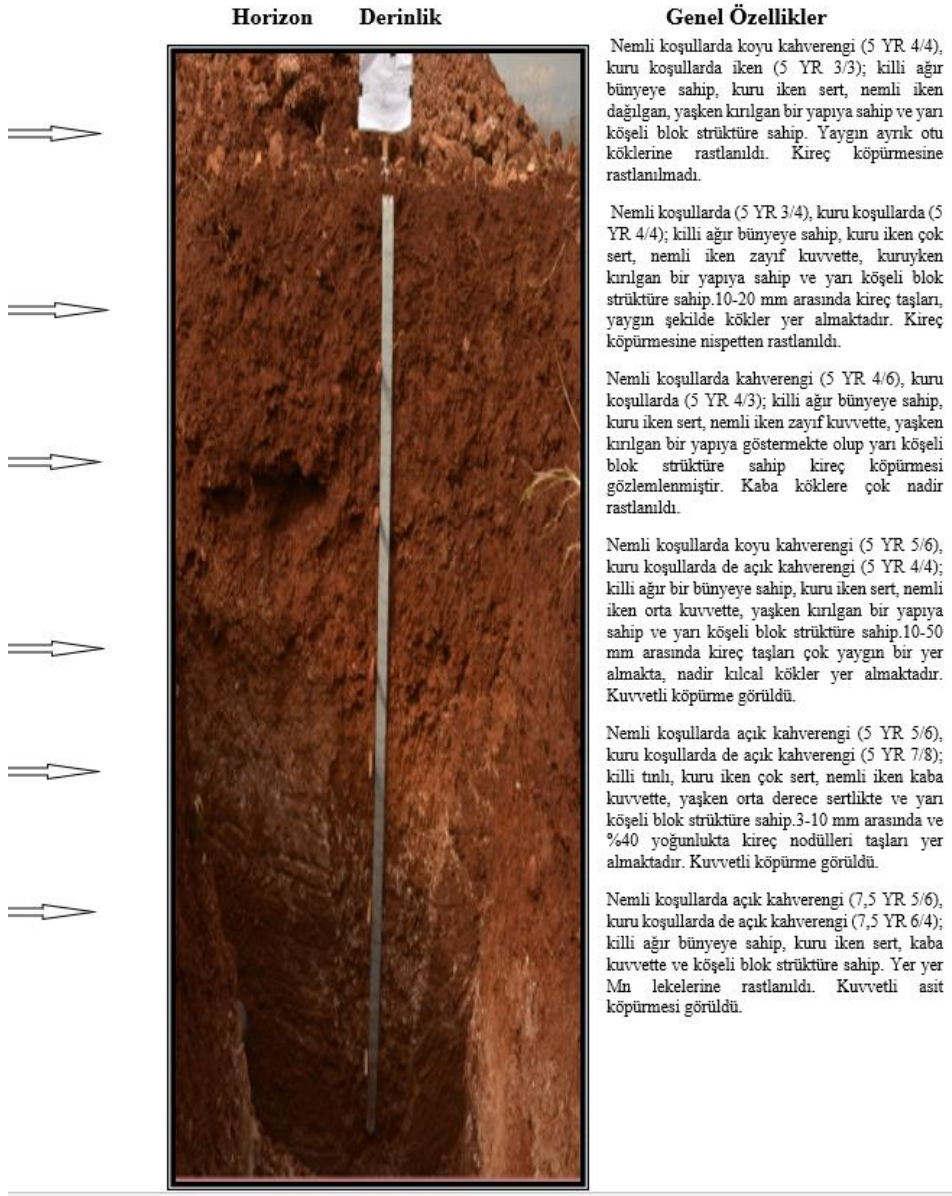
Yeri	Karaotlak Köyü
Topografya	Düz, düze yakın
Ana Materyal	Kireç Taşı
Arazi Kullanımı	Fıstıklı
Bitki Örtüsü	Cılız, yabani ot
Rakım	615m
Eğim	%1-2
Nem Rejimi	Xeric
Taban Suyu	Rastlanılmadı

Tablo 5. Karaotlak profilinin fiziksel analiz sonuçları

Horizon	Derinlik (cm)	Kuru Renk (Munsell)	Islak Renk (Munsell)	Kil (%)	Silt (%)	kum (%)	Tekstür Sınıfı
Ap	0-35	2,5 YR 3/4	10 R 4/6	% 73.44	% 14.72	% 11.84	C
Bw1	35-70	5 YR 4/4	10 R 4/6	% 67.44	% 16.72	% 15.84	C
Bw2	70-105	5 YR 4/4	5 YR 5/6	% 67.44	% 16.72	% 15.84	C
Bw3	105-130	5 YR 5/6	5 YR 6/6	% 53.44	% 30.72	% 15.84	C
Bk	130-170	10 YR 7/4	2,5 YR 6/6	% 45.44	% 30.72	% 23.84	CL
Bkss	170-215	5 YR 6/6	2,5 YR 6/6	% 53.44	% 34.72	% 11.84	C
C	215+						

Tablo 6. Karaotlak profilinin kimyasal analiz sonuçları

Horizon	Derinlik (cm)	CaCO ₃ (%)	OM (%)	pH (1:2.5)	EC (dS m ⁻¹)	KDK (cmol kg ⁻¹)
A	0-35	1.09	1.063	7.86	0.48	10.9
Bw1	35-70	6.52	0.723	7.95	0.41	50.39
Bw2	70-105	19.55	1.01	7.98	0.33	16.39
Bw3	105-130	30.78	0.72	8.12	0.31	48.15
Bk	130-170	30.41	0.478	8.08	0.25	29.61
Bkss	170-215	31.14	0.447	8.15	0.29	58.48
C	215+					



Şekil 5. Karaotlak profili çalışma alanı ve profil tanımlaması

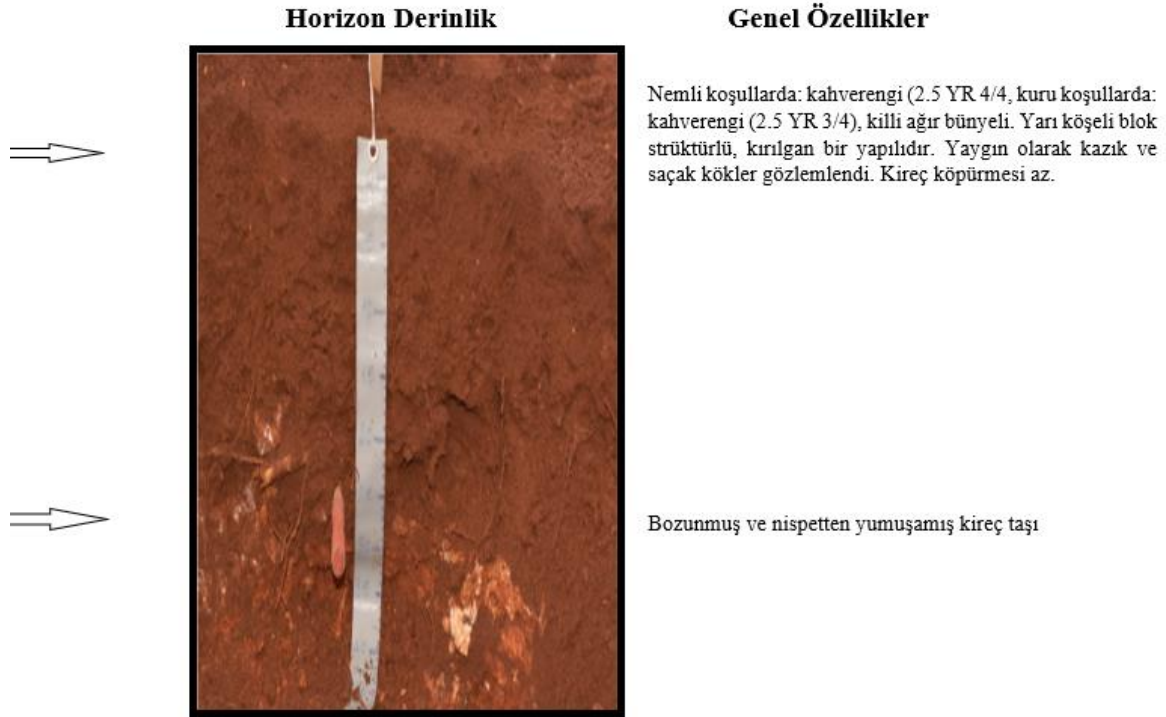
3.1.3. Argıl köyü profili

En sık profili temsil eden Argıl Profili, 640 kotlarında bulunmaktadır. Ana materyalin yüzeye oldukça yakın olması nedeniyle derinlik (30 cm) oldukça sınırlıdır. Yüksek kil oranına sahip olması, bu toprağın ağır bünyeli olduğunu gösterir. Kimyasal analiz sonuçlarına göre, pH'nın (7,91) yöre topraklarının bazik özelliklerini yansıttığı, organik madde miktarının diğer profillerde olduğu gibi düşük olduğu (%)

1.4), ve kireç içeriğinin de düşük olduğu (% 2.17) belirlenmiştir. Arazide taban suyuna rastlanmamış olup elektriksel iletkenliği oldukça düşüktür. Profilin önemli bir özelliği de kazık ve saçak köklerin yüzeye yakın olmasıdır. Bunun sebebi altta sert ve geçirimsiz olan bir petrokalsik horizonun varlığıdır. Taşlaşmış, çimentolaşmış jipsin birikimi bitki köklerinin derinlere nüfuzunu kısıtlamış ve yüzeye yakın kök oluşumuna sebep olmuştur

Tablo 7: Argil köyü profili tanımlaması

Yeri	Argil Köyü
Koordinatları	4125256K-408400D
Topografya	Düz, düze yakın
Ana Materyal	Kireç Taşı
Arazi Kullanımı	Fıstıklı
Bitki Örtüsü	Cılız, yabani ot
Rakım	640 m
Eğim	%5-6
Nem Rejimi	Xeric
Taban Suyu	Rastlanılmadı

**Şekil 6.** Argil profili çalışma alanı ve profil tanımlaması**Tablo 8.** Argil profilinin fiziksel analiz sonuçları

Horizon	Derinlik (cm)	Kuru Renk (Munsell)	Islak Renk (Munsell)	% Kil	% Silt	% Kum	Tekstür Sınıfı
A	0-25	5 YR 4/3	2.5 YR 4/4	71.44	16.72	11.84	C
C	25-30						
R	30+						

Tablo 9. Argil profilinin kimyasal analiz sonuçları

Horizon	Derinlik (cm)	CaCO ₃ (%)	OM (%)	pH (1:2.5)	EC (dS m ⁻¹)	KDK (cmol kg ⁻¹)
Ap	0-25	2.17	1.393	7.91	0.33	25.07
C	25-30					
R	30+					

3.2. Profillerin oluşumları ve sınıflandırmaları

3.2.1. Seldek profili

Seldek profili, morfolojik olarak A (Ap ve A2), B (Bw, Bss1, Bss2, Bssk1, Bssk2 ve Bk) ve C horizonlarının derin bir sıralanmasına sahiptir. Birikme horizonu (B), birden fazla yüzey altı tanımlama horizonundan oluşmuştur. Toprağın rengi, yüzden aşağı doğru kahverengi olduğu gözlemlenmiştir (5YR 4/4-7,5 YR 6/6). Ağır bünyeli toprak dokusuna sahip ve Mart ayında yapılan inceleme sonucu profilin yüzeyden itibaren nemli olduğu görülmüştür. Arazide drenaj sorunu yoktur. Organik madde açısından en yüksek oranlı profili temsil etmektedir. Profilde çözünabilir tuz oranı değişse de genel olarak tuzluluk sorunu yoktur. Bwss2 (100-125) horizonunda çok sayıda kayma yüzeyine rastlanmıştır. Aynı horizonundan

itibaren kireç nodülleri gözlemlenmiştir. Bu Kireç nodüllerinin çapları değişmekle beraber, aşağılara doğru artmıştır (kireç nodülleri % 50).

Toprak taksonomisine göre sınıflandırma: Yüksek arazilerden oluşmuş çok derin topraklardır. Bu seri topraklarının eğimi % 1-2 arasında olan derin topraklardır. Nem rejimi Xeric ve sıcaklık rejimi thermictir. Tekstür sınıfı killi olup, bununla beraber KDK'sı da yüksektir. Bu toprakların, profilde açılıp kapanan çatlakların oluşması ve kayma yüzeylerinin gözlenmesi nedeniyle taksonomik sınıflandırmaya göre Vertisol ordosuna, alt ordosu Xererts tanımlanmıştır. Calsic horizonuna sahip olmasından dolayı Calsixererts büyük grubuna ve cromic calsixererts alt grubunda yer almıştır.

Tablo 10. Seldek toprak serisi

	Toprak Serisi	
	Seldek	
Tanımlayıcı yüzey horizonu	Ochric epipedon	0-38 cm
Tanımlayıcı yüzeyaltı horizonu	Calsic	38-160 cm
		160- 210 cm
Tanımlayıcı Karakteristiği	Kaygan yüzeyler	85- 114 cm
	>30 % kil	0- 210 cm
Toprak sıcaklık nem rejimi	Thermic	
Toprak nem rejimi	Xeric	
Parçacık boyutları	Fine	
Minerolojisi	Simektit	
Ordo	Vertisol	
Alt ordo	Xererts	
Büyük grup	Calsixererts	
Alt grup	Chromic Calsixererts	
Taksonomik sınıflandırma	Fine, simektit. Termik, Chromic Calsixererts	

WRB (FAO/UNESCO)'ya göre sınıflandırılma: Profilde kayma yüzeylerinin varlığı ve derin profile sahip olması, Ochric epipedon dışında calsic yüzeyaltı horizonun bulunmasından dolayı Chromic vertisol grubunda yer almıştır.

3.2.2.Karaotlak profili

Karaotlak Profili, Ap ve B (Bw1, Bw2, Bw3, Bk1, Bk2 ve Bss) dizilimine sahip en derin profildir. Birikme horizonu (B), birden fazla yüzey altı tanımlama horizonlarından oluşmaktadır. Toprağın dokusu ağır bünyeli olup, Mart ayında yapılan incelemede profilin yüzeyden itibaren nemli olduğu gözlemlenmiştir. Arazide drenaj sorunu tespit edilmemiştir. Profil ıslak olmasına rağmen, çözünebilir tuz içeriği oldukça düşüktür. Ap horizonunda yaygın ayırık köklere rastlanmıştır. Kireç nodülleri yüzeye yakın yerlerden gözlemlenmiş, çapları değişik

boyutlarda olup, aşağı inildikçe artan değerlerde görülmüştür. Profilde derinleştikçe ara sıra kaba kökler, az miktarda kılcal kökler ve artan değerde kireç nodülleri (% 40) bulunmaktadır. Ayrıca Bk2 horizonunda Mn lekeleri görülmüştür. 215 cm derinliğe inilmesine rağmen ana kayaya ulaşılmamıştır.

Toprak taksonomisine göre sınıflandırma: Ochric epipedon dışında cambic horizonu sahip olması sebebiyle Inceptisol ordosuna girmektedir. Ochric epipedona sahip olmasından dolayı ochrepts alt ordosuna, Ochric epipedonu dışında birde cambic horizonu bulunmasıyla Xerochrepts büyük grubuna, ağır bünye ve Calsic horizonun bulunmasından dolayı Calsixerochrepts alt grubuna yerleştirilmiştir.

Tablo 11. Karaotlak toprak serisi

	Toprak Serisi	
	Karaotlak	
Tanımlayıcı yüzey horizonu	Ochric epipedon	0- 38 cm
Tanımlayıcı yüzeyaltı horizonu	Cambic	38-160 cm
	Calsic	160- 210 cm
Tanımlayıcı Karakteristiği	Kaygan yüzeyler	85-114 cm
	>30 % kil	0- 210 cm
Toprak sıcaklık nem rejimi	Thermic	
Toprak nem rejimi	Xeric	
Parçacık boyutları	Fine	
Minerolojisi	Simektit	
Ordo	İnceptisol	
Alt ordo	Ochrepts	
Büyük grup	Xerochrepts	
Alt grup	Calsic Calsixeochepts	
Taksonomik sınıflandırma	Fine, simektit, Termik, Calsixerochrepts	

WRB (FAO/UNESCO)'ya göre sınıflandırılma: Cambic yüzeyaltı tanımlayıcı horizonu sahip olmasından dolayı Cambisol grubunda, Ochric horizonu ve Vertic özellikler göstermesinden dolayı da Vertic Cambisol olarak sınıflandırılmıştır.

3.2.3.Argıl profili

Argıl eğimi en yüksek profil olma özelliği taşımaktadır (% 5-6). Ap, C ve R dizilimine sahip olan bu profil, toprak derinliğinin az olması nedeniyle diğer profillere kıyasla nispeten daha sıgıdır. 30 cm'den sonra ana kayaya ulaşılmıştır.

Organik madde oranı en düşük profili oluşturur. Arazide drenaj sorunu tespit edilmemiştir. Toprağın dokusu ağır bünyelidir. Profil ıslak olmasına rağmen çözünabilir tuz içeriği oldukça düşüktür. Horizontda yaygın kazık ve ayırık köklere rastlanmıştır. A horizonunda 25-30 cm aralığında deforme olmuş ve nispeten yumuşamış kireç taşı gözlemlenmiştir.

Toprak taksonomisine göre sınıflandırma: Arazi yüzeyinin düz olması herhangi bir toprak altı horizonuna sahip olmamasından dolayı Entisol ordosuna, ochric epipedon sahip olmasından dolayı Orthents alt ordosuna, Xeric nem rejiminde olması nedeniyle Xerorthents büyük grubuna, başka tanımlayıcı özelliğinin olmamasından dolayı Lithic Xerorthents alt grubuna yer almaktadır.

Tablo 12. Argıl toprak serisi

	Toprak Serisi	
	Argıl	
Tanımlayıcı yüzey horizonu	Ochric epipedon	0- 38 cm
Tanımlayıcı yüzeyaltı horizonu		38- 160 cm
		160- 210 cm
Tanımlayıcı Karakteristiği	Kaygan yüzeyler	85- 114 cm
	>30 % kil	0-210 cm
Toprak sıcaklık nem rejimi	Thermic	
Toprak nem rejimi	Xeric	
Parçacık boyutları	Fine	
Minerolojisi	Simektit	
Ordo	Entisol	
Alt ordo	Orthents	
Büyük grup	Xerorthents	
Alt grup	Lithic Xerorthents	
Taksonomik sınıflandırma	Fine, simektit. Termik, Lithic Xerorthents	

WRB (FAO/UNESCO)'ye göre sınıflandırılma: Toprak derinliğinin az olması ve yüzeyden itibaren 30 cm'den sonra ana kayaya ulaşılmasından dolayı Lithic Leptosols grubunda yer almaktadır.

Tablo 13. Çalışma Alanı Topraklarının Toprak Taksonomisi ve WRB (FAO/UNESCO)'ya göre sınıflandırılması

Toprak Taksonomisine Göre Sınıflama					WRB (FAO/UNESCO)
ORDO	ALT ORDO	BÜYÜK GURUP	ALT GURUP	SERİ	
Vertisol	Xererts	Calsixererts	Chromic Calsixererts	Seldek Serisi	Chromic Vertisol
İnceptisol	Ochrepts	Xerochrets	Calsixerollie Xeochnets	Karaotlak Serisi	Vertic Cambisols
Entisol	Orthents	Xeroorthents	Lithic Xeroorthents	Argıl Serisi	Lithic Leptosols

Yapılan temel sınıflandırmada, bölge topraklarının genç toprakları temsil eden Entisol, gelişmekte olan toprakları ifade

eden İnceptisol, yüksek kil içeriğine bağlı çatlayan ve malçlama özelliği gösteren

Vertisol gibi sınıflardan oluştuğu gözlemlenmektedir.

4.Sonuçlar

Bölge toprakları için yapılan WRB ve toprak taonomisi sınıflandırması; tarım, çevre bilimi, arazi kullanımı planlama ve çeşitli diğer alanlarda önemli bir rol oynar. Toprak oluşum sınıflandırmasının yapılması, çiftçilere bitki seçimi, sulama, gübreleme ve diğer tarım uygulamaları konusunda bilinçli kararlar almalarında yardımcı olur. Farklı bitkilerin farklı toprak gereksinimleri vardır ve toprak sınıflandırması özelliklerine dayalı olarak toprakları tanımlama ve sınıflandırma konusunda sistemli bir yol sağlar, bu da tarımsal verimliliği optimize etmeye yardımcı olur. Bu durum, arazi kullanımı planlama ve yönetiminde de önemlidir. Farklı topraklar, yapılar, yollar ve diğer gelişmeleri destekleme konusunda farklı yeteneklere ve sınırlamalara sahiptir. Bölgede doğru toprak sınıflandırması, sürdürülebilir arazi kullanımını planlamada yardımcı olur, toprak erozyonu, toprak kayması ve diğer çevresel sorunların riskini azaltır. Toprak kalitesini, kirlilik risklerini ve toprak ekosistemlerinin kullanım değişikliklerinin etkilerini değerlendirmeye yardımcı olur. Farklı toprakların özelliklerini anlamak, toprak koruma ve çevre koruma stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlar.

Ayrıca inşaat mühendisleri, toprak taksonomisini bina temelleri, yollar ve diğer altyapı projeleri için toprakların uygunluğunu değerlendirmek için kullanabilir. Böylece toprakların sıkışma özellikleri, kayma dayanımı ve geçirgenlik gibi mühendislik özellikleri hakkında bilgi sağlar. Özetle, toprak sınıflandırması tarımdan çevre yönetimine ve inşaatın bilimsel araştırmaya kadar çeşitli uygulamalarda önemlidir. Toprakları karakterize etmek için sistemli ve düzenli bir yol sağlar, daha iyi kararlar almayı ve sürdürülebilir arazi kullanım

uygulamalarını desteklemeyi sağlar. Tarımsal amaçlı ve tarım dışı toprağı ilgilendiren durumlarda kendine has yapılacak olan teknik sınıflandırmalar özellikle amaca yönelik kullanılmaya çok daha uygun olacaktır. Burada yapılan sınıflandırma özellikle bilimsel çalışmalarda baz alınabilecek nitelikte sonuçlar içermektedirler.

Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulunduklarını, makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Açıklama

Bu çalışma, ikinci yazarın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

- Ahrens, R.J., Rice, T.J., Eswaran, H., 2003. Soil clas-sification: past and present. In: H. Eswaran (Ed), *Soil Classification: A Global Desk Reference*. CRC PRESS, Boca Raton, London, pp. 19-25.
- Bayraklı, F., 1987. Soil and Plant Analysis. Faculty of Agriculture University of Nineteen, No: 17, Samsun.
- Blum, W.E.H., Laker, M.C., 2003. Soil classification and soil research. In: H. Eswaran (Ed), *Soil Classi-fication: A Global Desk Reference*. CRC PRESS, Boca Raton, London, pp. 43-49.
- Bouyoucos, G.H., 1951. A recalibration of the hydrometer method for mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal*, 43: 434-438.
- Chapman, H.D., Pratt, P.F., 1961. *Methods of Analysis for Soils, Plants and Waters*. California, Division of Agriculture Science, Berkeley University, USA, pp. 150-152
- DSİ, 1971. Aşağı Fırat Projesi Urfa-Harran Ovası Planlama Arazi Tasnif Raporu. DSİ 10. Bölge Müdürlüğü Proje No:2108.03.01, Diyarbakır.

- Eroğlu, C., Babuçoğlu, M., Köçer, M., 2012. Osmanlı Vilayet Salnamelerinde Halep. Ankara.
- FAO/UNESCO, 1992. Soil map of the world-SouthAmerica. (http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/soils/docs/Soil_map_FAO_UNESCO/acrobat/South_America_IV.pdf), (Accessed: 26.6.2020)
- Galbraith, J.M., Shaw, R.K., 2017. Human-altered and human-transported soils. In: C. Ditzler, K. Scheffe, H.C. Monger (eds), *Soil Survey Manual*, 4th edn., Washington, pp. 525–554.
- Guo, Y., Gong, P., Amundson, R., 2003. Pedodiversity in the United States of America. *Geoderma*, 117: 99-115.
- IUSS Working Group WRB, 2022. World Reference Base for Soil Resources: International Soil Classification System for Naming Soils and Creating Legends for Soil Maps. International Union of Soil Sciences (IUSS), Vienna, Austria.
- Jackson, M.L., 1958. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall, Inc., Englewood Clift, NJ.
- Kacar, B., 1994. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III, Torak Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, No:3, Ankara.
- Moreand, D.T., 2010. The World Reference Base for Soils (WRB) and Soil Taxonomy: An Initial Appraisal of Their Application to the Soils of the Northern Rivers of New South Wales, Brisbane, Australia.
- Soil Survey Staff, 2014. Keys to Soil Taxonomy (12th ed.). USDA-NRCS, Washington, D.C., USA.
- Staff, S.S., 1999. Soil Taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. Agriculture Handbook, 436.

Atıf Şekli	Aydemir, S., Küçükyıldırım, H., 2023. Şanlıurfa Halfeti Topraklarının Taksonomik Sınıflandırılması ve FAO/UNESCO (WRB) Sistemi ile Eşleştirilmesi. <i>ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 7(4): 916-930. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.10276534 .
To Cite	Aydemir, S., Küçükyıldırım, H., 2023. Taxonomic Classification of Şanlıurfa Halfeti Soils and Their Matching with the FAO/UNESCO (WRB) System, 7(4): 916-930. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.10276534 .