

Cilt / Volume : 9

Sayı / Issue: Özel Sayı

Yıl / Year: 2024

MAS

MAS JOURNAL OF APPLIED SCIENCES

UYGULAMALI BİLİMLER DERGİSİ



**İktisadi Kalkınma ve
Sosyal Araştırmalar Enstitüsü**

The Institute of Economic
Development and Social Research

MAS

Journal of Applied Sciences
Uygulamalı Bilimler Dergisi

ISSN: 2757-5675

masjaps.com

YIL-YEAR
2024

CİLT-VOLUME
9

SAYI-ISSUE
Özel Sayı

BAŞ EDİTÖR / EDITOR IN CHIEF

Doç. Dr. Seyithan SEYDOŞOĞLU / Assoc. Prof. Dr. Seyithan SEYDOSOĞLU
Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Siirt-TÜRKİYE
Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Siirt-TÜRKİYE

EDİTÖR YARDIMCILARI / VICE OF EDITOR IN CHIEF

Doç. Dr. Mehmet Fırat BARAN / Assoc. Prof. Dr. Mehmet Fırat BARAN
Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Tarımsal Makine Sistemleri Bölümü,
Siirt-TÜRKİYE
Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Biosystem Engineering, Siirt-TÜRKİYE

Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Nur YILMAZ / Assist. Prof. Dr. Ayşe Nur YILMAZ
Fırat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü, Elazığ-TÜRKİYE
Fırat University, Faculty of Health Sciences, Department of Midwifery, Elazığ-TÜRKİYE

Dr. Öğr. Üyesi Fatma ERTAŞ OĞUZ / Assist. Prof. Dr. Fatma ERTAŞ OĞUZ
İğdır Üniversitesi, Tuzluca Meslek Yüksek Okulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, İğdir-
TÜRKİYE
İğdir University, Tuzluca Vocational School, Department of Medical Services and Techniques, İğdir-
TÜRKİYE

Dr. Nihayet KOÇYİĞİT / Dr. Nihayet KOCYIGIT
Batman Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu-Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri
Bölümü, Batman-TÜRKİYE
Batman University, Vocational School of Technical Sciences-Chemistry and Chemical Processing
Technologies Department, Batman-TÜRKİYE

Dr. Öğr. Üyesi Yeliz KAŞKO ARICI / Assist. Prof. Dr. Yeliz KASKO ARICI
Ordu Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Temel Tıp Bilimleri Bölümü, Ordu-TÜRKİYE
Ordu University, Faculty of Medicine, Department of Basic Medical Sciences, Ordu-TÜRKİYE

Dr. Erhan KAHYA / Dr. Erhan KAHYA
Namık Kemal Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Elektronik ve Otomasyon Bölümü, Tekirdağ-
TÜRKİYE
Namık Kemal University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Electronics and
Automation, Tekirdağ-TÜRKİYE

Dr. Öğr. Üyesi Ali İhsan KAYA / Assist. Prof. Dr. Ali İhsan KAYA
Adıyaman Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Adıyaman-TÜRKİYE
Adıyaman University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, Adıyaman-
TÜRKİYE

Türkçe Dil Editörü / Turkish Language Editor

Doç. Dr. Arzu ÇİĞ / Assoc. Prof. Dr. Arzu CIG
Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Siirt-TÜRKİYE
Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Siirt-TÜRKİYE

İngilizce Dil Editörü / English Language Editor

Dr. Shahid FAROOQ / Dr. Shahid FAROOQ
Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Şanlıurfa-TÜRKİYE
Harran University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection,
Şanlıurfa-TÜRKİYE

İstatistik Editörü / Statistics Editor

Doç. Dr. Gülen ÖZYAZICI / Assoc. Prof. Dr. Gulen OZYAZICI
Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Siirt-TÜRKİYE
Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Siirt-TÜRKİYE

Yayın ve Mizanpaj Editörü / Editorial Review and Layout

Dr. Esra BİLİCİ / Dr. Esra BILICI
Uşak Üniversitesi, Eşme Meslek Yüksekokulu, Veterinerlik Bölümü, Laborant Ve Veteriner Sağlık
Programı, Uşak-Türkiye
Usak University, Eşme Vocational School Veterinary Department Laborant and Veterinary Health
Program, Usak-Türkiye

ALAN EDITÖRLERİ / SUBJECT EDITORS

Doç. Dr. Kübra YAZICI / Assoc. Prof. Dr. Kubra YAZICI
Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Yozgat-TÜRKİYE
Yozgat Bozok University, Faculty of Agriculture, Department of Landscape Architecture, Yozgat-
TÜRKİYE

Prof. Dr. Yılmaz BAYHAN / Prof. Dr. Yılmaz BAYHAN
Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü
Tekirdağ-TÜRKİYE
Namık Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Biosystems Engineering, Tekirdag-
TÜRKİYE

Doç. Dr. Özlem DURNA AYDIN / Assoc. Prof. Dr. Ozlem DURNA AYDIN

Dicle Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni ve Hayvan Besleme Bölümü, Diyarbakır-TÜRKİYE
Dicle University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Animal Science and Animal
Nutrition, Diyarbakır-TÜRKİYE

Doç. Dr. Kıvanç İRAK / Assoc. Prof. Dr. Kıvanç İRAK

Siirt Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Siirt-TÜRKİYE
Siirt University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Basic Sciences, Siirt-TÜRKİYE

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

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Van-TÜRKİYE
Van Yuzuncu Yil University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Van-TÜRKİYE

Prof. Dr. Osman GÜNAYDIN / Prof. Dr. Osman GUNAYDIN

Adıyaman Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Adıyaman-TÜRKİYE
Adıyaman University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, Adıyaman-
TÜRKİYE

Doç. Dr. Mükerrerem ATALAY ORAL / Assoc. Prof. Dr. Mukerrem ATALAY ORAL

Akdeniz Üniversitesi, Elmalı Meslek Yüksek Okulu, Yönetim ve Organizasyon Bölümü, Antalya-
TÜRKİYE
Akdeniz University, Elmalı Vocational School, Management And Organization, Business
Administration Program, Antalya-TÜRKİYE

Dr. Öğr. Üyesi Okan ORAL / Assist. Prof. Dr. Okan ORAL

Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Bölümü, Mekatronik Mühendisliği Bölümü, Antalya-
TÜRKİYE
Akdeniz University, Faculty of Engineering, Department of Mechatronics Engineering, Antalya-
TÜRKİYE

Doç. Dr. Yusuf BASOGUL / Assoc. Prof. Dr. Yusuf BASOGUL

Adıyaman Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Adıyaman-Türkiye
Adıyaman University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, Adıyaman-
TÜRKİYE

Dr. Öğretim Üyesi Ferhat ÇIRA / Assist. Prof. Dr. Ferhat CIRA

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa-
TÜRKİYE
Harran University, Faculty of Engineering, Department of Electrical and Electronics Engineering,
Şanlıurfa-TÜRKİYE

Doç. Dr. Serpil SAVCI / Assoc. Prof. Dr. Serpil SAVCI

Bozok Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama, Yozgat-TÜRKİYE
Bozok University, Faculty of Engineering and Architecture, City and Regional Planning, Yozgat-TÜRKİYE

Dr. Öğr. Üyesi Emral GÜLÇEK / Assist. Prof. Dr. Emral GÜLÇEK

Siirt Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü, Siirt-TÜRKİYE
Siirt University, Faculty of Health Sciences, Midwifery Department, Siirt-TÜRKİYE

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet YILMAZ / Assist. Prof. Dr. Mehmet YILMAZ

Siirt Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Kadın Hatalıkları ve Doğum Anabilim Dalı, Siirt-TÜRKİYE
Siirt University, Faculty of Medicine, Department of Obstetrics and Gynecology, Siirt-TÜRKİYE

Doç. Dr. Gülay OĞUZ / Assoc. Prof. Dr. Gulay OGUZ

Harran Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü, Şanlıurfa-TÜRKİYE
Harran University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Mathematics, Şanlıurfa-TÜRKİYE

Dr. Amin MARANDI

University of Tehran, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Aquatic Animal Health,
Tehran-IRAN

Dr. Shalini IYYANAR

Rajiv Gandhi Institute of Veterinary Education and Research, Department of Veterinary
Gynaecology, Puducherry-INDIA

Dr. Mouttu Vivek SRINIVAS

Rajiv Gandhi Institute of Veterinary Education and Research, Department of Veterinary
Microbiology, Puducherry-INDIA

Assoc. Prof. Dr. Norhayati Binti HUSSAİN

Universiti Putra Malaysia, Department of Food Technology, Faculty of Food Science and
Technology, Selangor-MALAYSIA

Dr. J.M. Susanthi JAYASINGHE

University of Peradeniya, Department of Chemistry, Faculty of Science, SRI LANKA

Victor T. IBEABUCHI

Alex Ekwueme Federal University Ndufu Alike, Department of Civil Engineering, Abakaliki-
NIGERIA

Assoc. Prof. Dr. Belay DUGUMA

Jimma University, College of Agriculture and Veterinary Medicine, Department of Animal
Science, Jimma-ETHIOPIA

Assist. Prof. Dr. Ružica Ždero PAVLOVIĆ

University in Novi Sad, Novi Sad, Faculty of Agriculture, SERBIA

Assoc. Prof. Dr. Sergiy LAVRENKO

Kherson State Agrarian and Economic University, Department of Agriculture, Kherson-
UKRAINE

Dr. Krupa-Malkiewicz MARCELINA

West Pomeranian University of Technology Szczecin, Department of Plant Genetics,
Breeding and Biotechnology, Szczecin-POLAND

Dr. Javeria SHEIKH

Jinnah University for Women, Department of Pharmaceutics, Faculty of Pharmacy, Karachi-
PAKISTAN

Dr. Mehak AHSAN

Jinnah University for Women, Department of Food Science and Technology, Karachi-
Pakistan

Dr. Bojan ĐERČAN

University of Novi Sad, Faculty of Sciences, Department of Geography, Tourism and Hotel
Management, Novi Sad-SERBIA

Dr. Ivana PENJIŠEVIĆ

University of Priština in Kosovska Mitrovica, Faculty of Sciences and Mathematics, Lole
Ribara, Kosovska Mitrovica-SERBIA

ÜRÜN BİLGİSİ / PRODUCT INFORMATION

Dergi Kapsamı: MAS Uygulamalı Bilimler Dergisi, (İktisadi Kalkınma ve Sosyal Araştırmalar Enstitüsü) İKSAD tarafından yayınlanan açık erişimli, Uluslararası hakemli ve indeksli bir dergidir. Temel amacımız uluslararası akademisyenler için entelektüel bir platform sağlamaktır. Matematik, Mühendislik, Sağlık ve Doğa bilimleri alanlarında disiplinler arası çalışmalarını teşvik etmeyi ve bu alanda önde gelen dergi olmayı hedefliyoruz.

Scope of the Journal: MAS Journal of Applied Sciences is an open access, internationally refereed and indexed journal published by (Institute of Economic Development and Social Research) İKSAD. Our main goal is to provide an intellectual platform for international academics. We aim to encourage interdisciplinary studies in the fields of Mathematics, Engineering, Health and Natural sciences and to become the leading journal in this field.

Yayımlayan / Publisher	İKSAD / İKSAD
Yayın Dili / Language	Türkçe-İngilizce / Turkish-English
Basım Tarihi / Date of Publication	15/10/2024
Yayın Aralığı / Frequency	Yılda dört kez (Mart-Haziran-Eylül-Aralık) yayınlanır. Published four times a year (March-June- September December)

MIAR

Scilit

Tarıdığı İndeksler / Indexed and
Abstracted in



Vermicompost Applications in Soils Asuman BÜYÜKKILIÇ YANARDAĞ, İbrahim Halil YANARDAĞ.....	734
Determination of Forage Quality Characteristics of Some Quercus Genotypes in Pastures and Natural Vegetation in Southeastern Anatolia Region Mehmet Emin AVCI, Mehmet BAŞBAĞ.....	741
Design and Analysis of an Automotive Differential by Changing the Final Reduction Ratio Ayşe Rana BEKDİK, Abdullah Engin ÖZÇELİK.....	754
Development of the Emotionally Motivated Impulsive Behaviour Scale (EMIBBS): Validity and Reliability Study Fatma ÖZGÜN ÖZTÜRK.....	766
Evaluation of Yield, Quality and Physiological Traits of Triticale Genotypes in Irrigated Conditions Ferhat KIZILGEÇİ, Aysel LEVENT, Seval ELİŞ, Mehmet YILDIRIM.....	778
Effect of Different Cutting Heights on Forage Yield and Chemical Composition of Switchgrass (<i>Panicum virgatum</i>) Hakan GEREN.....	786
Optimization of the use of Boron Derivate as Activating Agent for Hierarchical Pore Formation in Activated Carbon Structure Hacer DOLAŞ.....	795
Investigation of Yield and Quality Characteristics of Durum Wheat Genotypes under Rainfall and Irrigation Conditions in Dry Season Muhammet ÖNER, Levent YORULMAZ, Cuma AKINCI, Yasser HUSSEIN.....	810
Investigation of Nursing Postgraduate Theses with Randomised Controlled Experimental Design in the Field of Pediatric Intensive Care: A Retrospective Study Meltem ASLAN, Esra ÖZER, Dilara CENGİZLİ, Aydın NART.....	819
Tumor Necrosis Factor-α, Interleukin-1 Levels and Thiol/Disulfide Homeostasis in Cattle with Hydatid Cyst Mehmet Şirin KAYA, Oğuz MERHAN.....	828
Determination of Egg Quality Characteristics in Zebra Finch (<i>Taeniopygia guttata</i>) Fatma Tülin ÖZBAŞER BULUT, Sema ALAŞAHAN.....	834
Determination of Forage Quality Characteristics in Some <i>Onobrychis</i> Species in Meadow-Pastures and Natural Vegetation in Southeastern Anatolia Region Esma AYDIN, Mehmet BAŞBAĞ.....	843

Square ZLindley Distribution:Statistical Properties, Simulation and Applications in Sciences	
Nouara LAZRI, Halim ZEGHDOUDI, Amine SAKRI, Raman VINOTH.....	855
The Effect of Different Planting Densities on Yield, Yield Components and Some Quality Characteristics of Virginia (Sun-Cured) Tobacco in Manisa Province	
Rıza Can PADIR, Sıdıka EKREN.....	869
The Role of K-Humate and Iron Oxide Nanoparticles for Nutrient Accumulation Under Salinity Stress Condition in Cotton (<i>Gossypium hirsutum</i> L.)	
Hatice Kübra GÖREN, Uğur TAN, Seçil KÜÇÜK KAYA, Öner CANAVAR.....	879
The Endangered Traditional Pulse, Single-Flowered Vetch (<i>Vicia articulata</i> Hornem): Some Agronomic Characteristics and Protein-Based Nutritional Value of Populations from Türkiye	
Uğur BAŞARAN.....	892
Developing Rp-Hplc Method and Determination in Vitro Cytotoxicity of Silymarin Obtained From <i>Silybum marinum</i> Plant	
Erten AKBEL, İbrahim BULDUK, Funda KARABAĞ.....	899
Geographically Weighted Regression Analysis in the Valuation of Expropriation and Easement Rights in ENH	
Kerem CAN, Bülent BOSTANCI.....	907
Evaluation of the Flora of the Muş Alparslan University Campus with Regard to Beekeeping	
Mustafa GÜNEŞDOĞDU, Yasir TUFAN, Ayşe Nida KURT, Yaşar KARADAĞ.....	926
Greenhouse Gas Emissions, Carbon Sequestration in Cropland and Crop Yield Limiting Factors	
Ali DEVLET.....	936
The Impact of Social Media in Veterinary Medicine Education	
Pınar AYVAZOĞLU DEMİR, Meral AYDENİZÖZ.....	956
Novel Two Parameter Model: Statistical Properties, Fuzzy Reliability and Applications	
Razika GRINE, Halim ZEGHDOUDI, Mohamed KOUADRIA.....	965

Vermicompost Applications in Soils

Asuman BÜYÜKKILIÇ YANARDAĞ^{1*} , İbrahim Halil YANARDAĞ¹ 

¹Malatya Turgut Ozal University, Faculty of Agriculture, Soil Science and Plant Nutrition Department, Malatya

*Corresponding author: asuman.yanardag@ozal.edu.tr

Received: 10.06.2024

Accepted: 25.07.2024

Abstract

Vermicompost is a rich, nutritious fertilizer produced by the digestion and decomposition of organic waste by earthworms. In this process, the worms break down organic materials to produce a humus-like substance. Vermicompost contains high levels of plant nutrients, enzymes, microorganisms and growth regulators. These components make vermicompost an effective natural fertilizer that increases soil fertility and improves plant health. Vermicomposting also provides significant benefits in terms of environmental sustainability. The breakdown of organic waste by worms facilitates waste management and reduces the burden on landfills. In addition, vermicomposting reduces the use of chemical fertilizers and prevents environmentally harmful chemicals from entering the soil and water resources. Vermicompost has great potential for sustainable agriculture and soil health. However, it needs to be used in an effective and balanced manner. This study comprehensively addressed the benefits and potential harms of vermicompost on soil health and agricultural productivity. Future research and applications will contribute to a more effective and sustainable use of vermicompost.

Keywords: Vermicompost, soil, sustainable, agriculture, organic

1. Introduction

Vermicompost is a rich humus-like fertilizer obtained because of the breakdown of organic matter passing through the digestive systems of earthworms. This fertilizer is formed by the decomposition of organic materials under the influence of microbial activity and enzymes during the digestive processes of worms (Ucar and Erman, 2020). Vermicompost is a high-quality organic fertilizer that contains essential nutrients needed by plants, improves soil structure and supports microorganism activity (Edwards and Bohlen, 1996).

Vermicompost contains macro and micronutrients essential for the growth and development of plants (Table 1). These nutrients originate from the organic waste that the worms digest. Vermicompost is a

nutrient-rich organic fertilizer produced through the decomposition of organic matter by earthworms. It contains essential macro and micronutrients that are vital for the growth and development of plants (Edwards and Arancon, 2004). Macro nutrients, such as nitrogen, phosphorus, and potassium, are needed in larger quantities and play crucial roles in processes like root development, leaf health, and overall plant vitality. On the other hand, micronutrients, including iron, zinc, and copper, are required in smaller amounts but are equally important for various physiological functions. By providing these nutrients, vermicompost enhances plant health, promotes stronger growth, and improves yield, making it an excellent choice for sustainable gardening and agriculture (Table 1).

Table 1. Nutrient functions in plant growth and development

Nutrient Substance	Function
Nitrogen (N)	Plant growth and protein synthesis
Phosphorus (P)	Root development, flowering and fruit formation
Potassium (K)	Disease resistance, water balance and enzyme activity
Calcium (Ca)	Cell wall formation
Magnesium (Mg)	Chlorophyll production and enzyme activity
Other Trace Elements	Various plant functions

Vermicompost contains high levels of organic matter as well as micro and macro nutrients. This organic matter increases the water holding capacity of the soil, improves soil structure and reduces erosion. Organic matter also promotes microorganism activity in the soil and makes nutrients more easily taken up by plants (Domínguez and Edwards, 2011).

Vermicompost is rich in beneficial microorganisms and enzymes. These microorganisms promote nutrient cycling and enrich soil biology by accelerating the decomposition of organic matter. Enzymes, in turn, help to release nutrients needed by plants (Lazcano and Domínguez, 2011).

Vermicompost contains organic acids such as humic and fulvic acids. These acids regulate soil pH balance, increase the solubility of nutrients and allow plant roots

to take up nutrients more efficiently (Sinha et al., 2002). Vermicompost contains natural growth regulators (hormones) that promote plant growth. These regulators increase root development, improve germination rate and promote overall plant health (Gajalakshmi and Abbasi, 2004).

The production of vermicompost takes place through the digestion and breakdown of various organic wastes by worms. This process includes the following steps. Organic wastes for vermicompost production are collected from various sources such as vegetable and fruit residues, coffee grounds, eggshells, tea leaves, leaf debris and garden waste (Yadav and Garg, 2011). The organic waste is broken into small pieces and pre-treated to make it easier for earthworms to digest. This process makes the waste more suitable for

earthworms (Lazcano et al., 2013). Organic waste is placed in beds where earthworms live. In these beds, earthworms digest the waste and produce a nutrient-rich fertilizer. The most used earthworm species include *Eisenia fetida* (red California worm) and *Lumbricus rubellus* (Sinha et al., 2010). Vermicompost matures over a period. At the end of this process, the manure is separated from the beds and harvested. At this stage, the worms and vermicompost are separated and the resulting manure is dried

and made ready for use (Ansari and Sukhraj, 2010).

Vermicompost is used in various agricultural and horticultural applications. Vermicompost stimulates the growth and increases the productivity of field crops. The use of vermicompost in vegetable and fruit gardens increases product quality and quantity. Vermicompost promotes healthy growth in ornamental plants and lawns. It is an ideal source of organic fertilizer for plants grown in greenhouses (Arancon et al., 2004).



Figure 1. Vermicompost (Carrol, 2021)

Vermicompost is a high-quality organic fertilizer rich in nutrients, organic matter, microorganisms, enzymes, humic and fulvic acids and growth regulators. This fertilizer improves soil structure, promotes plant growth and enhances environmental sustainability. However, its effective and balanced use is important to maximize its benefits and prevent potential damage (Fig.1).

Vermicompost is a rich, nutritious fertilizer produced by the digestion and breakdown of organic waste by worms. In this process, the worms break down the organic material to produce a humus-like substance. Vermicompost contains high levels of plant nutrients, enzymes, microorganisms and growth regulators (Edwards and Bohlen, 1996). These components make vermicompost an

effective natural fertilizer that increases soil fertility and improves plant health.

1.1. Benefits of vermicompost

Effects on Soil Fertility: Vermicompost improves soil structure, increasing water holding capacity and soil aeration (Atiyeh et al., 2000a). This fertilizer stabilizes soil aggregates and reduces erosion (Lazcano and Domínguez, 2011). Furthermore, vermicompost increases the amount of organic matter in the soil, accelerating nutrient cycling and promoting microorganism activity (Arancon et al., 2004).

Effects on Plant Growth and Productivity: Vermicompost contains various nutrients and growth regulators that improve plant growth and productivity (Domínguez and Edwards, 2011). This fertilizer promotes better development of

plant roots, increases nutrient uptake and strengthens plant resistance to diseases (Sinha et al., 2002). Vermicompost applications help plants to grow healthy and strong as it contains hormones and enzymes that promote plant growth (Gajalakshmi and Abbasi, 2004).

Microbial Activity and Soil Biology: Vermicompost promotes the growth of beneficial microorganisms in the soil (Lazcano et al., 2013). These microorganisms accelerate the breakdown of organic matter, allowing nutrients to be more easily taken up by plants (Bhat et al., 2015). Furthermore, vermicompost enriches soil biology by increasing microbial biomass and enzyme activity in the soil (Edwards and Arancon, 2004).

Environmental Benefits: Vermicomposting also provides significant benefits in terms of environmental sustainability (Arancon et al., 2004). The breakdown of organic waste by earthworms facilitates waste management and reduces the burden on landfills (Lavelle et al., 1992). In addition, vermicomposting reduces the use of chemical fertilizers and prevents environmentally harmful chemicals from entering the soil and water resources (Kumar and Sharma, 2014).

1.2. Harms of vermicompost

Effects of Overuse: Overuse of vermicompost can have negative impacts on soil health (Singh and Prakash, 2008). High application of vermicompost can lead to excessive salt accumulation and pH imbalance in the soil (Ansari and Sukhraj, 2010). This can lead to burning of plant roots and slow growth (Aira et al., 2007).

Nutrient Imbalance: Although vermicompost has a high nutrient content, it does not contain all plant nutrients in a balanced way (Bhardwaj et al., 2010). For example, vermicompost usually has a high nitrogen content, but other important nutrients such as phosphorus and potassium may not be present in sufficient amounts (Ndegwa and Thompson, 2001). This imbalance can result in plants not getting enough of the nutrients they need and

reduced growth performance (Atiyeh et al., 2000b).

Pathogens and Diseases: Since vermicompost is produced through the process of decomposition of organic materials, it may contain pathogens and harmful organisms (Yadav and Garg, 2011). Vermicompost produced under poorly treated or unhygienic conditions can lead to plant diseases and pests (Sinha et al., 2010). This can adversely affect plant health and reduce agricultural productivity (Gajalakshmi and Abbasi, 2004).

Economic Costs: Vermicompost production and application can be more costly than conventional chemical fertilizers (Edwards and Arancon, 2004). Vermiculture and fertilizer production processes require initial investments and operating costs (Kumar and Sharma, 2014). Furthermore, vermicompost applications require manual labor, which can lead to additional labor costs for agricultural enterprises (Ansari and Sukhraj, 2010).

2. Results and Discussion

Vermicompost is a valuable organic fertilizer that improves soil health, promotes plant growth and supports environmental sustainability. Thanks to its high content of nutrients, enzymes and microorganisms, it improves soil fertility and supports agricultural productivity (Edwards & Bohlen, 1996). Vermicompost also provides significant benefits in terms of waste management and recycling of organic waste (Sinha et al., 2002). However, some negative impacts such as overuse, nutrient imbalance, pathogen risk and economic costs should also be considered.

More research is needed to balance the benefits and harms of vermicompost (Lazcano & Domínguez, 2011). More information is needed on the effects of vermicompost on different plant species and soil conditions (Arancon et al., 2004). Furthermore, studies should be conducted to provide guidance on appropriate dosage and application methods of vermicompost (Edwards and Arancon, 2004).

2.1. Application recommendations

Balanced Use: Vermicompost should be used in combination with other organic or inorganic fertilizers to avoid nutrient imbalance (Atiyeh et al., 2000b).

Quality Control: Vermicompost must be produced under safe and hygienic conditions. Appropriate processing techniques should be used to minimize pathogen content (Gajalakshmi and Abbasi, 2004).

Education and Awareness: Farmers and agricultural practitioners should be made aware of the benefits and harms of vermicompost. They should be trained on proper application techniques (Singh and Prakash, 2008).

Economic Support: Economic incentives and support programs for vermicompost production and use should be established. This is especially important for small-scale agricultural enterprises (Ansari and Sukhraj, 2010).

3. Conclusions

Vermicomposting offers a sustainable and efficient method for enhancing soil health and fertility. The introduction of earthworms into organic waste decomposition not only accelerates the breakdown of materials but also enriches the resulting compost with essential nutrients and beneficial microorganisms. Studies have shown that vermicompost significantly improves soil structure, aeration, and moisture retention, which in turn promotes robust plant growth. Furthermore, the application of vermicompost can reduce the need for chemical fertilizers, leading to more eco-friendly agricultural practices.

In conclusion, integrating vermicomposting into soil management strategies can foster healthier ecosystems, support biodiversity, and contribute to sustainable agricultural practices. Emphasizing the importance of this method can help address the challenges of soil degradation and food security in an increasingly resource-constrained world.

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

- Aira, M., Monroy, F., Domínguez, J., 2007. Microbial biomass governs enzyme activity decay during aging of worm-worked substrates through vermicomposting. *Journal of Environmental Quality*, 36(2): 448-452.
- Ansari, A.A., Sukhraj, K., 2010. Effect of vermiwash and vermicompost on soil parameters and productivity of okra (*Abelmoschus esculentus*) in Guyana. *African Journal of Agricultural Research*, 5(14): 1794-1798.
- Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Atiyeh, R.M., Metzger, J.D., 2004. Effects of vermicomposts produced from food waste on the growth and yields of greenhouse peppers. *Bioresource Technology*, 93(2): 139-144.
- Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C., Metzger, J.D., 2004. Influences of vermicomposts on field strawberries: Part 1. Effects on growth and yields. *Bioresource Technology*, 93(2): 145-153.
- Arancon, N.Q., Galvis, P.A., Edwards, C.A., 2005. Suppression of insect pest populations and damage to plants by vermicomposts. *Bioresource Technology*, 96(10): 1137-1142.
- Atiyeh, R.M., Domínguez, J., Subler, S., Edwards, C.A., 2000a. Changes in biochemical properties of cow manure during processing by earthworms (*Eisenia andrei*) and the effects on seedling growth. *Pedobiologia*, 44(6): 709-724.

- Atiyeh, R.M., Subler, S., Edwards, C.A., Bachman, G., Metzger, J.D., Shuster, W., 2000b. Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. *Pedobiologia*, 44(5): 579-590.
- Bhardwaj, A.K., Bhardwaj, A.K., Dhiman, K.R., Singh, A., Dadhich, R., 2010. Vermicomposting: A technique for improving soil fertility and crop productivity. *Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants*, 2(1): 23-29.
- Bhat, S.A., Singh, J., Vig, A.P., 2015. Potential utilization of bagasse as feed material for earthworm *Eisenia fetida* and production of vermicompost. *SpringerPlus*, 4: 11.
- Carrol, J., 2021. Worms and Vermicomposting: Best Types of Worms for Vermicomposting. (<https://www.gardeningknowhow.com/composting/vermicomposting/worms-for-vermicomposting.htm>), (Accessed: 01.06.2024)
- Chaoui, H.I., Zibilske, L.M., Ohno, T., 2003. Effects of earthworm casts and compost on soil microbial activity and plant nutrient availability. *Soil Biology and Biochemistry*, 35(2): 295-302.
- Domínguez, J., Edwards, C.A., 2011. Relationship between composting and vermicomposting. In Edwards, C.A., Arancon, N.Q., & Sherman, R. (Eds.), *Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes, and Environmental Management*, CRC Press, pp. 11-26.
- Edwards, C.A., Arancon, N.Q., 2004. The influence of vermicomposts on plant growth and pest incidence. In Shakir Hanna, S.H., & Mikhail, W.Z.A. (Eds.), *Soil Zoology for Sustainable Development in the 21st Century*, Cairo: Self-Publisher, pp. 397-420.
- Edwards, C.A., Arancon, N.Q., 2004. *Vermicomposting: Science, and Sustainable Development*.
- Edwards, C.A., Bohlen, P.J., 1996. *Biology and Ecology of Earthworms*. Chapman & Hall.
- Edwards, C.A., Burrows, I., 1988. The potential of earthworm composts as plant growth media. In Edwards, C.A., & Neuhauser, E.F. (Eds.), *Earthworms in Waste and Environmental Management*, SPB Academic Publishing, pp. 211-220.
- Gajalakshmi, S., Abbasi, S.A., 2004. Neem leaves as a source of fertilizer-cum-pesticide vermicompost. *Bioresource Technology*, 92(3): 291-296.
- Karmegam, N., Daniel, T., 2009. Investigating efficiency of vermicompost on the growth and yield of green gram (*Phaseolus aureus* Roxb.) and cowpea (*Vigna unguiculata* L.) crops. *Environmentalist*, 29: 287-300.
- Kumar, A., Sharma, S., 2014. Vermicompost: An eco-friendly approach for sustainable crop production. In Singh, R.P., & Lichtfouse, E. (Eds.), *Sustainable Agriculture Reviews*, Springer, Vol. 14, pp. 191-230.
- Lavelle, P., Spain, A.V., Blanchart, E., Martin, A., Martin, S., 1992. Impact of soil fauna on the properties of soils in the humid tropics. In Lal, R., & Sanchez, P. A. (Eds.), *Myths and Science of Soils of the Tropics*, Madison, WI: Soil Science Society of America and American Society of Agronomy, pp. 157-185.
- Lazcano, C., Arnold, J., Tato, A., Zaller, J. G., Domínguez, J., 2009. Compost and vermicompost as nursery pot components: Effects on tomato plant growth and morphology. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 7(4): 944-951.
- Lazcano, C., Domínguez, J., 2011. The use of vermicompost in sustainable agriculture: Impact on plant growth and soil fertility. In Miransari, M. (Ed.), *Soil Nutrients*, Nova Science Publishers, pp. 230-254.
- Lazcano, C., Gómez-Brandón, M., Revilla, P., Domínguez, J., 2013. Short-term effects of organic and inorganic fertilizers on soil microbial community structure and function. *Biology and Fertility of Soils*, 49(6): 723-733.

- Maboeta, M.S., Van Rensburg, L., 2003. Vermicomposting of industrially produced woodchips and sewage sludge utilizing *Eisenia fetida*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 56(2): 265-270.
- Ndegwa, P.M., Thompson, S.A., 2001. Integrating composting and vermicomposting in the treatment and bioconversion of biosolids. *Bioresource Technology*, 76(2): 107-112.
- Parthasarathi, K., Ranganathan, L.S., Anandi, V., Zeyer, J., 2007. Diversity of microflora in the gut and casts of tropical composting earthworms reared on different substrates. *Journal of Environmental Biology*, 28(1): 87-97.
- Singh, R., Prakash, A., 2008. Vermicompost and soil health. In Prasad, M.N.V. (Ed.), *Urbanization, Industrialization, and the Environment*, Springer, pp. 161-173.
- Sinha, R.K., Agarwal, S., Chauhan, K., Valani, D., 2010. The wonders of earthworms (*Eudrilus eugeniae*) in farm production: Charles Darwin's 'friends of farmers', with potential to replace destructive chemical fertilizers from agriculture. *Agricultural Sciences*, 1(2): 76-94.
- Sinha, R.K., Heart, S., Agarwal, S., Asadi, R., Carretero, E., 2002. Vermiculture technology for environmental management: Study of the action of earthworms *Eisenia foetida*, *Eudrilus eugeniae* and *Perionyx excavatus* on biodegradation of some community wastes in India and Australia. *The Environmentalist*, 22: 261-268.
- Subler, S., Edwards, C.A., Metzger, J., 1998. Comparing vermicomposts and composts. *BioCycle*, 39(1): 63-66.
- Uçar, Ö., Erman, M., 2020. The effects of different row spacings, chicken manure doses and seed pre-applications on the yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 4(4): 875-901.
- Yadav, A., Garg, V.K., 2011. Recycling of organic wastes by employing *Eisenia fetida*. *Bioresource Technology*, 102(3): 2874-2880.
- Zaller, J.G., 2007. Vermicompost as a substitute for peat in potting media: Effects on germination, biomass allocation, yields and fruit quality of three tomato varieties. *Scientia Horticulturae*, 112(2): 191-199.

To Cite: Büyükkılıç Yanardağ, A., Yanardağ, İ.H., 2024. Vermicompost Applications in Soils. *MAS Journal of Applied Sciences*, 9(Special Issue): 734–740.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.13899379>.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi Çayır-Mera ve Doğal Vejetasyonlarında Yer Alan Bazı *Quercus* Genotiplerinin Ot Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi

Mehmet Emin AVCI¹, Mehmet BAŞBAĞ^{2*}

¹ Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Diyarbakır

² Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Diyarbakır

*Sorumlu yazar (Corresponding author): mbasbag@dicle.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 12.06.2024

Kabul Tarihi (Accepted): 28.07.2024

Özet

Bu araştırma, Güneydoğu Anadolu Bölgesi çayır-mera ve doğal vejetasyonlarında yer alan bazı *Quercus* taksonlarına (*Q. brantii*, *Q. coccifera*, *Q. infectoria* subsp. *veneris* ve *Q. variabilis*) ait genotiplerde ot kalite özelliklerini belirlemek amacıyla 2023 yılı Mayıs ayında yürütülmüştür. Çalışmada incelenen tüm genotiplerde ortalama ham protein (HP) % 17.71, kuru madde (KM) % 87.93, asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) % 25.13, nötral deterjanda çözünmeyen lif (NDF) % 46.01, asit deterjanda çözünmeyen protein (ADP) % 0.67, sindirilebilir kuru madde (SKM) % 69.33, kuru madde tüketimi (KMT) % 2.74, nispi yem değeri (NYD) 148.0, potasyum (K) % 2.48, kalsiyum (Ca) % 1.46, magnezyum (Mg) % 0.14, posfor (P) % 0.38, Ca/P 3.99 ve K/(Ca+Mg) 1.61 olarak bulunmuştur. Taksonlarda ise ortalama HP % 12.66-19.69, KM % 87.17-88.34, ADF % 23.64-29.51, NDF % 42.66-53.49, ADP % 0.63-0.72, SKM % 65.91-70.49, KMT % 2.24-3.01, NYD 114.6-164.3, K % 1.94-2.73, Ca % 0.98-1.71, Mg % 0.10-0.17, P % 0.32-0.42, Ca/P 2.32-5.45 ve K/(Ca+Mg) 1.07-2.29 arasında değişim göstermiştir. Araştırma sonucunda, incelenen önemli özellikler (HP, ADF, NDF, SKM, KMT ve NYD) bakımından en yüksek değerler *Q. infectoria* subsp. *veneris* taksonundan elde edilirken, bunu sırasıyla *Q. brantii*, *Q. variabilis* ve *Q. coccifera* taksonları takip etmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Quercus*, genotip, takson, makro elementler

Determination of Forage Quality Characteristics of Some *Quercus* Genotypes in Pastures and Natural Vegetation in Southeastern Anatolia Region

Abstract

This research was conducted in May 2024 to determine the forage quality traits in genotypes of some *Quercus* taxa (*Q. brantii*, *Q. coccifera*, *Q. infectoria* subsp. *veneris* and *Q. variabilis*) located in the meadows-pastures and natural vegetation of the Southeastern Anatolia Region. In all genotypes examined in the study, average crude protein (CP) was found as 17.71 %, dry matter (DM) as 87.93 %, acid detergent insoluble fiber (ADF) as 25.13 %, neutral detergent insoluble fiber (NDF) as 46.01 %, acid detergent insoluble protein (ADP) as 0.67 %, digestible dry matter (DDM) as 69.33 %, dry matter consumption (DMI) as 2.74 %, relative feed value (RFV) as 148.0, potassium (K) as 2.48 %, calcium (Ca) as 1.46 %, magnesium (Mg) as 0.14 %, phosphorus (P) as 0.38 %, Ca/P as 3.99 and K/(Ca+Mg) as 1.61. In taxa, the average HP varied between 12.66-19.69 %, DM 87.17-88.34 %, ADF 23.64-29.51 %, NDF 42.66-53.49 %, ADP 0.63-0.72 %, DDM 65.91-70.49 %, DMI 2.24-3.01 %, RFV 114.6-164.3 %, K 1.94-2.73 %, Ca 0.98-1.71 %, Mg 0.10-0.17 %, P 0.32-0.42 %, Ca/P 2.32-5.45 and K/(Ca+Mg) 1.07-2.29. As a result of the research, the highest values in terms of the important traits examined (HP, ADF, NDF, SKM, KMT and NYD) were *Q. infectoria* subsp. *veneris* taxon, followed by *Q. brantii*, *Q. variabilis* and *Q. coccifera* taxa, respectively.

Keywords: *Quercus*, genotype, taxa, macro elements

1. Giriş

Ülkemizde çayır-mera alanı 14.616.687 ha, Güneydoğu Anadolu bölgesinde ise çayır-mera alanları 1.012.576 ha olup ülke genelinin % 6.92'sini oluşturmaktadır (Sayar ve ark., 2010; Seydoşoğlu ve ark. 2019a, b; Çetik Yeşilova ve Başbağ, 2024; Seydoşoğlu ve Başbağ, 2024). Ayrıca, ülkemiz genelinde 11.5 milyon ha bozuk orman olarak nitelendirilen çalılık alanlar mevcuttur. Bu alanlar genelde ülkemizin Ege ve Akdeniz Bölgelerinde yoğunlaşmış olup (5259 ha), Güneydoğu Anadolu bölgesinde ise 966 ha'dır (Gökkuş, 2019). Ülkemizde bu tür alanlarda yürütülen bazı çalışmalarda toplam 49 familyaya ait, 108 cins ve 227 takson tespit edilmiş olup, bu taksonlar içerisinde de 10 adet farklı *Quercus* cinsine rastlanılmıştır (Basbag ve ark., 2017). Meşe ağacı olarak adlandırılan *Quercus*'lar çoğunlukla ağaç, boylu çalı formunda olup, kışın yaprağını döken ya da herdem yeşil odunsu bitkilerdir. Bu bitkilerin keresteleri yakacak, mobilya, el işçiliği vb. birçok alanda kullanıldığı gibi, meyve ve yaprakları da hayvan beslenmesinde kullanılmaktadır (Yaltırık,

1984). *Quercus* taksonları üzerinde yürütülen bazı araştırmalarda; ham protein % 2.75-18.31, kuru madde % 91.6-98.1, ADF % 4.71-48.37, NDF % 16.5-62.4, SKM % 51.2-85.2, KMT % 1.92-7.27, NYD 76.3-222.8 arasında değişmiştir (Ammar ve ark., 2005; Özcan, 2006; Elahi ve Rouzbehan, 2008; Kilic ve ark., 2010; Ataşoğlu ve ark., 2010; Akbağ, 2013; Kamalak ve ark., 2015; Kökten ve ark., 2017; Ayayee ve Chivandi, 2018; Yüksel ve Duru, 2019; Türel ve Buğdaycı, 2020; Bıçakçı ve Türk, 2024).

Bu araştırmada, Güneydoğu Anadolu Bölgesi çayır-mera ve doğal vejetasyonlarında yer alan bazı *Quercus* genotiplerinin ot kalite özellikleri incelenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırmanın materyalini, Güneydoğu Anadolu Bölgesinin farklı lokasyonlarından 2023 yılında toplanan *Quercus* cinsine ait 11 genotipin bitki örnekleri oluşturmaktadır. Genotiplerin toplandığı lokasyonlar, coğrafi koordinatları ve toplanma tarihleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. *Quercus* (*Q*) genotipleri ve toplandığı lokasyonlara ait bilgiler

Genotipler	Lokasyon	Enlem	Boylam	Rakım (m)	Tarih
1- <i>Q. brantii</i> Lindley	Şırnak-2	37,602882°	42,382317°	1135	07.05.2023
2- <i>Q. brantii</i> Lindley	Gaziantep-1	37,383667°	37,556648°	679	06.05.2023
3- <i>Q. brantii</i> Lindley	Diyarbakır-3	38,298576°	39,961922°	763	10.05.2023
4- <i>Q. coccifera</i> L.	Adıyaman-2	37,691242°	37,883934°	845	06.05.2023
5- <i>Q. coccifera</i> L.	Gaziantep-1	37,383667°	37,556648°	679	06.05.2023
6- <i>Q. infectoria</i> subsp. <i>veneris</i> (A. Kern.) Meikle	Adıyaman-1	37,878105°	38,903748°	736	06.05.2023
7- <i>Q. infectoria</i> subsp. <i>veneris</i> (A. Kern.) Meikle	Siirt-1	37,861427°	41,985153°	846	07.05.2023
8- <i>Q. infectoria</i> subsp. <i>veneris</i> (A. Kern.) Meikle	Diyarbakır-5	38,175358°	39,426262°	920	10.05.2023
9- <i>Q. infectoria</i> subsp. <i>veneris</i> (A. Kern.) Meikle	Diyarbakır-1	38,369648°	40,55304°	887	10.05.2023
10- <i>Q. infectoria</i> subsp. <i>veneris</i> (A. Kern.) Meikle	Diyarbakır-3	38,298576°	39,961922°	763	10.05.2023
11- <i>Q. variabilis</i> Blume	Mardin-2	37,46534°	41,075199°	1036	07.05.2023

Quercus genotiplerine ait herbaryum ve ot örnekleri bitkilerin çiçeklenme döneminde alınmıştır. Bitkilerin tür teşhisleri Dicle Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümünden emekli öğretim üyesi Prof. Dr. Selçuk ERTEKİN tarafından yapılmıştır. Her genotipten yaklaşık 200'er g yaprak, dal, sürgün ucu materyali alınmış

ve kurutma dolabında (Memmert ULM 800) 70 °C'de 48 saat kurutulduktan sonra (Anonim, 2001), laboratuvar tipi değirmende (IKA, A11) öğütülmüştür. Daha sonra numuneler 1 mm çaplı numune eleğinde (Retsch, DIN-ISO 3310/2) elenerek analize hazır hale getirilmiştir. Türlerin kalite analizleri Dicle Üniversitesi

Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi laboratuvarında NIRS (Near Infrared Spectroscopy-Foss Model 6500) analiz cihazı ile yapılmıştır. Analizde ham protein (HP), asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF), nötral deterjanda çözünmeyen lif (NDF), Ca, K, Mg ve P değerleri ölçülmüştür. Ayrıca tespit edilen ADF ve NDF yardımıyla sindirilebilir kuru madde (SKM), kuru madde tüketimi (KMT) ve nispi yem değerleri (NYD) de hesaplanarak bulunmuştur. Hesaplamalarda aşağıdaki formüller kullanılmıştır (Morrison, 2003).

$$SKM= 88.9 - (0.779 \times ADF)$$

$$KMT= 120 / NDF$$

$$NYD= (SKM \times KMT) / 1.29$$

Araştırma sonucunda özelliklere ait veriler JMP-Pro13 istatistikî paket programında tesadüf blokları deneme desenine göre analiz edilmiştir. Ortalamalar arasındaki farklılıklar, $LSD_{(0.05)}$ çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır. Scatter plot modeline göre temel bileşenler analizi GenStat for Windows (Genstat, 2009) istatistikî paket programında, korelasyon tablosu ise JMP-Pro-13 paket programında yapılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Ham protein (HP)

Farklı *Quercus* genotiplerinde HP oranı %12.19-21.88 arasında değişim gösterirken, tüm genotiplerin ortalaması % 17.71 bulunmuştur. Genotipler içerisinde en yüksek HP oranı 8 no'lu *Q. infectoria* subsp. *veneris*'den elde edilirken, bunu istatistiksel olarak aynı grupta yer alan 1 no'lu *Q. brantii* ve 6 no'lu *Q. infectoria* subsp. *veneris* izlemiştir. En düşük HP değerini ise yine istatistiksel olarak benzer grupta yer alan 4 ve 5 no'lu *Q. coccifera* genotipleri vermiştir. HP değerleri taksonlar bakımından incelendiğinde en yüksek ortalama değer *Q. infectoria* subsp. *veneris*'ten (% 19.69) elde edilirken bunu *Q. brantii* (% 17.74), *Q. variabilis* (% 17.71) ve *Q. coccifera* (% 12.66) taksonları izlemiştir (Tablo 2). HP oranına ilişkin elde edilen bulgular, Bıçakçı ve Türk (2024)'ün bulguları ile uyumlu iken, Ammar ve ark.

(2005), Özcan (2006), Elahi ve Rouzbehan (2008), Kilic ve ark. (2010), Ataşoğlu ve ark. (2010), Akbağ (2013), Kamalak ve ark. (2015), Kökten ve ark. (2017), Ayayee ve Chivandi (2018), Yüksel ve Duru (2019) ile Türel ve Buğdaycı (2020)'nin bulgularından yüksek bulunmuştur. Bu farklılık, muhtemelen çalışılan genotiplerin ve ekolojik faktörlerin farklılıklarından kaynaklanmıştır. Ham protein oranı, yemin kalitesini belirleyen önemli karakterlerden birisi olup, bu değer kaba yemlerde mümkün olduğunca yüksek olması istenir.

3.2. Kuru Madde (KM)

Farklı *Quercus* genotiplerinde KM oranı %85.01-89.67 arasında değişim göstermiştir (ortalama % 87.93). Genotipler arasında en yüksek KM oranı 8 no'lu *Quercus infectoria* subsp. *veneris*'den elde edilirken, bunu istatistiksel olarak aynı grupta yer alan sırasıyla 2 no'lu *Q. brantii*, 9 no'lu *Q. infectoria* subsp. *veneris* ve 5 no'lu *Q. coccifera* izlemiştir. En düşük KM oranını ise 10 no'lu *Q. infectoria* subsp. *veneris*'den elde edilmiştir. KM değerleri taksonlar bakımından incelendiğinde en yüksek ortalama değer *Q. brantii* (% 88.34) elde edilirken bunu *Q. infectoria* subsp. *veneris*'ten (% 87.96), *Q. variabilis* (% 87.93) ve *Q. coccifera* (% 87.63) taksonları izlemiştir (Tablo 2). KM oranına ilişkin elde edilen bulgular, literatür bulgularından (Elahi ve Rouzbehan, 2008; Kilic ve ark., 2010; Akbağ, 2013; Ayayee ve Chivandi, 2018) düşük çıkmıştır. Kaba yemlerde KM miktarı ne kadar fazla ise yemin besin maddelerince zengin olma olasılığı da o oranda yüksek olacaktır. Ancak KM analizi, yemdeki organik yapıda uçucu özellikte besin maddelerini içermediğinden sadece KM analiz sonucu, yemin besleme değerini ortaya koymaz (Kutlu, 2008).

3.3. Asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF)

Farklı *Quercus* genotiplerinde ADF oranı % 18.18-31.49 arasında değişim göstermiştir (ort. % 25.13). Genotipler arasında en düşük ADF oranı 10 no'lu *Q. infectoria* subsp. *veneris*'den elde edilirken,

bunu istatistiksel olarak farklı grupta yer alan 1 ve 3 no'lu *Q. brantii* izlemiştir. En yüksek ADF oranı ise 2 no'lu *Q. brantii*'den elde edilmiştir. ADF değerleri taksonlar bakımından incelendiğinde en düşük ortalama değer *Q. infectoria* subsp. *veneris*'ten (% 23.64) elde edilirken bunu *Q. brantii* (% 24.51), *Q. coccifera* (% 27.61) ve *Q. variabilis* (% 29.51) taksonları izlemiştir (Tablo 2). ADF oranına ilişkin elde edilen bulgular Elahi ve Rouzbehan (2008), Ataşoğlu ve ark. (2010), Yüksel ve Duru (2019), Kökten ve ark. (2017), Bıçakçı ve Türk (2024)'ün bulguları ile uyumlu bulunurken, Ammar ve ark. (2005), Kilic ve ark. (2010), Akbağ (2013), Kamalak ve ark. (2015), Ayayee ve Chivandi (2018), Türel ve Buğdaycı (2020)'nin bulgularından düşük çıkmıştır.

Kaba yemlerde ADF değeri, bitki hücre duvarının yapısında bulunan selüloz, lignin ve çözünmeyen protein miktarını ifade eder (Aşçı ve Acar, 2018). Dolayısıyla yüksek ADF içerikli yemlerin sindirilebilirliği ve enerji değeri düşüktür (Kutlu, 2008).

3.4. Nötral deterjanda çözünmeyen lif (NDF)

Farklı *Quercus* genotiplerinde NDF oranı % 25.15-53.52 arasında değişim göstermiştir (ort. % 46.01). Genotipler arasında en düşük NDF oranı 8 no'lu *Q. infectoria* subsp. *veneris*'den elde edilirken, bunu istatistiksel olarak farklı grupta yer alan sırasıyla 1 ve 6 no'lu *Q. brantii* izlemiştir. En yüksek NDF oranı ise 2 no'lu *Q. brantii*'den elde edilmiştir. NDF değerleri taksonlar bakımından incelendiğinde en düşük ortalama değer *Q. infectoria* subsp. *veneris*'ten (% 42.66) elde edilirken bunu *Q. brantii* (% 46.55), *Q. coccifera* (% 49.87) ve *Q. variabilis* (% 53.49) taksonları izlemiştir (Tablo 2). NDF oranına ilişkin elde edilen bulgular Elahi ve Rouzbehan (2008), Ataşoğlu ve ark. (2010), Kilic ve ark. (2010), Akbağ (2013), Kamalak ve ark. (2015), Kökten ve ark. (2017), Yüksel ve Duru (2019), Bıçakçı ve Türk (2024)'ün bulguları ile uyumlu bulunurken, Ammar ve ark. (2005), Türel ve Buğdaycı (2020)'nin bulgularından

düşük çıkmıştır. Kaba yemlerde NDF oranı bitki hücre duvarının yapısında bulunan hem selüloz, selüloz, lignin, kütin ve çözünmeyen protein miktarını ifade eder (Kutlu, 2008; Budak ve Budak, 2014; Aşçı ve Acar, 2018). Dolayısıyla bu oranın kaba yemlerde kuru madde bazında % 25-32 arasında olması istenir (Tekçe ve Gül, 2014).

3.5. Asit deterjanda çözünmeyen protein (ADP)

Farklı *Quercus* genotiplerinde ADP oranı % 0.31-0.91 arasında değişim göstermiştir (ort. % 0.67). Genotipler arasında en düşük ADP oranı 8 no'lu *Q. infectoria* subsp. *veneris*'den elde edilirken, bunu istatistiksel olarak farklı grupta yer alan sırasıyla 1 no'lu *Q. brantii* ve 10 no'lu *Q. infectoria* subsp. *veneris* izlemiştir. En yüksek ADP oranı ise istatistiksel olarak aynı grupta yer alan 2 no'lu *Q. brantii* ve 9 no'lu *Q. infectoria* subsp. *veneris*'den elde edilmiştir. ADP değerleri taksonlar bakımından incelendiğinde en düşük ortalama değer *Q. infectoria* subsp. *veneris*'ten (% 0.63) elde edilirken bunu *Q. variabilis* (% 0.70), *Q. brantii* ve *Q. coccifera* (% 0.72) taksonları izlemiştir (Tablo 2). Kaba yemlerde sindirilemeyen protein miktarını ortaya koyan ADP değerinin mümkün olduğunca düşük olması istenir (Aşçı ve Acar, 2018).

3.6. Sindirilebilir kuru madde miktarı (SKM)

Farklı *Quercus* genotiplerinde SKM oranı % 64.37-74.74 arasında değişim göstermiştir (ort. % 69.33). Genotipler arasında en yüksek SKM oranı istatistiksel olarak aynı grupta yer alan sırasıyla 10 no'lu *Q. infectoria* subsp. *veneris* ve 1 no'lu *Q. brantii*'den elde edilmiştir. En düşük SKM oranı ise istatistiksel olarak benzer grupta yer alan 2 no'lu *Q. brantii* ve 11 no'lu *Q. variabilis*'den elde edilmiştir. SKM değerleri taksonlar bakımından incelendiğinde en yüksek ortalama değer *Q. infectoria* subsp. *veneris*'ten (% 70.49) elde edilirken bunu *Q. brantii* (% 69.80), *Q. variabilis* (% 65.91) ve *Q. coccifera* (%

67.40) taksonları izlemiştir (Tablo 2). SKM oranına ilişkin elde edilen bulgular Elahi ve Rouzbehan (2008), Ataşoğlu ve ark. (2010), Yüksel ve Duru (2019), Bıçakçı ve Türk (2024)'ün bulguları ile uyumlu bulunurken, Ammar ve ark. (2005), Kilic ve ark. (2010), Akbağ (2013), Kamalak ve ark. (2015), Ayayee ve Chivandi (2018), Türel ve Buğdaycı (2020)'nin bulgularından yüksek, Kökten ve ark. (2017)'nin bulgularından ise düşük bulunmuştur. SKM değeri, kaba yemlerde ADF ile ilişkili bir parametre olup, yem kalitesi açısından yüksek olması arzu edilir.

3.7. Kuru madde tüketimi (KMT)

Farklı *Quercus* genotiplerinde KMT oranı % 2.24-4.77 arasında değişim göstermiştir (ort. % 2.74). Genotipler arasında en yüksek KMT oranı 8 no'lu *Q. infectoria* subsp. *veneris*'den elde edilirken, bunu istatistiksel olarak farklı gruplarda yer alan sırasıyla 1 no'lu *Q. brantii* ve 6 no'lu *Q. infectoria* subsp. *veneris* takip etmişlerdir. En düşük KMT oranı ise istatistiksel olarak aynı grupta yer alan 2 no'lu *Q. brantii* ve 11 no'lu *Q. variabilis*'den elde edilmiş olup, bunları da istatistiksel olarak benzer grupta yer alan sırasıyla 4, 3 ve 7 no'lu genotipler izlemiştir. KMT değerleri taksonlar bakımından incelendiğinde en yüksek ortalama değer *Q. infectoria* subsp. *veneris*'ten (% 3.01) elde edilirken bunu *Q. coccifera* (% 2.43), *Q. brantii* (% 2.67) ve *Q. variabilis* (% 2.24) taksonları izlemiştir (Tablo 2). KMT oranına ilişkin elde edilen bulgular Elahi ve Rouzbehan (2008), Kilic ve ark. (2010), Ataşoğlu ve ark. (2010), Akbağ (2013), Kamalak ve ark. (2015), Yüksel ve Duru (2019)'nun bulguları ile uyumlu bulunurken, Türel ve Buğdaycı (2020)'dan yüksek, Bıçakçı ve Türk (2024)'ün bulgularından ise düşük bulunmuştur. KMT değeri, kaba yemlerde NDF ile ilişkili bir parametre olup, yem kalitesi açısından yüksek olması arzu edilir.

3.8. Nispi yem değeri (NYD)

Farklı *Quercus* genotiplerinde NYD 111.9-255.8 arasında değişim göstermiştir

(ort. 148.0). Genotipler arasında en yüksek NYD 8 no'lu *Q. infectoria* subsp. *veneris*'den elde edilirken, bunu istatistiksel olarak farklı gruplarda yer alan sırasıyla 1 no'lu *Q. brantii* ve 6 no'lu *Q. infectoria* subsp. *veneris* takip etmişlerdir. En düşük NYD ise 2 no'lu *Q. brantii*'den elde edilirken bunu istatistiksel olarak benzer grupta yer alan sırasıyla 11, 4, 7, 3 ve 5 no'lu genotipler izlemiştir. NYD değerleri taksonlar bakımından incelendiğinde en yüksek ortalama değer *Q. infectoria* subsp. *veneris*'ten (164.3) elde edilirken bunu *Q. brantii* (146.3), *Q. coccifera* (126.7) ve *Q. variabilis* (114.6) taksonları izlemiştir (Tablo 2). NYD'ye ilişkin elde edilen bulgular Elahi ve Rouzbehan (2008), Ataşoğlu ve ark. (2010), Akbağ (2013), Kamalak ve ark. (2015), Yüksel ve Duru (2019) ve Bıçakçı ve Türk (2024)'ün bulguları ile uyumlu bulunurken, Kilic ve ark. (2010) ile Türel ve Buğdaycı (2020)'nin bulgularından yüksek bulunmuştur. NYD değeri, kaba yemlerde ADF ve NDF ile ilişkili bir parametre olup, yem kalitesi açısından yüksek olması arzu edilir.

3.9. Potasyum (K)

Farklı *Quercus* genotiplerinde mineral maddelerden K değerleri % 1.84-3.50 arasında değişmiştir (ort. % 2.48). Genotipler arasında en yüksek K değeri 10 no'lu *Q. infectoria* subsp. *veneris*'den elde edilirken, bunu istatistiksel olarak farklı grupta yer alan 8 no'lu *Q. infectoria* subsp. *veneris* ve 3 no'lu *Q. brantii* izlemiştir. En düşük K değerini ise istatistiksel olarak aynı grupta yer alan 4 no'lu *Q. coccifera* ve 2 no'lu *Q. brantii* vermiştir. K değerleri taksonlar bakımından incelendiğinde en yüksek ortalama değer *Q. infectoria* subsp. *veneris*'ten (% 2.73) elde edilirken bunu *Q. variabilis* (% 2.45), *Q. brantii* (% 2.44) ve *Q. coccifera* (% 1.94) taksonları izlemiştir (Tablo 3). K değerlerine ilişkin elde edilen bulgular, Özkan ve ark. (2016) ile uyumlu bulunurken, Migaskó ve ark. (2020), Kamalak ve ark. (2022), Konovalova ve ark. (2024)'nin bulgularından yüksek çıkmıştır. Potasyum bitkilerde metabolik,

fizyolojik ve biyokimyasal işlevlerde görev alan bir element olup, verimi, kaliteyi ve soğuğa dayanıklılığı artırmaktadır (Kacar, 2005).

3.10. Kalsiyum (Ca)

Farklı *Quercus* genotiplerinde mineral maddelerden Ca değerleri % 0.68-1.73 arasında değişmiştir (ort. % 1.46). Genotipler arasında en yüksek Ca değeri 8 no'lu *Q. infectoria* subsp. *veneris*'den elde edilirken, bunu istatistiksel olarak aynı grupta yer alan sırasıyla 4 ve 5 no'lu *Q. coccifera* ile 1 no'lu *Q. brantii* takip etmiştir. En düşük Ca değerini ise 11 no'lu *Q. variabilis* vermiştir. Ca değerleri taksonlar bakımından incelendiğinde en yüksek ortalama değer *Q. coccifera*'dan (% 1.71) elde edilirken bunu *Q. brantii* ve *Q. infectoria* subsp. *veneris* (% 1.46) ile *Q. variabilis* (% 0.98), taksonları izlemiştir (Tablo 3). Ca değerlerine ilişkin elde edilen bulgular, Özkan ve ark. (2016) ile uyumlu bulunurken, diğer araştırmacıların bulgularından (Ayayee ve Chivandi, 2018; Migaskó ve ark., 2020; Kamalak ve ark., 2022; Konovalova ve ark., 2024) yüksek bulunmuştur. Kalsiyum hayvanların özellikle iskelet, diş gibi kemik yapılarının önemli bir elementi olup, eksikliğinde genç hayvanlarda kemiklerin yumuşamasına, yaşlı hayvanlarda kemiklerin bozuk şekilli olmasına, kümes hayvanlarında ise yumurtaların ince kabuklu olmasına neden olur (Sabah ve Çelik, 2001).

3.11. Magnezyum (Mg)

Farklı *Quercus* genotiplerinde mineral maddelerden Mg değerleri % 0.01-0.29 arasında değişmiştir (ort. % 0.14). Genotipler arasında en yüksek Mg değeri 8 no'lu *Q. infectoria* subsp. *veneris*'den elde edilirken, bunu istatistiksel olarak benzer grupta yer alan 1 no'lu *Q. brantii* ve 6 no'lu *Q. infectoria* subsp. *veneris* izlemiştir. En düşük Mg değerini ise 2 no'lu *Q. brantii* vermiş ve bunu da istatistiksel olarak benzer grupta yer alan 7 ve 9 no'lu *Q. infectoria* subsp. *veneris* takip etmiştir. Mg değerleri taksonlar bakımından incelendiğinde en yüksek ortalama değer *Q. infectoria* subsp.

veneris'ten (% 0.17) elde edilirken bunu *Q. brantii* (% 0.14), *Q. coccifera*, *Q. variabilis* (% 0.10) taksonları izlemiştir (Tablo 3). Mg değerlerine ilişkin elde edilen bulgular, literatür bulguları (Özkan ve ark., 2016; Migaskó ve ark., 2020; Kamalak ve ark., 2022) ile uyumlu bulunmuştur. Magnezyum, sinir sisteminin aşırı duyarlılığını azaltarak sakinleşmeye yardımcı olduğu için "anti-stres minerali" olarak da bilinir. Enzimlerin harekete geçirilmesi ve kandaki şekerin enerjiye dönüştürülmesinde rol alır. Koyunlarda Mg noksanlığında bacaklarda kasılma, başın geriye doğru kaldırılması şeklinde ortaya çıkan çayır tetanisine neden olur (Ensminger ve ark., 1990).

3.12. Fosfor (P)

Farklı *Quercus* genotiplerinde mineral maddelerden P değerleri % 0.31-0.48 arasında değişmiştir (ort. % 0.38). Genotipler arasında en yüksek P değeri 10 no'lu *Q. infectoria* subsp. *veneris*'den elde edilirken bunu istatistiksel olarak benzer grupta yer alan 6 no'lu *Q. infectoria* subsp. *veneris* ve 3 no'lu *Q. brantii* izlemiştir. En düşük P değerini ise istatistiksel olarak aynı grupta yer alan 2 no'lu *Q. brantii*, 4 ve 5 no'lu *Q. coccifera* ile 7 ve 8 no'lu *Q. infectoria* subsp. *veneris* vermiştir. P değerleri taksonlar bakımından incelendiğinde en yüksek ortalama değer *Q. variabilis* (% 0.42)'ten elde edilirken bunu *Q. infectoria* subsp. *veneris* (% 0.40), *Q. brantii* (% 0.39) ve *Q. coccifera* (% 0.32) taksonları izlemiştir (Tablo 3). P değerlerine ilişkin elde edilen bulgular, Özkan ve ark. (2016) ile uyumlu iken, Kamalak ve ark. (2022), Migaskó ve ark. (2020)'dan yüksek bulunmuştur. Fosfor bitki kuru ağırlığının yaklaşık % 0.2'sini oluşturmakta ve bitkide cereyan eden sayısız fizyolojik ve biyokimyasal reaksiyonlarda görev almaktadır (Theodorou ve Plaxton, 1993). Fosfor noksanlığında, hayvanın iştahının bozulması, büyümenin yavaşlaması, durgunluk, dizlerin içe doğru bükülmesinden kaynaklanan çarpık

bacaklılık gibi belirtiler ortaya çıkmaktadır (Ensminger ve ark., 1990).

3.13. Kalsiyum / Fosfor (Ca/P)

Farklı *Quercus* genotiplerinde mineral maddelerden Ca/P değerleri 2.32-5.55 arasında değişmiştir (ort. 3.99). Genotipler arasında en yüksek Ca/P değeri 5 no'lu *Q. coccifera*'dan elde edilirken bunu istatistiksel olarak benzer grupta yer alan 4 no'lu *Q. coccifera*, 8 no'lu *Q. infectoria* subsp. *veneris* ve 2 no'lu *Q. brantii* izlemiştir. En düşük Ca/P değerini ise 11 no'lu *Q. variabilis* verirken, bunu da istatistiksel olarak benzer grupta yer alan 10 no'lu *Q. infectoria* subsp. *veneris* ve 3 no'lu *Q. brantii* takip etmiştir. Ca/P değerleri taksonlar bakımından incelendiğinde en yüksek ortalama değer *Q. coccifera* (5.45)'dan elde edilirken bunu, *Q. brantii* (3.98), *Q. infectoria* subsp. *veneris* (3.74) ve *Q. variabilis* (2.32) taksonları izlemiştir (Tablo 3). Ca/P değerlerine ilişkin elde edilen bulgular, Özkan ve ark. (2016) ve Kamalak ve ark. (2022) ile uyumlu iken, Ayayee ve Chivandi (2018) ile Migaskó ve ark. (2020)'dan yüksek bulunmuştur. Bir çok araştırmacı hayvan beslemesinde kullanılacak yemlerde Ca:P değerinin büyük önem arz ettiğini ve bu değer 1:1 ile 2:1 arasında olması gerektiğini ve bu değer 2'den fazla olması durumunda hayvanlarda zehirlenmelere yol açacağı vurgulanırken (Ayan ve ark., 2010; Albu ve ark., 2012; Grzegorzcyk ve ark., 2017), Açıkgöz (2001)'ün bildirisine göre Reid ve

Jung (1974) ise, yem bitkilerinde ideal Ca/P değerinin 2.0 olarak kabul edildiğini, bu değer 3-5, hatta daha da fazla olabileceği, ancak yüksek Ca/P değerine sahip bitkilerle beslenen hayvanlarda süt humması ve yem etkinliğinde bir azalmanın görülebileceğini bildirmişlerdir.

3.14. Potasyum/(Kalsiyum+Magnezyum) [K/(Ca+Mg)]

Farklı *Quercus* genotiplerinde mineral maddelerden K/(Ca+Mg) değerleri 1.01-2.59 arasında değişmiştir (ort. 1.61). Genotipler arasında en yüksek K/(Ca+Mg) değeri 10 no'lu *Q. infectoria* subsp. *veneris*'den elde edilirken, bunu istatistiksel olarak farklı grupta yer alan 11 no'lu *Q. variabilis* ve 3 no'lu *Q. brantii* izlemiştir. En düşük K/(Ca+Mg) değerini ise istatistiksel olarak benzer grupta yer alan 4 ve 5 no'lu *Q. coccifera*'dan elde edilmiştir. K/(Ca+Mg) değerleri taksonlar bakımından incelendiğinde en yüksek ortalama değer *Q. variabilis* (2.29)'den elde edilirken bunu, *Q. infectoria* subsp. *veneris* (1.71), *Q. brantii* (1.58) ve *Q. coccifera* (1.07) taksonları izlemiştir (Tablo 3). K/(Ca+Mg) değerlerine ilişkin elde edilen bulgular, Özkan ve ark. (2016) ve Kamalak ve ark. (2022) ile uyumlu iken, Konovalova ve ark. (2024)'nın bulgularından yüksek, Migaskó ve ark. (2020)'nin bulgularından ise düşük çıkmıştır. K/(Ca+Mg) değerinin 2.2'den yüksek olması, hayvanlarda tetani hastalığı riskini oluşturmaktadır (Aydın ve Uzun, 2002).

Tablo 2. *Quercus* (*Q*) genotiplerine ait ham protein (HP), kuru madde (KM), asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF), nötral deterjanda çözünmeyen lif (NDF), asit deterjanda çözünmeyen protein (ADP), sindirilebilir kuru madde miktarı (SKM), kuru madde tüketimi (KMT) ve nispi yem değeri (NYD) ortalamaları ve oluşan gruplar

Genotip	HP (%)	KM (%)	ADF (%)	NDF (%)	ADP (%)	SKM (%)	KMT (%)	NYD
1- <i>Q. brantii</i>	21.67 a	88.52 bc	18.80 e	35.10 e	0.51 e	74.25 a	3.43 b	197.9 b
2- <i>Q. brantii</i>	14.60 d	89.61 a	31.49 a	53.52 a	0.91 a	64.37 f	2.24 e	111.9 f
3- <i>Q. brantii</i>	16.95 c	86.89 de	23.25 d	51.02 abc	0.74 b	70.79 bc	2.35 de	129.1 def
Ort.	17.74	88.34	24.51	46.55	0.72	69.80	2.67	146.3
4- <i>Q. coccifera</i>	12.19 e	86.23 e	27.99 bc	51.59 ab	0.70 bc	67.10 de	2.33 de	121.0 ef
5- <i>Q. coccifera</i>	13.13 de	89.02 ab	27.22 bc	48.15 bcd	0.73 bc	67.70 de	2.52 cde	132.4 def
Ort.	12.66	87.63	27.61	49.87	0.72	67.40	2.43	126.7
6- <i>Q. infectoria</i> subsp. <i>veneris</i>	20.95 a	88.00 c	21.80 de	43.83 d	0.63 cd	71.92 b	2.78 c	155.6 c
7- <i>Q. infectoria</i> subsp. <i>veneris</i>	17.19 c	87.99 c	25.89 cd	50.85 abc	0.77 b	68.73 cd	2.36 de	125.8 ef
8- <i>Q. infectoria</i> subsp. <i>veneris</i>	21.88 a	89.67 a	25.36 cd	25.15 f	0.31 f	69.15 cd	4.77 a	255.8 a
9- <i>Q. infectoria</i> subsp. <i>veneris</i>	19.20 b	89.15 ab	26.95 bc	46.98 bcd	0.87 a	67.91 de	2.56 cd	134.6 cde
10- <i>Q. infectoria</i> subsp. <i>veneris</i>	19.25 b	85.01 f	18.18 f	46.47 cd	0.56 de	74.74 a	2.58 cd	149.6 cd
Ort.	19.69	87.96	23.64	42.66	0.63	70.49	3.01	164.3
11- <i>Q. variabilis</i>	17.85 bc	87.17 d	29.51 ab	53.49 a	0.70 bc	65.91 ef	2.24 e	114.6 ef
Genel Ortalama	17.71	87.93	25.13	46.01	0.67	69.33	2.74	148.0
LSD (0.05)	1.69**	0.66**	2.81**	4.63**	0.08**	2.19**	0.29**	21.75**
CV(%)	5.67	0.45	6.65	5.98	8.32	1.87	6.67	8.70

**; P≤0.01 düzeyinde önemlidir. Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak önemli farklılık bulunmamaktadır

Tablo 3. *Quercus* genotiplerine ait potasyum (K), kalsiyum (Ca), Magnezyum (Mg), posfor (P), Ca/P ve K/(Ca+Mg) değerleri ve oluşan gruplar

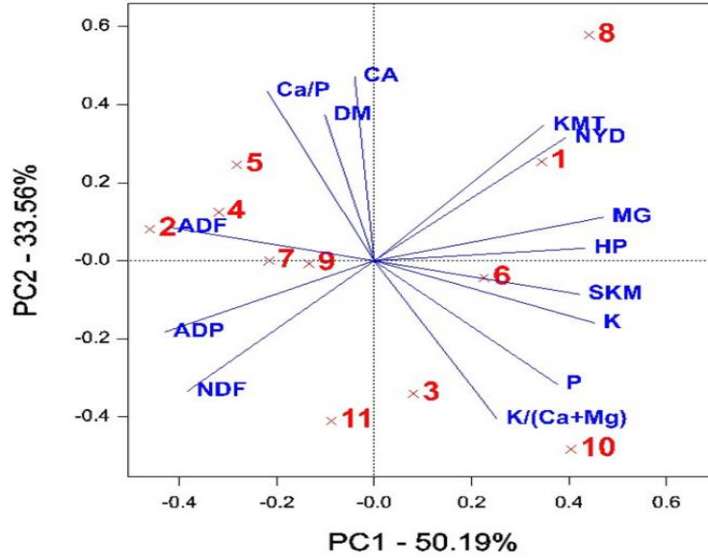
Genotip	K	Ca	Mg	P	Ca/P	K/(Ca+Mg)
1- <i>Q. brantii</i>	2.48 de	1.68 a	0.25 ab	0.42 bc	4.33 cd	1.31 def
2- <i>Q. brantii</i>	1.87 g	1.47 b	0.01 g	0.31 d	4.75 abc	1.27 ef
3- <i>Q. brantii</i>	2.97 bc	1.22 c	0.16 cd	0.43 ab	2.86 efg	2.15 b
Ort.	2.44	1.46	0.14	0.39	3.98	1.58
4- <i>Q. coccifera</i>	1.84 g	1.71 a	0.11 de	0.32 d	5.34 ab	1.01 g
5- <i>Q. coccifera</i>	2.03 fg	1.71 a	0.09 def	0.31 d	5.55 a	1.13 fg
Ort.	1.94	1.71	0.10	0.32	5.45	1.07
6- <i>Q. infectoria</i> subsp. <i>veneris</i>	2.72 cd	1.47 b	0.25 ab	0.44 ab	3.35 ef	1.58 c
7- <i>Q. infectoria</i> subsp. <i>veneris</i>	2.05 fg	1.45 b	0.04 fg	0.33 d	4.38 bcd	1.39 cde
8- <i>Q. infectoria</i> subsp. <i>veneris</i>	3.10 b	1.73 a	0.29 a	0.36 cd	4.81 abc	1.53 cd
9- <i>Q. infectoria</i> subsp. <i>veneris</i>	2.26 ef	1.49 b	0.06 efg	0.40 bc	3.76 de	1.46 cde
10- <i>Q. infectoria</i> subsp. <i>veneris</i>	3.50 a	1.15 c	0.20 bc	0.48 a	2.40 fg	2.59 a
Ort.	2.73	1.46	0.17	0.40	3.74	1.71
11- <i>Q. variabilis</i>	2.45 de	0.98 d	0.10 def	0.42 b	2.32 g	2.29 b
Genel Ortalama	2.48	1.46	0.14	0.38	3.99	1.61
LSD (0.05)	0.35**	0.10**	0.06**	0.04**	0.95**	0.22**
CV(%)	8.49	4.22	28.16	9.01	14.32	8.83

**; P≤0.01 düzeyinde önemlidir. Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak önemli farklılık bulunmamaktadır

3.15. Özellikler arası ilişkinin biplot analizi ve korelasyon analizi ile değerlendirilmesi

Scatter plot biplot grafikleri, özellikler arasındaki ilişkiyi görsel olarak birbirine yakınlıklarını gösterebilirken, özellikler arasındaki ilişkinin önemlilik seviyesini

göstermemektedir. Bu nedenle korelasyon analizine ihtiyaç duyulmaktadır. Araştırmada incelenen özellikler arası ilişkiyi önemlilik düzeyine göre belirlemek amacıyla pairwise korelasyon analizi yapılmıştır (Tablo 4).



Şekil 1. Özellikler arası ilişkinin biplot analizi ile gösterimi. Kısaltmalar: **1-*Q. brantii***, **2-*Q. brantii***, **3-*Q. brantii***, **4-*Q. coccifera***, **5-*Q. coccifera***, **6-*Q. infectoria* subsp. *Veneris***, **7-*Q. infectoria* subsp. *Veneris***, **8-*Q. infectoria* subsp. *Veneris***, **9-*Q. infectoria* subsp. *Veneris***, **10-*Q. infectoria* subsp. *Veneris***, **11-*Q. variabilis***.

Scatter plot biplot tekniği ile incelenen özellikler ve *Quercus* türleri arasındaki ilişki Şekil 1’de yer almaktadır. Yapılan biplot analizinde iki boyutlu PCA skoru PC1 % 50.19 ve PC2 % 33.56, toplam varyasyonun (PC1+PC2) ise % 83.75 olduğu kaydedilmiştir. Vektörlerle gösterimde vektörler arasındaki açının daralması söz konusu parametreler arasında olumlu ve yüksek korelasyon olduğunu (ADP ile NDF, Mg ile HP, DM ile Ca) ve özelliklerin birbirlerine yakın konumda olduğunu göstermektedir (Yan ve Tinker, 2006; Başbağ ve ark., 2021). Görseldeki vektörler arasındaki açı görünümünün genişlemesi özellikler arasındaki korelasyonun zayıflığını (K ile Ca, KMT ile SKM) ve açının 90 °C’e eşit olması özellikler arasında ilişki olmadığını kanıtlamaktadır. Görselde koordinat düzleminin tersi yönde konumlanan Ca, DM, Ca/P, ADF, ADP ve NDF değerlerinin diğer özellikler ile negatif ilişki içerisinde olduğunu göstermektedir (Şekil 1). Başbağ ve ark., (2021) yaptıkları çalışmada ADF ile NDF ve Ca, Mg ve ham proteinin birbiriyle pozitif korelasyon gösterdiğini,

ancak SKM ile DM arasında negatif korelasyon olduğunu saptamışlardır.

Scatter plot biplot grafikleri özellikler arasındaki ilişkiyi görsel olarak birbirine yakınlıklarını gösterebilirken özellikler arasındaki ilişkinin önemlilik seviyesini göstermemektedir. Bu nedenle korelasyon analizine ihtiyaç duyulmaktadır. Araştırmada incelenen özellikler arası ilişkiyi önemlilik düzeyine göre belirlemek amacıyla pairwise korelasyon analizi yapılmıştır (Tablo 4). Yapılan korelasyon analizinde ise; HP ile KMT, NYD ve P, DM ile ADF, KMT, K ve K/(Ca+Mg), ADF ile K ve K/(Ca+Mg), NDF ile ADP, KMT ile NYD ve Mg, K ile K/(Ca+Mg), Ca ile Ca/P arasında olumlu ve çok önemli ilişki bulunurken, KM ile NYD, SKM ile P ve NYD ile P arasında olumlu ve önemli ilişki bulunmuştur. Ayrıca, HP ile NDF, ADP ve Ca/P, KM ile NDF, SKM ve Ca, ADF ile SKM, NDF ile KMT, NYD ve Mg, ADP ile KMT, NYD, SKM ile K ve K/(Ca+Mg), Ca ile K/(Ca+Mg), P ile Ca/P, Ca/P ile K/(Ca+Mg) arasında olumsuz ve çok önemli, ADF ve ADP ile P arasında ise olumsuz ve önemli ilişkiler bulunmuştur.

Tablo 4. Korelasyon analizi sonuçları

Özellikler	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. HP	1.00	0.09	-0.63	-0.71	-0.61	0.63	0.65	0.71	0.68	-0.12	0.62	0.67	-0.48	0.39
2. KM	0.09	1.00	0.41	-0.33	0.09	-0.41	0.37	0.28	-0.40	0.55	-0.05	-0.54	0.57	-0.61
3. ADF	-0.63**	0.41*	1.00	0.49	0.58	-1.00	-0.35	-0.49	-0.72	0.04	-0.67	-0.69	0.38	-0.40
4. NDF	-0.71**	-0.33**	0.49	1.00	0.86	-0.49	-0.98	-0.99	-0.49	-0.48	-0.74	-0.19	-0.13	0.07
5. ADP	-0.61	0.09	0.58**	0.86**	1.00	-0.58	-0.85	-0.89	-0.64	-0.22	-0.80	-0.34	0.06	-0.20
6. SKM	0.63**	-0.41**	-1.00**	-0.49**	-0.58**	1.00	0.35	0.49	0.72	-0.04	0.67	0.69	-0.38	0.40
7. KMT	0.65**	0.37**	-0.35**	-0.98**	-0.85**	0.35**	1.00	0.99	0.46	0.46	0.68	0.10	0.17	-0.08
8. NYD	0.71**	0.28	-0.49**	-0.99**	-0.89**	0.49**	0.99**	1.00	0.53	0.43	0.74	0.21	0.10	-0.02
9. K	0.68**	-0.40*	-0.72**	-0.49**	-0.64**	0.72**	0.46**	0.53	1.00	-0.39	0.65	0.77	-0.65	0.78
10. Ca	-0.12	0.55**	0.04	-0.48**	-0.22	-0.04	0.46**	0.43**	-0.39	1.00	0.20	-0.59	0.88	-0.87
11. Mg	0.62**	-0.05	-0.67**	-0.74**	-0.80**	0.67**	0.68**	0.74**	0.65**	0.20	1.00	0.37	-0.08	0.20
12. P	0.67**	-0.54**	-0.69**	-0.19	-0.34	0.69**	0.10	0.21	0.77	-0.59**	0.37**	1.00**	-0.89	0.78
13. Ca/P	-0.48**	0.57**	0.38*	-0.13	0.06	-0.38*	0.17	0.10	-0.65	0.88**	-0.08**	-0.89**	1.00	-0.91
14. K/(Ca+Mg)	0.39*	-0.61**	-0.40*	0.07	-0.20	0.40*	-0.08	-0.02	0.78	-0.87**	0.20**	0.78**	-0.91**	1.00

*; P≤0.05, **; P≤0.01 düzeyinde önemlidir.

4. Sonuçlar

Araştırma sonucunda, incelenen bazı önemli yem kalite parametreleri (HP, ADF, NDF, SKM, KMT ve NYD) bakımından en yüksek değerler *Q. infectoria* subsp. *veneris* taksonundan elde edilirken, bunu sırasıyla *Q. brantii*, *Q. variabilis* ve *Q. coccifera* taksonları takip etmiştir.

Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulduklarını, 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 çalışma, Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü (DÜBTAM) tarafından ZİRAAT.23.028 no'lu proje ile desteklenmiştir.

Açıklama

Bu çalışma, ilk yazarın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

Açıkgöz, E., 2001. Yem Bitkileri. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 182. Vipaş A.Ş. Yayın No:58, Bursa.

Anonim, 2001. Tarımsal değerleri ölçme denemeleri teknik talimatı, Fiğ türleri (*Vicia L. species*). Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tohumluk Tescil ve

Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü, Ankara.

- Akbağ, H.I., 2013. Katırtırnağı (*Spartium Junceum*), Kermes Meşesi (*Quercus coccifera*), Deniz Üzümü (*Ephedra major*), Akçakesme (*Phillyrea latifolia*) Bitkilerinin Keçiler İçin Besleme Potansiyeli. Doktora Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Albu, A., Pop, I.M., Radu-Rusu, C., 2012. Calcium (Ca) and phosphorus (P) concentration in dairy cow feeds. *University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Iasi*, 57(17): 70-74.
- Ammar, H., López, S., González, J.S., 2005. Assessment of the digestibility of some Mediterranean shrubs by in vitro techniques. *Animal Feed Science and Technology*, 119(3-4): 323-331.
- Ataşoğlu, C., Şahin, S., Canbolat, Ö., Baytekin, H., 2010. The effect of harvest stage on the potential nutritive value of kermes oak (*Quercus coccifera*) leaves. *Livestock Research for Rural Development*, 22(2): 182-185.
- Aşçı, Ö.Ö., Acar, Z., 2018. Kaba yemlerde kalite. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Yayınları, Ankara.
- Ayan, I., Mut, H., Asci, O.O., Basaran, U., Acar, Z., 2010. Effect of manure application on the chemical composition and nutritive value of rangeland hay. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(13): 1852-1857.

- Ayayee, E., Chivandi, E., 2018. *Quercus Robur* (English Oak) Seed: A Potential Energy, Oleic and Cis-Linoleic Acid Rich Nutritional Supplement in South Africa. *Pakistan Journal of Botany*, 50(5): 1907-1912.
- Aydın, İ., Uzun, F., 2002. Çayır-Mera Amenajmanı ve Islahı. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı No:9, Samsun.
- Basbag, M., Cacan, E., Sayar, M.S., Karan, H., 2017. Some shrub and tree taxa in the grassland-pasture and natural vegetation of Turkey. *Middle East Journal of Science*, 3(2): 115-128.
- Başbağ, M., Sayar, M.S., Çağan, E., 2021. Kargı kamışı (*Arundo donax* L.) bitkisinde farklı biçim zamanlarının ot verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi, (Ed: İ. Cengizler, S. Duman) Ziraat, Orman ve Su Ürünlerinde Araştırma ve Değerlendirmeler-I, Gece Kitaplığı, Ankara, s. 35-50.
- Bıçakçı, E., Türk, M., 2024. Determination of seasonal changes of feed value of common grazable species in aşağı gökdere macquis shrublands. *Turkish Journal of Range and Forage Science*, 5(1): 56-66.
- Budak, F., Budak, F., 2014. Yem bitkilerinde kalite ve yem bitkileri kalitesini etkileyen faktörler. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 7(1): 01-06.
- Çetik Yeşilova, E. Başbağ, M., 2024. Determination of herbage quality characteristics in some *Trigonella* species in meadow-pasture and natural vegetation of the Southeastern Anatolia region. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 8(1): 15-24.
- Elahi, M.Y., Rouzbehan, Y., 2008. Characterization of *Quercus persica*, *Quercus infectoria* and *Quercus libani* as ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, 140(1-2): 78-89.
- Ensminger, M.E., Oldfield, J.E., Heinemann, W.W., 1990. Feeds & nutrition, second edition. The Ensminger Publishing Company, California, U.S.A., pp. 890.
- Genstat, 2009. Genstat for Windows (12th Ed.) Introduction. Vsn International, Hemel Hempstead.
- Gökkuş, A., 2019. Organik hayvancılığının kaba yem kaynakları: çayır-mera ve çalılı alanlar. *Türkiye 6. Organik Tarım Sempozyumu (Uluslararası Katılımlı)*, Kongre Bildiriler Kitabı, 6-14 Mayıs, İzmir.
- Grzegorzczak, S., Alberski, J., Olszewska, M., Grabowski, K., Bałuch-Matecka, A., 2017. Content of calcium and phosphorus and the ca:p ratio in selected species of leguminous and herbaceous plants. *Journal of Elementology*, 22(2): 663-669.
- Kacar, B., 2005. Potasyumun bitkilerde işlevleri ve kalite üzerine etkileri. *Tarımda Potasyumun Yeri ve Önemi Çalıştayı*, 3-4 Ekim, Eskişehir, s.209.
- Kamalak, A., Hassan, K.G., Ameen, S.M., Zebari, H.M., Hasan, A.H., Aslan, F., 2015. Determination of chemical composition, potential nutritive value and methane emission of oak tree (*Quercus coccifera*) leaves and nuts. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 4(1): 1-5.
- Kamalak, A., Özkan, Ç.Ö., Yılmaz, K., 2022. Effect of species on macro and micro mineral composition of some shrub leaves with respect to sheep requirements. *Black Sea Journal of Agriculture*, 5(2): 87-90.
- Kilic, Ü., Boga, M., Guven, I., 2010. Chemical composition and nutritive value of oak (*Quercus robur*) nut and leaves. *Journal of Applied Animal Research*, 38(1):101-104.
- Konovalova, O., Omelkovets, T., Hurtovetko, I., Kalista, M., Shcherbakova, O., Natalia S., 2024. Study of the mineral element content of red oak (*Quercus rubra* L.) in comparison with soil. *Journal of the Faculty of Pharmacy*, 48(2): 608-620.

- Kökten, K., Kaplan, M., Turan, V., Kale, H., Çaçan, E., Kardeş, Y.M., Tutar, H., Tal, E., 2017. Farklı Meşe Palamudu Türlerinin (*Quercus* sp.) Hayvan Besleme Özellikleri. *12.Tarla Bitkileri Kongresi*, Kahramanmaraş, Elektronik Kongre Kitabı Poster Bildiriler, s. 236-240.
- Kutlu, H.R., 2008. Yem Değerlendirme ve Analiz Yöntemleri Ders Notları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Adana.
- Migaskó, H.S., Ecséri, K., Pető, J., 2020. Nutrient composition of oak acorn flour. *Gradus*, 7(2): 50-52.
- Morrison, J.A., 2003. Illinois Agronomy Handbook. Hay and Pasture, Chapter 6. Rockford Extension Center.
- Reid, R.L., Jung, G.A., 1974. Effects of Elements other than nitrogen on the nutritive value of forage. In: D.A Mays (Ed.) Forage Fertilization, ASA Pub. p. 395-435.
- Sabah, E., Çelik, M.Y., 2001. İsehisar (Afyon) mermer artıklarının hayvan yemi katkı maddesi olarak kullanılabilirliğinin araştırılması. *Türkiye III. Mermer Sempozyumu* (Mersem 2001), Kongre Bildiriler Kitabı, 3-5 Mayıs, Afyon.
- 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: 59-67.
- Seydoşoğlu, S., Çaçan, E., Sevilmiş, U. 2019. Determination of botanical composition yield and pasture quality rating of infertile pastures in Kozluk district of Batman province of Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28 (4A):3388-3394
- Seydoşoğlu, S., Kökten, K., Saruhan, V., Sevilmiş, U. 2019. Status and health of some natural pastures in south east anatolia region of Turkey. *Range Management and Agroforestry*, 40(2): 181-187
- Seydoşoğlu, S., Başbağ, M., 2024. Herbage quality of eight native hordeum ecotypes collected from natural grassland & pasture ecology of southeastern Anatolia. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 34(3): 462-474.
- Tekçe, E., Gül, M., 2014. Ruminantların beslenmesinde ADF ve NDF'nin önemi. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 9(1): 63-73.
- Theodorou, M.E., Plaxton, W.C., 1993. Metabolic adaptations of plant respiration to nutritional phosphate deprivation. *Plant physiology*, 101(2): 339-344.
- Türel, A.O., Buğdaycı, K.E., 2020. Nutrient content and in vitro digestibility of kermes oak (*Quercus coccifera* L.) growing in the provincial borders of Burdur. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 67: 95-100.
- Ozkan, C.O., Atalay, A.I., Kurt, O., Kamalak, A., 2016. Effect of species on macro and micro mineral composition of oak leaves with respect to sheep requirements. *Livestock Research for Rural Development*, 28(6): 2016.
- Özcan, T., 2006. Total protein and amino acid compositions in the acorns of Turkish *Quercus* L. taxa. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 53: 419-429.
- Yaltrık, F., 1984. Türkiye Meşeleri Teşhis Kılavuzu. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Genel Müdürlüğü Yayını. Yenilik Basımevi, İstanbul.
- Yan W., Tinker N.A., 2006. Biplot analysis of multienvironment trial data: Principles and applications. *Canadian Journal of Plant Science*, 86: 623-645.
- Yüksel, O., Duru, A.A., 2019. Uşak ili doğal vejetasyonlarında bulunan bazı çalı türlerinin besin maddesi içeriklerinin dönemsel değişimi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(2): 324-331.

Atıf Şekli: Avcı, M.E., Başbağ, M., 2024. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Çayır-Mera ve Doğal Vejetasyonlarında Yer Alan Bazı *Quercus* Genotiplerinin Ot Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *MAS Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 9(Özel Sayı): 741–753.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.13908064>.

To Cite: Avcı, M.E., Başbağ, M., 2024. Determination of Forage Quality Characteristics of Some *Quercus* Genotypes in Pastures and Natural Vegetation in Southeastern Anatolia Region. *MAS Journal of Applied Sciences*, 9(Special Issue): 741–753.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.13908064>.

MAS Journal of Applied Sciences
Uygulamalı Bilimler Dergisi

ISSN: 2757-5675
masjaps.com

OPEN ACCESS

DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.13908098>

Araştırma Makalesi / Research Article

Design and Analysis of an Automotive Differential by Changing the Final Reduction Ratio

Ayşe Rana BEKDİK¹, Abdullah Engin ÖZÇELİK^{1*}

¹ Selcuk University, Faculty of Technology, Department of Mechanical Engineering, Konya

*Corresponding author: ozcelik@selcuk.edu.tr

Received: 14.06.2024

Accepted: 30.07.2024

Abstract

Differential gear system is called the system used due to the different amounts of distance traveled by the wheels of the vehicles while cornering. Differential is designed according to the road handling performance and some features of the vehicles. Differential types differ due to needs. In fact, they all have the same function. In the differential gear system, hypoid bevel gears are preferred instead of spur gears. The differential mechanism is a gear system that transmits the movement of the drive shaft to the wheel, reduces its speed and increases its torque, and ensures the ease of the first movement in the vehicle. In the hypoid gear type, since the gear axes are perpendicular to each other, the center of gravity of the vehicle is moved closer to the ground, improving the handling of the vehicle. The use of any of the bevel gear groups of the ring gear and pinion gear is preferred because it reduces vibration and noise caused by friction. Commonly available automobile differentials have a maximum reduction ratio of 6. This is because designing an automotive differential with a reduction ratio greater than 6 results in a bulky design that is impossible to position with the limited space available. Also, increasing the size of the differential can lead to excessive unwanted weight. Most land vehicles have differentials with reductions of 3 or 4. Commercially speaking, it is almost impossible to find a differential with a reduction greater than 6. Most manufacturers introduce an additional single-speed gearbox, but this would complicate the design and increase service costs. The aim of this study is to design and analyze a differential with different reduction ratios. The article includes a force-based analysis performed in Adams and Ansys Simulation, as well as all calculations to prove the success of the design. In this study, changes were made in the cycle ratio by keeping the ring gear constant and taking into account the changes in the number of pinion gears. As a result of mathematical calculations and analysis, a decrease was observed in the normal module value as the cycle ratio increased. A quieter working environment was provided by using hypoid gears instead of spur gears in the design. As the distance between the axes increased, the mirror helix angle decreased and the efficiency decreased. As a result of the analyses, it was possible to intervene earlier in problems that may be observed during and after the production process.

Keywords: Differential gearbox, gear, speed-torque, final reduction ratio

1. Introduction

When the vehicle rounds the bend, all wheels tend to rotate at different speeds. When rounding, the wheels on the inside of the bend take a shorter distance than the wheels on the outside. Wheels that travel shorter distances have slower speeds (Boos and Koepf, 1992). This means that in a bend, for example, if you want to turn right, the rear wheel on the right should turn less and the rear wheel on the left should turn more (compared to a rear-wheel drive). If the two wheels rotate equally, there will be a strain on the rotation of the vehicle and the axles will break. The differential is a mechanical gear system that senses this necessity and transmits power according to the speed balance between the two wheels on one axle (Leske and Schaffler, 1994). The differential transmits engine power to the wheels. The rotational movement of the

engine is adjusted according to the speed in the transmission and transferred to the differential. In rear-wheel drive vehicles, the differential movement is transferred to the wheels by rotating them 90 degrees (Matsuna et al., 2000).

The differential gear box ensures that the wheel on the inside rotates slower than the wheel on the outside when the vehicle is rounding the bend. This makes rounding safer (Wang et al., 2019). During rotation, the wheels on the inside and outside rotate around a certain circle axis. As shown in Figure 1, the wheel on the outside on the rotation axis will rotate on the circle axis with a larger diameter than the wheel on the inside. If there were no differential, the wheels on the inside and outside would rotate at the same speed and drag would occur on the wheels (Kryger, 2007; Erjavec and Ken, 2015).

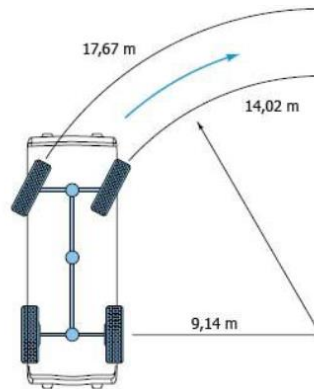


Figure 1. The condition of the vehicle's wheels when rounding the bend (Kryger, 2007).

1.1. Differential working principle

While the vehicle is traveling straight, the ring gear, which receives the movement from the gear ring, rotates the differential gear box. Along with the box, the axle and spider gears inside also rotate. Gears cannot rotate around their own axes (Demir and Başığmez, 2022).

When the vehicle is rounding a bend, the wheel on the outside of the vehicle must turn faster than the wheel on the inside. Because the wheels on the outside have to cover a longer distance (Heinz, 1999).

During a bend, the wheel on the outside rotates faster due to the path it will take, which causes the wheel axle on the outside to rotate faster (Heinz, 2002).

From the moment the vehicle starts to round a bend, the load on the wheels on the inside and the fact that the wheels on the outside have to cover a greater distance than the other wheels cause the internal gear axle speed to be reduced. For example, let's imagine that the car's wheel on the inside stops on a sharp bend. When the wheel in the bend stops, the axle gear will also

remain stationary (Ordu, 2018; Dündar, 2022). When the axle gears are fixed, the spider gears, which perform the rotation with the ring, rotate around their axes by rolling on the fixed axle gear. Thanks to this working system, the spider gears rotate on their own axis together with the rotating box around the ring and rotate around the fixed axle gear (Hancock et al., 2005). By rotating the spider gears around their own axes, the axle gear on the wheel on the outside is enabled to rotate faster than the spider gear. Because the axle gear on the wheel on the outside performs the rotation around its axis due to the rotation performed by the differential gears and the spider gears.

1.2. Differential and traction power

There are two factors that determine the value of torque that can be applied to the wheels. One of them is defined as equipment and the other as traction power (Çetinkya, 2023). Traction power is high on smooth roads. The torque applied to the wheels can be limited by the gearbox and engine. When traction is weak on slippery roads, the torque produced is limited to the maximum extent to prevent the wheels from slipping on slippery surfaces.

Increasing the speed of the vehicle during wheel slippage in a bend causes the wheel to slip more quickly and at a higher speed. The highest torque value is limited to the highest value that will not cause the wheel to slip in its current position. However, if the wheels with high traction reach a very low amount of torque that can be applied to the wheel with low traction on slippery road, the vehicle has difficulty in moving. When any of the front or rear wheels lose contact with the ground, the wheels will try to rotate in the air and the motion transmission will be interrupted. To solve such problems, LSD (limited slip differential) and locked differential systems have been developed (Bahçekapılı, 2008).

1.3. Final reduction ratio

The reduction ratio of the gears is the ratio of the torque transmitted to the shaft (FR vehicles rear-wheel drive) or to the pinion gear driving the output shaft (FF

vehicles front-wheel drive) to the engine torque and vehicle speed, which can vary depending on the transmission. In other words, the reduction ratio of the differential (final gears) is called the final reduction ratio (Huchtkoetter and Klein, 1996; Schmid et al., 2013).

The final reduction ratio is determined by taking into account the power of the vehicle engine, the weight of the vehicle, the acceleration capability of the vehicle. The final reduction ratio is selected between 3-5 for speed-oriented vehicles and between 5-8 for heavy vehicles such as vans and trucks preferred for load carrying (Erjavec and Ken, 2015).

1.4. Impact of differential ratio differences on the vehicle

Automobile manufacturers determine the differential ratio according to the area of use, depending on the expected usage characteristics of the vehicles (Topaç, 2010). For example, different types of differentials are used in off-road vehicles and speed-oriented vehicles. Depending on the conditions in which the vehicle will be used, vehicle type and engine power, differential ratios can start from 2:1 and go up to 12:1. However, the vehicles we encounter in everyday life usually have a ratio of 3:1 to 4:1. Automobile manufacturers produce automobiles between these ratios in order to maintain a balance between the high performance and low fuel consumption criteria desired by the user (Behrooz and Crolla, 2012).

The higher the difference in rotation between the gears, the lower the gear ratio will be (e.g. 4.7:1)

- Good acceleration
- Traction increase
- Low max. speed
- High fuel consumption
- Mostly cargo carrier vehicles and Off-Road vehicles
- As the difference in rotation amount between gears decreases, the gear ratio will increase (Ex. 2.3:1).
- Bad acceleration
- Poor traction

- Low max. speed
- Low fuel consumption

Engines with low power may not be able to handle it and it is mostly used in high power engines (Wang et al., 2019).

The aim of this study is to design and analyze differentials with different reduction ratios. The article includes a force-based analysis performed in Adams and Ansys simulation, as well as all calculations to prove the success of the design.

2. Material and Method

2.1. Dimensioning of hypoid gears

Hypoid gears are frequently used in vehicle mechanisms, and hypoid gears have

similar characteristics to bevel gears. They transmit power and movement between shafts that are 90° to each other and whose axes do not intersect. The surface of the gear makes a sliding movement in the direction of the width of the gear. The teeth of hypoid gears are curved and hardened by heat treatment (Akkurt, 2000; Arslan, 2011).

Three methods are used for opening curvilinear bevel gears: Gleason, Klingelnberg and Oerlikon. In the Oerlikon method, in Figure 2, the tool head rotates around its own axis and this center is continuously rolled on a circle that is concentric with the center of the plan gear. In this way, all gears are opened.

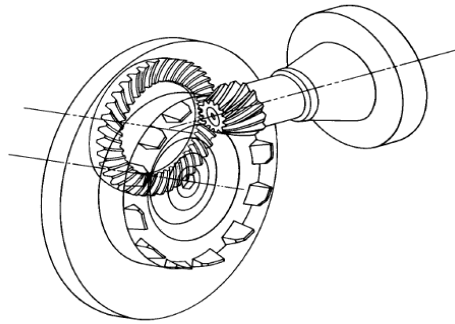


Figure 2. Machining of hypoid gear by oerlikon method (Xuan, 2024)

By changing its position on the axis, the value of the contact surfaces on the outer sidewall is obtained. In short, large forces are transferred. The sizing of the large diameter hypoid gear is realized according to the data of the machine. To achieve a noiseless movement with minimum wear, the outer sidewalls of the gears must be in contact with the ring section of the gears. (Schmid et al., 2013).

2.2. Hypoid gear calculation

The hypoid gear design consists of two parts. During the initial design, values are selected based on similar characteristics found in the literature. Geometric values are obtained according to the initial design data. During the second design, the data and geometric values from the first design are checked to ensure that the calculation data are safe (Waldron and Kinzel, 2016; Altındağ, 2020).

The hypoid gear design consists of two parts. During the initial design, values are selected based on similar characteristics found in the literature. Geometric values are obtained according to the initial design data. During the second design, the data and geometric values from the first design are checked to ensure that the calculation data are safe (Moldovean, 2007).

Calculations

Surface Pressure (B_{zul})

Surface pressure was calculated as

$$\begin{aligned}
 B_{zul} &= f_B \frac{k_0 \cdot y_G \cdot y_H}{C_s \cdot S_G^{0,5}} \\
 &= 0,20 \frac{5 \cdot 1 \cdot 0,895}{1,5 \cdot 1,6^{0,5}} \\
 &= 0,396
 \end{aligned}$$

Pinion average segment circle diameter (d_{m1})

$$d_{m1} \geq 113 \sqrt{\frac{P \cdot F_d}{n \cdot B_{zul}}} \geq 113 \sqrt{\frac{11,2 \cdot 1,5}{875 \cdot 0,396}} \geq 41,19 \text{ value is found.}$$

Ring gear angle (δ_2)

$$tg \delta_2 = \frac{dm_2}{2a} - \frac{dm_2}{2a} \cdot \frac{z_1}{z_2} + \frac{z_1}{z_2}$$

found as

$$tg \delta_2 = \frac{193}{2,35} - \frac{193}{2,35} \cdot \frac{8}{47} + \frac{8}{47} =$$

$$2,458 \quad \delta_2 = 67,86^\circ$$

$$\sin \varphi \approx \frac{2 \cdot a}{dm_2} \approx \frac{3,35}{193} \quad \text{found as } \varphi : 21,22^\circ$$

Mismatch angle (φA)

Calculated as $\varphi A : arctg (tg \varphi \cdot \sin^2 \cdot \delta_2) : arctg (tg 21,22 \sin^2 67,86)$
 $\varphi A : 18,42^\circ$

Pinion gear cone angle (δ_1)

$$\delta_1 : \arcsin(\cos \delta_2 \cdot \cos \varphi A) : \arcsin(\cos 67,86 \cdot \cos 18,42)$$

calculated as $\delta_1 : 20,95^\circ$

Contact angle (φP)

φP

$$: arctg (tg \varphi \cdot \sin \delta_2)$$

$$: arctg (tg 21,22 \sin 67,86)$$

found as $\varphi P : 19,78^\circ$

Spiral angles (β_1 ve β_2)

$$tg \beta_1 : (i \left(\frac{dm_1}{dm_2} \right) - \cos \varphi P) / \sin \varphi P$$

$$tg \beta_1 : (5,875 \left(\frac{41,19}{193} \right) - \cos 19,78) / \sin 19,78$$

found as $\beta_1 : 42,75^\circ$

$$\beta_2 : \beta_1 - \varphi P : 42,75 - 19,78$$

found as $\beta_2 : 22,97^\circ$

Normal module (m_{mn})

The modulus is the first factor that determines gear strength, the ability to transfer power. There are different ways to determine the module of gears. For example, one way is to determine the

module after determining the number of gears. After the approximate determination of parameters such as the material, the number of teeth on the gear and the tooth width of the gear, the module is calculated. In helical gear type, the normal module value is determined by dividing the average pitch circle diameter by the number of d_{m2} teeth and then multiplying the helix angle of the gear (Arslan, 2011).

$$\text{Calculated as } m_{mn} : \cos \beta_2 \cdot \frac{dm_2}{z_2} : \cos 22,97$$

$$\cdot \frac{193}{47}$$

$$m_{mn} : 3,78 \text{ mm}$$

Ring gear tooth width (b_2)

$$b_2 \leq 0,18 \cdot d_{m2}$$

$$b_2 \leq 0,18 \cdot 193 \quad b_2 : 33 \text{ mm}$$

Pinion gear tooth width (b_1)

$$b_1 \approx \frac{b_2}{\cos \varphi P} + 3 \cdot m_{mn} \cdot tg \varphi P$$

$$b_1 \approx \frac{33}{\cos 19,78} + 3 \cdot 3,78 \cdot tg 19,78$$

$$b_1 \approx 39,14 \quad b_1 : 39 \text{ mm}$$

If we check the normal module formula;

$$\text{it is found as } m_{mn} : \cos \beta_1 \cdot (d_{m1} / z_1) : \cos 42,75 (41,19 / 8) : 3,78 \text{ mm}$$

2.3. Calculation of tooth dimensions

The formulas

$$h_k : 1 \cdot m_{mn}$$

$$h_f : 1,25 \cdot m_{mn}$$

$h : h_k + h_f$ are used.

According to the formulas above ;

$$h_k : 3,78 \text{ mm} , h_f : 4,725 \text{ mm} \text{ and } h : 8,505 \text{ mm} \text{ are found.}$$

2.4. Equivalent spur gear calculations for hypoid gear wheels

Rolling circle diameter (d_e)

$$de_1 = \frac{d_{m1}}{\cos \Delta \alpha \cdot \cos \delta_1}$$

$$de_1 = \frac{41,19}{1 \cdot \cos 20,95} = 44,10 \text{ mm}$$

$$re_1 = \frac{d_{e1}}{2} = \frac{44,10}{2} = 22,05 \text{ mm bulunur.}$$

$$de_2 = \frac{d_{m2}}{\cos \Delta \alpha \cdot \cos \delta_2 \cdot \cos^2 \varphi P}$$

$$d_{e2} = \frac{213}{1. \cos 67,86 . \cos^2 19,78} = 578,34 \text{ mm}$$

$$r_{e2} = \frac{d_{e2}}{2} = \frac{578,34}{2} = 289,17 \text{ mm bulunur.}$$

Equivalent tooth numbers (z_e)

$$z_{e1} = \frac{z_1}{\cos \Delta \alpha . \cos \delta_1} = \frac{8}{1. \cos 20,95} = 8,56 \text{ mm}$$

$$z_{e2} = z_{e1} \frac{d_{e2}}{d_{e1}} = 8,56 \frac{578,34}{44,1} = 112,25 \text{ mm}$$

Geometric connections (α_e)

$$\text{tg } \alpha_e = \frac{\text{tg } \alpha_n}{\cos \beta_1} = \frac{\text{tg } 20}{\cos 42,75}$$

found as $\alpha_e = 26,36^\circ$

Step (t_e)

$$t_e = m_e . \pi . \cos \alpha_e = 5,14 . \pi . \cos 26,36$$

$$t_e = 14,46 \text{ mm}$$

Equivalent number of teeth in the taxonomy circle (Z_n)

As the helix angle increases, the required number of teeth (z_1) decreases proportionally to avoid root cutting.

$$Z_{1n} = (Z_{1e} . \cos \Delta \alpha) / (\cos^2 \beta_g . \cos \beta_1)$$

$$Z_{1n} = (8,56 . 1) / (0,593 . \cos 42,75) = 19,75$$

$$Z_{2n} = (Z_{2e} . \cos \Delta \alpha) / (\cos^2 \beta_g . \cos \beta_2)$$

$$Z_{2n} = (112,25 . 1) / (0,593 . \cos 22,97) = 205,59$$

Diameters of equivalent taxonomy circles (d_n)

While calculating the equivalent taxonomy circle diameters, the equivalent taxonomy diameters of the ring gear and pinion gear are obtained by multiplying the normal module and the number of teeth.

$$d_{1n} = m_{mn} . Z_{1n} = 3,78 . 19,78 = 74,65 \text{ mm}$$

found as $d_{2n} = m_{mn} . Z_{2n} = 3,78 . 205,59 = 777,13 \text{ mm}$

$$r_{1n} = d_{1n} / 2 = 74,65 / 2 = 37,32 \text{ mm}$$

found as $r_{2n} = d_{2n} / 2 = 777,13 / 2 = 388,56 \text{ mm}$

Equivalent tooth top circle radii (r_k)

$$r_{k1} = r_{1n} + h_{k1} = 37,32 + 4,3 = 41,62 \text{ mm}$$

$$r_{k2} = r_{2n} + h_{k2} = 388,56 + 3,1 = 391,66 \text{ mm}$$

bulunur.

Equivalent tooth bottom circle radii (r_f)

$$r_{f1} = r_{1n} - h_{f1} = 37,32 - 4 = 33,32 \text{ mm}$$

$$r_{f2} = r_{2n} - h_{f2} = 388,56 - 5,2 = 383,36 \text{ mm}$$

2.5. Positioning of spider and axle gears

The arrangement of the spider and axle gears inside the differential gearbox and connected to the ring gear is shown in Figure 3.

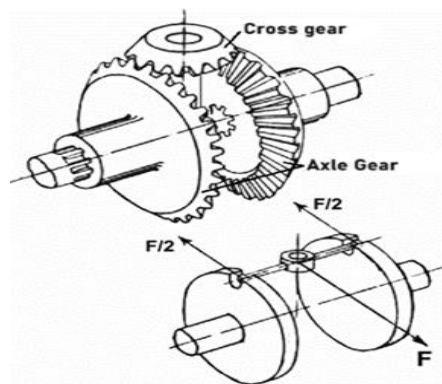


Figure 3. Arrangement of axle and spider gears in the differential box

If any of the axle gears in the fixed differential box is rotated forward at a speed of 10 rpm, the axle gear of the same size will rotate in the reverse direction at a speed of 10 rpm. During movement at constant speed, the torques transmitted to the wheels are equal. As can be seen in Figure 3 the axle gears were replaced with notched discs placed on them, one of the spider gears was embedded by being centered vertically, and the notches whose ends were opened were replaced with a rod placed to meet each other.

3. Results and Discussion

3.1. Evaluation of hypoid gear wheel data

Mesh elements and node numbers were selected to be suitable for both realistic analysis results and processing speed. Mesh convergence was performed to select the

appropriate mesh. In this way, the development of the values was observed as the mesh became smaller. Meanwhile, no significant difference was observed in the measurements after the 0.8 mm mesh size. For this reason, 0.8 mm mesh size was determined as the optimum mesh size. Quadratic elements were used for mesh elements to be closer to reality. The mesh process has been completed with Tetra10 elements as Quadratic elements.

In line with the calculations, the first data entries and results are shown in Table 3.1 below. The number of pinion gears is 8 and the number of ring gears is 47. According to the number of gears, the conversion ratio was found to be 5.8.

In line with the data, the design was made using the solidworks drawing program.

Table 1. Data input and results

1.DATA	
* DATA INPUT	
Number of pinion gears (z1)	8
Number of face gears (z2)	47
Distance between axes (a)	35
* RESULTS	
Conversion rate (i)	5,875
Module in front section (me)	5,14
Section circle diameter (dm1)	42
Normal modulus (mp)	3,78
Step (te)	14,46
Pinion tooth width (b1)	39
Mirror tooth width (b2)	33
Overdental size (hk)	3,7
Tooth root size (hf)	4,6
* GEAR ANGLES	
Pitch engagement ratio	2,22
Contact angle	19,78°
Pinion cone angle (δ_1)	20,95°
Mirror cone angle (δ_2)	67,86°
Helix angle β_1	42,75°
Helix angle β_2	22,97°

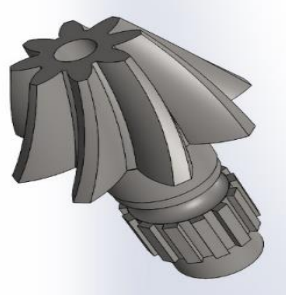


Figure 4. Pinion gear view in Solidworks environment

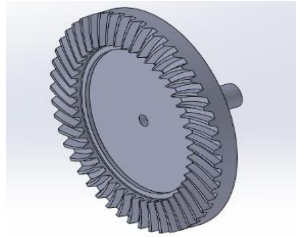


Figure 5. Ring gear view in Solidworks environment

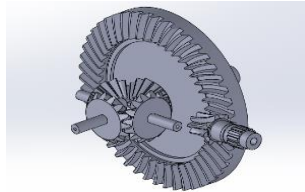


Figure 6. Assembly view in Solidworks environment

After drawing the design parts, each part was assembled as a solid model in the assembly interface. After the assembly data

is entered to the parts, the parts are moved and motion animation is performed.

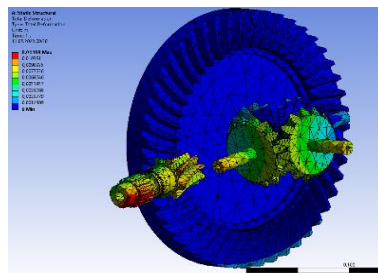


Figure 7. Total deformation analysis view

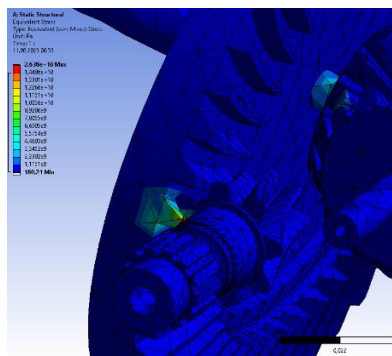


Figure 8. Stress analysis between ring and pinion

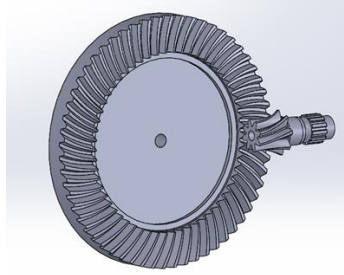


Figure 9. Data ring-pinion view

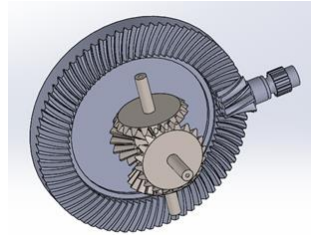


Figure 10. Data ring-pinion view

Table 2. Data input and results

2.DATA	
*DATA INPUT	
Number of pinion gears (z1)	8
Number of face gears (z2)	58
Distance between axes (a)	42
* RESULTS	
Conversion rate (i)	7,25
Module in front section (me)	7,57
Section circle diameter (dm1)	42
Normal modulus (mp)	2,06
Step (te)	14,23
Pinion tooth width (b1)	38
Mirror tooth width (b2)	33
Overdental size (hk)	2,06
Tooth root size (hf)	2,57
* GEAR ANGLES	
Pitch engagement ratio	5,65
Contact angle	23,61°
Pinion cone angle (δ_1)	23,39°
Mirror cone angle (δ_2)	64,72°
Helix angle β_1	74,22°
Helix angle β_2	50,61°

Regarding the 2nd data input, the number of pinion gears is kept constant and the number of ring gears is selected as 58. The cycle ratio is calculated from the ratio

of the number of ring gears to the number of pinion gears. The 2nd data cycle rate is calculated as 7.25.

Table 3. Data input and results

3.DATA	
* DATA INPUT	
Number of pinion gears (z1)	8
Number of face gears (z2)	75
Distance between axes (a)	45
* RESULTS	
Conversion rate (i)	9,37
Module in front section (me)	5,12
Section circle diameter (dm1)	42
Normal modulus (mp)	1,86
Step (te)	11,35
Pinion tooth width (b1)	39
Mirror tooth width (b2)	33
Overdental size (hk)	1,86
Tooth root size (hf)	2,32
* GEAR ANGLES	
Pitch engagement ratio	6,21
Contact angle	25,26°
Pinion cone angle (δ_1)	24,09°
Mirror cone angle (δ_2)	63,69°
Helix angle β_1	68,73°
Helix angle β_2	43,47°

In the 3rd data input, the pinion gear is kept constant. The ring gear is selected as 75. Cycle ratio is calculated as 9.37. The number of pinion gears is fixed according to the data. The number of ring gears is increased in each data set to increase the

cycle ratio. The normal modulus value decreased with the increase in the cycle ratio. Depending on the cycle ratio, the step clutch ratio increased with the increase in the number of ring gears.

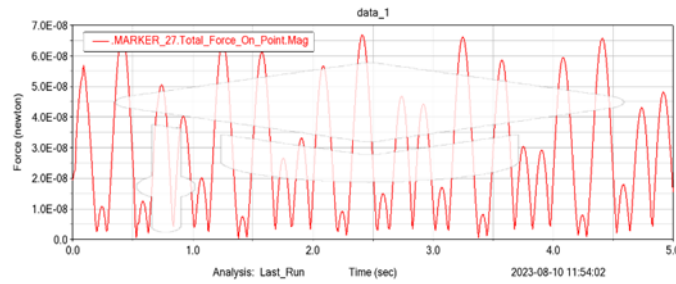


Figure 11. 1st data total force slope analysis

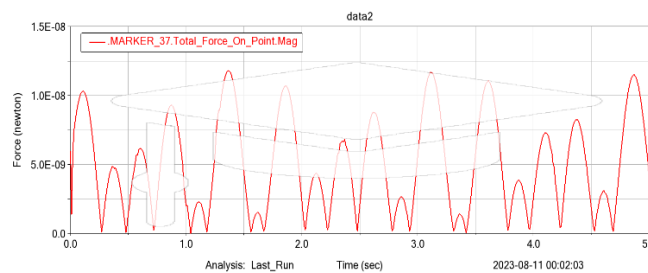


Figure 12. Data total force slope analysis

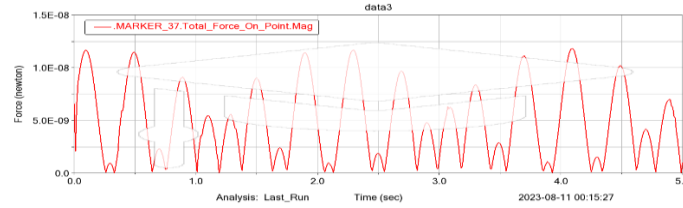


Figure 13. Data total force slope analysis

Figure 11 shows the total force slope analysis of the differential gearbox based on the results of data 1. By increasing the number of teeth in the ring gear, the differential gearbox cycle ratio increased.

5. Conclusions

For good driving ability and fuel consumption, differentials must be designed according to the vehicles' performance, road holding and some special situations. Different types of differentials are available for a wide variety of needs.

If there was no differential, the wheels on the drive axle would rotate at the same speed. When the vehicle rounds the bend, the tires on the inside wear out, and without a differential, the road holding would be poor because the wheels could not rotate at different speeds.

As a result of the design and analysis, the following results are given:

- The design of the hypoid gear mechanism was carried out in line with mathematical calculations.
- In line with the calculations, the design was carried out in the Solidworks program.
- By keeping the number of pinion gears constant, the cycle ratio was changed thanks to the number of ring gears.
- The normal modulus value decreased with the increase in the cycle rate.
- Depending on the cycle rate, the step clutch ratio increased with the increase in the number of ring gears
- An increase in the contact angle was also observed when the number of ring gears increased.
- The use of hypoid gears instead of spur gears provides a quieter working environment.
- As the distance between the axes increases, the ring helix angle decreases.

With the decrease in the helix angle, an increase in the tooth length is observed.

- An increase in the modulus value was observed with the increase in the distance between the axes. With the increase in the normal modulus value, the load carrying capacity also increases.
- As the distance between the axes increases, the yield decreases.
- As a result of the analyzes carried out, it provided the opportunity to intervene earlier in the problems to be observed during and after the production process.

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.

Acknowledgment

This study was produced from the first author's master's thesis.

References

- Altındağ, M., 2020. Transmission and differential applications in electric autonomous vehicles. Ms Thesis, The Graduate School of Natural and Applied Science of Marmara University.
- Akkurt, M., 2000. Machine Elements Volume 1-2. Birsen Publishing House. İstanbul.
- Arslan, M., 2011. Computer aided differential gearbox design, modelling and animation. Ms Thesis, The Graduate School of Natural and Applied Science of Firat University.

- Boos, M., Koepf, P., 1992. Electronically controlled limited slip differentials and wheel drive transfer gear boxes for car. *3rd International Conference on Innovation and Reliability*, Firenze, Italy
- Bahçekapılı, O., 2008. Locked differentials and their effects on lateral deviation control. Ms Thesis, The Graduate School of Natural and Applied Science of Yıldız Teknik University.
- Behrooz, M., Crolla, D., 2012. Vehicle powertrain systems. London: Wiley.
- Çetinkaya, S., 2023, Vehicle Mechanics, 8th Edition, Nobel Publishing Distribution. İstanbul.
- Demir, A., Başeğmez, B., 2022. Powertrain. Seçkin Publishing, İstanbul
- Dündar, A., 2022. Examining the effect of cushioned spring production process on vehicle comfort in clutch systems. Ms Thesis, The Graduate School of Natural and Applied Science of Uludağ University.
- Erjavec, J., Ken, P., 2015. Today's Technician: Automatic Transmissions and Transaxles Classroom Manual and Shop Manual, Delmar.
- Hancock, M.J., Williams, R.A., Gordon, T.J., Best, M.C., 2005. A comparison of braking and differential control of road vehicle yaw-sideslip dynamics. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering*, 219(3): 309-327.
- Heinz, H., 1999. Vehicle and Engine Technology (2. Edition), The Bath Press.
- Heinz, H., 2002. Advanced vehicle technology. Elsevier.
- Huchtkoetter, H., Klein, H., 1996. The effect of various limited-slip differentials in front-wheel drive vehicles on handling and traction. SAE Technical Paper.
- Kryger, J., 2007. Auto Technology theory and service second edition. Delmar Publishers Inc.
- Leske, A., Schaffler, R., 1994. ZF Getriebe, Druckerei, Friedrichshafen.
- Matsuno, K., Nitta, R., Inoue, K., Ichikawa, K., Hiwatashi, Y., 2000. Development of a new all-wheel-drive control system. SAE Technical Paper.
- Moldovean, G., Deaky, G.B., Gavrila. C., 2007. Influence of the cutting precision regarding the factors which influence the external gearing tooth load. *Machine Design*, 289-296.
- Schmid, S.R., Hamrock, B.J., Jacobson, B.O., 2013. Fundamentals of Machine Elements. CRC Press.
- Ordu, B., 2018, Dynamic analysis of the clutch system. Ms Thesis, The Graduate School of Natural and Applied Science of Uludağ University.
- Topaç, M.M., 2010. Numerical investigation of the effect of Torsen differential on vehicle navigation dynamics with the help of a mathematical vehicle model. Ms Thesis, The Graduate School of Natural and Applied Science of Dokuz Eylül University.
- Wang, C.N., Day, J.D., Farid, M., 2019. Service innovation model of the automobile service industry. *Applied Sciences*, 9(12): 2403.
- Waldron, K.J., Kinzel, G.L., 2004. Kinematics, Dynamics, and Design of Machinery. John Wiley & Sons.
- Xuan, J., Li, H., Zhang, W., 2024. Optimization of machine tool settings for Spirac hypoid gears by controlling symmetry of contact paths. *Scientific Reports*, 14(1): 11541.

To Cite: Bekdik, A.R., Özçelik, A.E., 2024. Design and Analysis of an Automotive Differential by Changing the Final Reduction Ratio. *MAS Journal of Applied Sciences*, 9(Special Issue): 754-765.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.13908098>.

Duygusal Güdümlü Dürtüsel Davranış Ölçeği Geliştirme (DGDDÖ): Geçerlilik Güvenirlik Çalışması

Fatma ÖZGÜN ÖZTÜRK ^{1*}

¹ Pamukkale Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, Denizli

*Sorumlu yazar (Corresponding author): fatmao@pau.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 15.06.2024

Kabul Tarihi (Accepted): 30.07.2024

Özet

Bu çalışmanın amacı, duygusal güdümlü dürtüsel davranışları değerlendirmek için bir ölçek geliştirmek ve psikometrik özelliklerini test etmektir. Ölçek geliştirme süreci, madde oluşturma, kapsam ve görünüş geçerliliği değerlendirmesi ile psikometrik özelliklerin değerlendirilmesi olmak üzere üç aşamadan oluşmuştur. Duygusal güdümlü dürtüsel davranış ölçeğinin psikometrik özellikleri 226 katılımcı ile test edilmiştir. Ölçeğin faktör yapısını incelemek için açımlayıcı ve doğrulayıcı faktör analizleri kullanılmıştır. Analizler sonucunda, 17 maddeden oluşan ve 3 alt boyut içeren bir yapı belirlenmiştir. Bu alt boyutlar, literatürle uyumlu olarak "aciliyet," "heyecan arayışı" ve "yeterince düşünmeden harekete geçme" olarak adlandırılmıştır. DFA sonucuna göre model-veri uyumunun iyi düzeyde olduğu saptanmıştır. Ölçeğin genelinde Cronbach Alfa güvenirlik katsayısı 0.894 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar, duygusal güdümlü dürtüsel davranış ölçeğinin Türk toplumunda geçerli ve güvenilir bir psikometrik araç olarak kullanılabilirliğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Araç geliştirme, değerlendirme, duygusal dürtüsellik, geçerlilik, güvenirlik

Development of the Emotionally Motivated Impulsive Behaviour Scale (EMIBBS): Validity and Reliability Study

Abstract

This study aimed to develop a scale to assess emotionally driven impulsive behaviors and evaluate its psychometric properties. The scale development process consisted of three stages: item generation, assessment of content and face validity, and evaluation of psychometric properties. The scale was tested with 226 participants. Exploratory and confirmatory factor analyses were conducted to examine its factor structure. The analyses revealed a scale comprising 17 items and three sub-dimensions: 'urgency,' 'thrill-seeking,' and 'acting without sufficient thought,' consistent with existing literature. Confirmatory factor analysis (CFA) results indicated a good model-data fit. The overall Cronbach's alpha reliability coefficient was 0.894, suggesting that the Emotionally Motivated Impulsive Behaviour Scale is a valid and reliable psychometric tool for use in Turkish society.

Keywords: Assessment, emotional impulsivity, instrument development, reliability, validity

1. Giriş

Dürtüsellik, kişinin düşüncelerini zamansızca ifade etmesiyle tanımlanan, genellikle istenmeyen sonuçlar doğuran ve uygunsuz durumlara yol açabilen bir davranış biçimidir (L'Abate, 1993). Tek bir davranıştan ziyade, birçok boyuttan oluşan dürtüsellik, içsel ya da dışsal uyaranlara karşı hızlı, plansız ve olası olumsuz sonuçları düşünmeden verilen tepkileri içerir. Bu tepkiler, hem bireyin kendisi hem de çevresindekiler için olumsuz sonuçlara neden olabilir (L'Abate, 1993; Moeller ve ark., 2001).

Dürtüsellik kavramının çok boyutlu yapısı kavramlaştırmada farklılıklara yol açmaktadır (Eysenck, 1977; Griffin ve ark., 2018). Eysenck (1977), dürtüsellik risk alma, plan yapmada yetersizlik ve hızlı bir şekilde dikkatini toparlayamama olarak tanımlamıştır. Patton ve arkadaşları (1995) ise dürtüsellik üç boyutta ele almışlardır: aniden ve hazırlıksız bir şekilde harekete geçme (motor aktivasyon), dikkatini mevcut işe verememe (dikkat sorunları) ve yeterince plan yapmadan ya da düşünmeden davranma (planlama eksikliği) (Eysenck ve Eysenck, 1977; Patton ve ark., 1995). Literatürde yer alan diğer bir boyut ise aciliyet boyutudur. Olumlu ve olumsuz duygulara verilen dürtüsel tepkiler dürtüsellik'in "aciliyet" boyutu olarak kavramsallaştırılmaktadır. Aciliyet bir bireyin aynı gelişim düzeyindeki veya yaştaki diğer kişilere göre duygusal değişikliklere neden olan bir olay karşısında çabuk/ hızlı ve büyük olasılıkla olumsuz duygularla tepki vermesini içerir (Barkley, 2010). Kişinin yoğun duygularının etkisiyle düşünmeden, ani kararlarla yaptığı dürtüsel davranışları ifade eder. Genellikle bu davranışlar mantıksız ya da kişinin uzun vadede pişmanlık duyacağı şekilde olabilir. (Whiteside ve Lynam, 2001). Bahsedilen güçlü duygular hem negatif hem de pozitif duyguları içerisine almaktadır (Cyders ve Smith, 2007; Cyders ve ark., 2007). Dürtüsellik, duyum arayışı olarak adlandırılan bir kişilik özelliği ile de bağlantılıdır (Nower ve Blaszczynski,

2006). Zuckerman'a (1994) göre, duyum arayışı; çeşitli, yeni, karmaşık ve yoğun duyuşsal deneyimlerin peşinden gitme eğilimi olarak tanımlanabilir. Bu eğilim, kişilerin bu tür deneyimlere ulaşmak için sosyal, fiziksel, mali ve yasal riskleri göze alma isteğini de içerir.

Dürtüsellik, psikiyatrik rahatsızlıklarda sıkça görülen bir özellik olarak karşımıza çıkmaktadır (American Psychiatric Association, 2013). Aralıklı patlayıcı bozukluk, kleptomani, patolojik kumar oynama, piromani, trikotillomani, parafililer, cinsel dürtülerle ilgili sorunlar ve cinsel bağımlılık, dürtüsel saldırganlık, sınırda, antisosyal, histrionik ve narsisistik kişilik bozuklukları gibi pek çok patolojik durum dürtüsellik ile ilişkilidir. Ayrıca, dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu (DEHB), alkol ve madde kullanım bozuklukları gibi hastalıklara da eşlik edebilir (Dawe ve ark., 2004; APA, 2013; Dekkers ve ark., 2022). Araştırmalar, dürtüsellik'in psikopatolojiyi açıklamada önemli bir öngörücü olabileceğini ortaya koymaktadır (Hinshaw, 2003). Ayrıca, birçok çalışma, dürtüsellik'in aciliyet boyutunun, diğer dürtüsellik türlerine kıyasla psikopatoloji ile daha güçlü bir bağlantı gösterdiğini vurgulamaktadır (Gonzalez ve ark., 2001; d'Acremont ve Van der Linden, 2007; King ve ark., 2011; Pang ve ark., 2014; Berg ve ark., 2015; Gunn ve ark., 2018; Johnson ve ark., 2020).

Türkiye'de, duygusal güdümlü dürtüsel davranışı ölçmek amacıyla geliştirilmiş, geçerli ve güvenilir bir ölçek henüz mevcut değildir. Bu çalışma, duygusal güdümlü dürtüsel davranış ölçeği geliştirmek amacıyla yapılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Araştırmanın tasarımı

Bu çalışma metodolojik bir çalışmadır. Ölçek geliştirme süreci üç aşamada gerçekleştirilmiştir: (1) duygusal güdümlü dürtüsel davranış ölçeği madde havuzunun oluşturulması, (2) kapsam ve görünüş geçerliliğinin değerlendirilmesi ve (3) duygusal güdümlü dürtüsel davranış

ölçeğinin psikometrik özelliklerinin iyileştirilmesi ve değerlendirilmesi.

2.2. Katılımcılar

Araştırmanın verileri sosyal medya web siteleri (ör. Facebook, Instagram, WhatsApp) aracılığıyla çevrimiçi bir anket kullanılarak toplanmıştır. Araştırmaya katılmayı kabul eden, okuma yazma bilen ve 18 yaşından büyük bireyler araştırmanın örneklemini oluşturmuştur. Bryman ve Cramer (2002)'e göre likert tipi ölçekten anlamlı ve güvenilir sonuçlar elde edebilmek için, ölçek madde sayısının en az 5-10 katı büyüklüğünde bir gruba ulaşılması gerekmektedir (Bryman ve Cramer, 2002). Kline (2015) ise 200 kişilik bir örneklem büyüklüğünün genellikle yeterli olacağını, ancak faktör yapısının açık ve seyrek olduğu durumlarda bu sayının 100'e düşürülebileceğini bildirmektedir (Kline, 2015). Literatürdeki bu bilgiler doğrultusunda dahil etme kriterlerine uyan 226 birey örneklemini oluşturmuştur. Ayrıca pilot çalışma için 50 bireye ulaşılmıştır.

2.3. Verilerin toplanması

2.3.1. Kişisel bilgi formu

Kişisel bilgi formu araştırmacı tarafından literatürdeki bilgiler doğrultusunda oluşturulmuştur. Bu formda yaş, cinsiyet, meslek, eğitim düzeyi, ailenin gelir durumu gibi sosyodemografik bilgiler yer almaktadır.

2.3.2. Duygusal güdümlü dürtüsel davranış ölçeği

Duygusal güdümlü dürtüsel davranışı belirlemek amacıyla araştırmacı tarafından oluşturulan ölçek toplamda 17 maddeden oluşmaktadır.

2.4. Prosedür

2.4.1. Madde havuzunun oluşturulması

Kuramsal bilgi ve literatür doğrultusunda, dürtüsellik boyutları, boyutların kategorizasyonu, klinik belirti bulgular dikkate alınarak bir madde havuzu oluşturulmuştur (Eysenck ve Eysenck, 1977; Patton ve ark., 1995; Whiteside ve Lynam, 2001; Cyders ve Smith, 2007;

Cyders ve ark., 2007; American Psychiatric Association, 2013). Yeni geliştirilen bu ölçekte yer alması planlanan dürtüsellik aciliyet, heyecan arayışı ve yeterince düşünmeden harekete geçme boyutlarına uygun olarak farklı sorular hazırlanmıştır. Sonuç olarak 22 maddelik bir madde havuzu oluşturulmuştur. Ölçekte yer alan ifadeler için 5'li Likert ölçeği kullanılmıştır (1-Asla, 2-Nadiren, 3-Arada Bir, 4-Genellikle, 5-Her Zaman).

2.4.2. İçerik ve görünüş geçerliliği

Madde havuzu oluşturulduktan sonra, maddelerin kavramsal çerçeveye uygunluğu ve dilsel, anlamsal, yazım açısından doğruluğunu değerlendirmek amacıyla, alan ve dil uzmanı altı kişiden oluşan bir grup oluşturulmuştur. Uzmanlardan kapsam geçerliliğini test etmek için uzman görüş formu doldurmaları istenmiştir. Bu form 4 lü likert tipi bir anket formu olup her bir ölçek maddesi için görüşlerini sormaktadır. Ölçek maddelerinin her biri için; 1.Çok değişiklik gerekiyor (önerdiğim gibi), 2.Az değişiklik gerekiyor (önerdiğim gibi), 3.Uygun, 4.Çok uygun şeklinde tercih edilebilmektedir. Bu formda 3 ve 4 numaralı alternatifleri seçen uzman sayısı toplam uzman sayısına bölünerek kapsam geçerliliği endeksi (I-CVI) hesaplanmaktadır. Madde bazında I-CVI değerlerinin ortalaması ölçek düzeyinde kapsam geçerliliği endeksini (S-CVI) hesaplamak için kullanılmıştır (Polit & Beck, 2006). Ölçeğin S-CVI değeri 0.90 olarak bulunmuştur. S-CVI değerinin 0.90 ve üzerinde olması, kapsam geçerliliğinin uygun olduğunu gösterebilir (Polit ve ark., 2007). Son olarak, ölçeğin 22 maddesi, dil ve görünüş geçerliliğini teyit etmek amacıyla bir Türk alan uzmanı tarafından değerlendirilmiştir.

2.4.3. Pilot çalışma

Her bir maddenin ölçeğin bütünü ile uyumluluğunu ve ölçeğin iç geçerliliğini belirlemek için pilot uygulama yapılmıştır. Dahil edilme kriterlerine uygun 50 kişilik bir grup ile pilot uygulama gerçekleştirilmiştir. Testi ortalama

tamamlama süresi, ilk ve son bitirenler arasındaki sürenin toplam katılımcı sayısına bölünmesiyle hesaplanmıştır. Testi çok erken ya da çok geç bitirenler hesaplamaya dahil edilmemiştir. Testin tamamlanma süresi 3 dakika olarak belirlenmiştir. Pilot uygulamada Cronbach alfa değerleri ve madde-toplam korelasyon değerleri incelenmiştir. Yapılan analize göre pilot uygulamanın Cronbach alfa değeri 0.781'dir. Bu noktada 5 maddenin madde-toplam korelasyon değerlerinin kabul edilebilir düzeyin altında (0.30'un altında) olduğu tespit edilmiş ve bu maddelerin ölçekten çıkarılmasına karar verilmiştir. Ölçeğin 17 maddelik nihai formu üzerinde geçerlilik ve güvenilirlik analizleri gerçekleştirilmiştir.

2.5. Psikometrik testler ve istatistiksel analiz

Bu çalışmanın istatistiksel analizi için AMOS ve SPSS 23.0 kullanılmıştır.

2.5.1.Yapı geçerliliği

Ölçeklerin psikometrik özelliklerini değerlendirmek için faktör analizi kullanılmıştır. Yapı geçerliliği, açıklayıcı faktör analizi (AFA) ve doğrulayıcı faktör analizi (DFA) kullanılarak değerlendirilmiştir. Veri setinin faktör analizine uygunluğunu değerlendirmek için Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ve Barlett's Test of Sphericity testleri kullanılmıştır. Literatüre göre verilerin faktör analizine uygun olması için; KMO'nun 0.60'tan büyük ve bire yakın olması, Barlett testinin anlamlı olması gerekmektedir. (Terwee ve ark., 2007; Hayran, 2012; Seçer, 2015;).Bu çalışmada KMO 0.90, Barlett testi anlamlı olarak bulunmuştur. Akabinde faktör yapısını netleştirmek için temel bileşenler analizi tekniği ve Kaiser normalizasyonu ile doğrudan oblimin rotasyonu, kullanılmıştır. 1 ve üzeri özdeğerler kullanılarak optimal yapı ve öge sayısı belirlenmiştir (DeVellis, 2016; Johnson ve Christensen, 2019). Literatüre göre her bir maddenin faktör değeri 0.30 veya daha yüksek olmalıdır (Çam ve Baysan-Arabacı, 2010; Grove,

2012; Tavşancıl, 2019). Bu çalışmada hangi maddenin hangi faktör altında yer alacağı belirlenmesinde kabul edilen minimum faktör yükü 0.32 'dir (Seçer, 2015).

AFA'dan elde edilen ölçeğin varsayılan yapısı hem birinci hem de ikinci düzey doğrulayıcı faktör analizi kullanılarak test edilmiştir. Ki-kare testi (χ^2), kök ortalama kare yaklaşım hatası [RMSEA], artımlı uyum indeksi [IFI], normlaştırılmamış uyum indeksi [NNFI], uyum iyiliği indeksi [GFI] ve karşılaştırmalı uyum indeksi [CFI] test edilen modelin model uyumunu doğrulamak için DFA'da en sık kullanılan uyum indeksi göstergeleridir. Marcoulides ve Schumacker'e (2001) ve Seçer, (2015)'e göre, RMSEA 0.08'den küçük, diğer uyum indeksi değerleri 0.9'dan büyük ve χ^2 'nin serbestlik derecesine bölünmesi (χ^2/df) değeri 3.0'den küçük olmalıdır.

2.5.2.Ölçeğin güvenilirliği

Ölçeğin güvenilirliği iç tutarlılık analizleri ile değerlendirilmiştir. İç tutarlılığın belirlenmesi için madde-toplam puan analizi, Cronbach alfa katsayısı kullanılmıştır. Cronbach alfa değeri 0.70 ve üzeri olarak kabul edilmiştir. Madde-toplam korelasyonlarının pozitif ve en az 0.30 olması gerektiği belirtilmektedir (Kalaycı, 2010). Ölçeğin iç tutarlılığına ilişkin bir diğer yöntem ise iki yarı test güvenilirliği olup, bu yöntemle Spearman-Brown ve Guttman iki yarı katsayıları ile yarılar arasındaki korelasyon hesaplanmıştır. Kabul edilebilir minimum Spearman-Brown ve Guttman katsayısı 0.70 olarak belirlenmiştir (DeVellis, 2016; Johnson, Christensen, 2019). Ayrıca, madde ortalamalarının farklılığını incelemek için Hotelling's T2 testi uygulanmıştır (Kartal, Bardakçı, 2018).

3. Bulgular ve Tartışma

Bu çalışma dürtüsel güdümlü dürtüsel davranış ölçeği geliştirmek ve psikometrik özelliklerini test amacı ile yapılmıştır.

Tablo 1. Katılımcıların sosyodemografik özellikleri (n:226)

Değişkenler	n	%
Cinsiyet		
Kadın	177	78.3
Erkek	49	21.7
Medeni Durum		
Evli	146	64.6
Bekar	80	35.4
Eğitim Durumu		
İlkokul-Orta Okul Mezunu	9	4.0
Lise Mezunu	36	15.9
Üniversite	134	59.3
YL-Doktora	47	20.8
Gelir düzeyi		
İyi	44	19.5
Orta	159	70.4
Kötü	23	10.2
	Ort±SS	Min.- Mak.
Yaş	34.96±10.75	18-65

Duygusal güdümlü dürtüsel davranış ölçeğinin geliştirilmesi sırasında öncelikle literatür taraması yapılarak madde havuzu oluşturulmuş, oluşturulan madde havuzu alan uzmanlarına sunulmuş ve ardından pilot uygulamalar ve madde uyumluluk testleri gerçekleştirilmiştir. Maddelerin, değerlendirilmek istenen davranışı niteliksel ve niceliksel olarak ne kadar iyi ölçtüğü, kapsam geçerliliği yoluyla saptanabilir (Büyüköztürk, 2018). Bu nedenle geliştirilen taslak form, ölçeğin geçerliliğine ilişkin uzman görüşlerine sunulmuş ve ölçekte yer alan her bir madde için kapsam geçerlilik indeksi hesaplanmıştır. Kapsam geçerlik indeksi değerinin kapsam geçerlik ölçütünden büyük olduğu ve testin kapsam geçerliğinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir (Polit ve ark., 2007). Oluşturulan taslak form kullanılarak 50 katılımcıya pilot uygulama yapılmıştır. Teste katkısı minimum düzeyde olduğu görülen 5 madde testten çıkarılmıştır. Formda kalan 17 madde ile madde-toplam korelasyon analizi yeniden yapılmıştır. Pilot uygulama sonrasında 17 maddeden oluşan ölçek formu elde edilmiştir. Tablo 1'de sosyodemografik özellikleri verilen 226 bireye 17 maddelik anket uygulanmıştır. Bu ölçek formu ile toplanan verilerin KMO ve Bartlett küresellik testleri kullanılarak örneklem büyüklüğünün yeterli olup olmadığına ve değişkenlerin uygun ilişki derecesine sahip olup olmadıklarına

bakılmıştır. KMO testi kullanılarak kısmi ve gözlenen değerler arasındaki korelasyon katsayıları karşılaştırılmıştır. Başarılı bir faktör analizi, 0 ile 1 arasında değişen KMO değerinin 0.60'dan büyük bir değer olması ile olabilir. Seçer'e (2015) göre, Bartlett'in küresellik testinde p değerinin 0.05'ten küçük olması, bileşen analizinde değişkenler arasında uygun derecede korelasyon olduğunu göstermektedir. Mevcut çalışmadaki DGDDÖ'nin KMO değeri 0.90' dır. Ayrıca, ölçeğin Bartlett küresellik testi için p-değeri oldukça düşük ($p < 0.001$) bulunmuştur. Bu analiz sonuçları ölçek bileşenlerinin korelasyon matrisinin faktör analizi için uygun olduğunu göstermektedir. Ölçeğin yapı geçerliliğini test etmek için AFA kullanılmıştır. AFA analizi çerçevesinde ölçekte yer alacak maddelere karar verilirken maddelerin öz değerlerinin en az 1.00 olması, faktör yükü kesme noktasının 0.32 olması ve iki farklı faktör arasında yeterli faktör yüküne sahip maddelerde en az 0.10 fark olması dikkate alınmıştır (Seçer, 2015). Ölçeğin hiçbir maddesi birbiriyle örtüşmemektedir. Her bir maddenin faktör yükü 0.32'nin üzerindedir. Üç boyutlu yapının toplam varyansın % 51.94'ünü açıkladığı tespit edilmiştir (Tablo 2). Kline'a (2015), bir ölçek geliştirme veya uyarlama çalışmasında, varyansın en az %40'ının açıklanması gerektiğini belirtir. Bu durum, ölçeğin DFA değerinin, ölçeğin faktör yapısını belirlemede yeterli olduğunu göstermektedir.

Tablo 2. Duygusal güdümlü dürtüsel davranış ölçeğinin madde faktör yükleri, alt boyutlarının açıkladığı varyanslar ve madde analizleri

Madde Numaraları	Maddelerin Faktör Yükleri			Madde-Toplam Korelasyonu	p	
	Madde	Faktör 1 (Aciliyet)	Faktör 2 (Heyecan Arayışı)			Faktör 3 (Yeterince Düşünmeden Harekete Geçme)
1. D2	Hayatımda pek çok kez sonradan pişman olacağım işlerin içerisine girmiştir.	0.711			0.432	p<0.01
2. D3	Olumsuz duyguları yoğun şekilde yaşadığımda o anda iyi hissettiren fakat sonradan yaptığımı pişman olacağım davranışlar yaparım/sözler söylerim.	0.708			0.618	p<0.01
3. D4	Olumsuz duyguları yoğun şekilde yaşadığımda kendimi kötü hissettirse bile yapmakta olduğum şeyi durduramam.	0.573			0.546	p<0.01
4. D10	Reddedildiğimde sonradan pişman olacağım şeyler yaparım/söylerim.	0.472			0.483	p<0.01
5. D12	Tartışırken çoğu kez sonradan pişman olacağım şeyler yaparım/söylerim.	0.615			0.585	p<0.01
6. D13	Çok mutlu hissettiğimde yaptıklarımın sonunu düşünmem.	0.350			0.422	p<0.01
7. D7	Olumsuz duygu yaşamaya tahammül edemem. anında tepki veririm.		0.405		0.564	p<0.01
8. D8	Olumsuz duyguları yoğun şekilde yaşadığımda dikkatimi farklı bir konuya yönlendiremem		0.738		0.527	p<0.01
9. D11	Genelde duygularına göre hareket ederim		0.442		0.500	p<0.01
10. D14	Olumsuz duyguları yoğun şekilde yaşadığımda moralimin düzelmesi çok uzun sürer.		0.729		0.561	p<0.01
11. D17	Üzücü bir durum yaşadığımda kolayca dağılırım.		0.689		0.610	p<0.01
12. D1	Duygularımı kontrol edebilirim.			0.563	0.502	p<0.01
13. D5	Olumsuz duyguları çok yoğun şekilde yaşasam da vereceğim tepkinin sonunu düşünerek davranırım.			0.774	0.414	p<0.01
14. D6	Olumsuz duyguları yoğun şekilde yaşadığımda olayla orantısız biçimde aşırı tepki veririm.			0.624	0.673	p<0.01
15. D9	Hayal kırıklığı ya da öfke yaşadığımda kendi kendimi kolayca sakinleştirebilirim.			0.439	0.500	p<0.01
16. D15	Olumsuz duyguları yoğun şekilde yaşadığımda davranışlarımı kontrol etmekte zorlanırım.			0.411	0.739	p<0.01
17. D16	Beni tanıyanlar olaylar karşısında sakinliğimi koruyamadığımı söylerler.			0.548	0.546	p<0.01
Özdeğer		6.390	1.301	1.141		
Açıklanan Varyans (%)		37.589	7.650	6.709		
Toplam Varyans (%)			51.949			

Faktör analizi sonucunda değişkenler, toplam açıklanan varyansın % 51.94'ünü kapsayan 3 faktör altında gruplandırılmıştır. Her bir faktörün açıkladığı toplam varyansın, sırasıyla % 37.589 ve % 7.650,

6.709 olduğu belirlenmiştir. Ölçeğin faktör analizi sonucunda birinci faktör için öz değer 6.390, ikinci faktör için 1.301, üçüncü faktör için ise 1.141 olarak bulunmuştur. Faktör analizinde, Direkt Oblimin yöntemi

tercih edilerek faktörler arasındaki ilişkinin yapısının korunduğu belirlenmiştir. Maddelerin faktör yük değerleri 0.350 ile 0.711 arasında değişen bir dağılım göstermiştir. Ölçeğin faktörleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için yapılan analizler, üç alt boyut arasında anlamlı düzeyde ilişki olduğunu ve çoklu bağıntı sorununun

olmadığını göstermiştir (Tablo 3). Güvenirlik ve geçerlik öncesi, ölçek maddelerinin normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla Kurtosis (Basıklık) ve Skewness (Çarpıklık) değerleri incelenmiştir. Bu değerlendirmeler sonucunda, ölçek maddelerinin normal dağılım gösterdiği bulunmuştur (Tablo 3).

Tablo 3. Dürtüsel güdümlü duygusal davranış ölçeğine ilişkin tanımlayıcı istatistikler, alt boyutları arasındaki korelasyonlar

Alt boyut	Mean±SD	Min.-Max.	Skewness	Kurtosis	Toplam Ölçek	Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3
Toplam Ölçek	45.19±10.11	21-69	0.118	-0.234	1			
Faktör 1	15.27±3.85	6-26	0.311	-0.484	.872**	1		
Faktör 2	14.86±3.70	6-24	-0.80	-0.396	.867**	.622**	1	
Faktör 3	12.43±3.23	5-21	0.295	-0.17	.866**	.636**	.656**	1

Tablo 4. Ölçeğin doğrulayıcı faktör analizine ilişkin model uyum indeksleri

Uyum İndeksleri	Elde Edilen Uyum İndeks	Sonuç
χ^2/df	1.87	Mükemmel Uyum
RMSEA	0.062	Kabul Edilebilir Uyum
RMR	0.051	Kabul Edilebilir Uyum
CFI	0.92	Kabul Edilebilir Uyum
NNFI	0.90	Kabul Edilebilir Uyum
GFI	0.90	Mükemmel Uyum
AGFI	0.86	Kabul Edilebilir Uyum
IFI	0.92	Kabul Edilebilir Uyum

RMSEA: Root Mean Square Error Of Approximation; SRMR: Standardized Root-Mean-Square Residual; RMR:Root-Mean-Square Residual; FI: Comparative Fit Index; NNFI: Non-Normed Fit Index; GFI: Goodness of Fit Index; AGFI: Adjusted Goodness of Fit Index; IFI: Incremental Fit Index

AFA ile elde edilen üç faktörlü yapının model uyumu, birinci ve ikinci düzey DFA yöntemleriyle analiz edilmiş ve uyum indekslerinin başarılı olduğu belirlenmiştir (Tablo 4). DFA sonuçlarına göre uyum indeksleri, literatürde önerilen aralıklar içindedir (Marcoulides ve Schumacker, 2001; Seçer, 2015). Ölçeğin standartlaştırılmış korelasyon değerlerine göre, "Faktör 1" ile "Faktör 2" arasındaki korelasyon 0.79; "Faktör 2" ile "Faktör 3" arasındaki korelasyon 0.85; "Faktör 1" ile "Faktör 3" arasındaki korelasyon ise 0.92 olup, tüm korelasyonlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Şekil 1). Ayrıca, ölçeğin standartlaştırılmış katsayılarının incelenmesi sonucunda, faktör yüklerinin yüksek (0.45 ile 0.79 arasında) ve t değerlerinin anlamlı olduğu görülmüştür ($p<0,01$, Tablo 5). Bu bulgular, belirlenen

faktör yapısının yapı geçerliliğini doğruladığını göstermektedir.

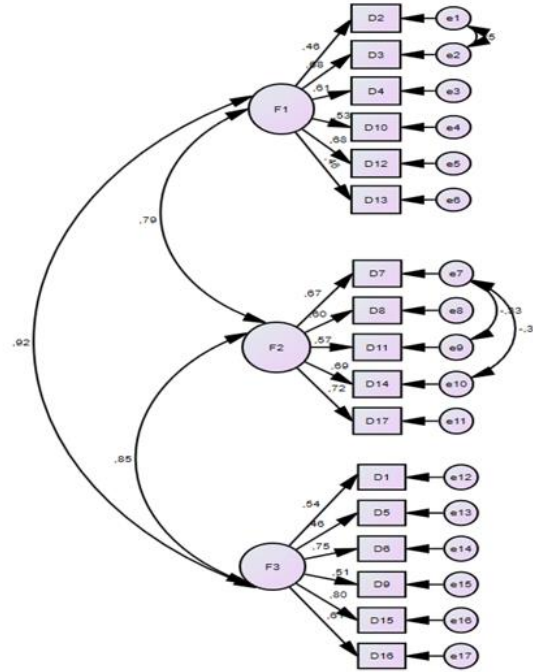
İlgili literatür ve kuramsal görüşler doğrultusunda, DGDDÖ'nün model uyumu doğrulandıktan sonra üç faktörlü yapı "aciliyet," "heyecan arayışı" ve "yeterince düşünmeden harekete geçme" olarak adlandırılmıştır. Standardize edilmiş korelasyon değerleri, bu değişkenler arasında pozitif ve anlamlı ilişkiler olduğunu göstermektedir (Şekil 1, Tablo 5). Literatürdeki bulgular göz önüne alındığında, DGDDÖ'nün DFA sonuçları ölçeğin üç faktörlü yapısını doğrulamakta ve maddelerin ölçülmek istenen kavramları yeterince tanımlayıp ölçtüğünü göstermektedir (Marcoulides ve Schumacker, 2001; DeVellis, 2016; Johnson ve Christensen, 2019;). AFA ve DFA sonuçları, ölçeğin üç boyutlu faktör

yapısının Türk örnekleme için uygun olduğunu ve güçlü bir yapı sergilediğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, DGDDÖ'nün alt ölçekleri arasındaki korelasyon

değerleri, ölçeğin üç alt boyutu arasında anlamlı ilişkiler olduğunu ve çoklu doğrusallık sorunu bulunmadığını göstermektedir (Şekil 1).

Tablo 5. Ölçeğin DFA sonucu elde edilen t-Testi değerleri ve standardize katsayıları (faktör yükleri)

Maddeler ve Faktörler	β	Std. β	S.Hata	t	p	
D1	<---	F3	1.00	0.53	-	-
D2	<---	F1	1.00	0.46	-	-
D3	<---	F1	1.40	0.68	0.200	p<0.001
D4	<---	F1	1.23	0.60	0.211	p<0.001
D5	<---	F3	0.99	0.46	0.176	p<0.001
D6	<---	F3	1.90	0.75	0.245	p<0.001
D7	<---	F2	1.00	0.67	-	-
D8	<---	F2	0.92	0.60	0.119	p<0.001
D9	<---	F3	1.19	0.51	0.196	p<0.001
D10	<---	F1	0.87	0.53	0.160	p<0.001
D11	<---	F2	0.79	0.56	0.123	p<0.001
D12	<---	F1	1.34	0.67	0.218	p<0.001
D13	<---	F1	0.89	0.45	0.179	p<0.001
D14	<---	F2	1.11	0.68	0.145	p<0.001
D15	<---	F3	1.97	0.79	0.247	p<0.001
D16	<---	F3	1.59	0.60	0.233	p<0.001
D17	<---	F2	1.11	0.71	0.126	p<0.001



Şekil 1. Birinci düzey doğrulayıcı faktör analizi sonuçları

Cronbach Alfa güvenilirlik katsayıları "Faktör 1" için 0.749, "Faktör 2" için 0.764, "Faktör 3" için 0.791 ve genel ölçek için 0.894 bulunmuştur (Tablo 6). Tablo 2'de gösterildiği üzere, yapılan madde analizi sonucunda madde puanları arasındaki korelasyon katsayılarının 0.350 ile 0.711

arasında değiştiği ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir (p<0.001). Split-half analizine göre, genel ölçek için Spearman-Brown katsayısının 0.868, "Faktör 1" için 0.746 ve "Faktör 2" için 0.777, "Faktör 3" için 0.791 olduğu tespit edilmiştir. Aynı analize göre, Guttman

split-half katsayılarının genel ölçek için 0,868, "Faktör 1" için 0.745 ve "Faktör 2" için 0.772, "Faktör 3" için 0.778 olduğu saptanmıştır. Ölçeğin güvenirlik analiz uygulamaları için uygun bir yapıya sahip olup olmadığını belirlemek amacıyla Hotelling T² Testi kullanılmıştır ve sonuçlar ölçek modelinin uygun bir yapıya sahip olduğunu göstermiştir (F=22.434, p=0.000).

DGDDÖ'nün güvenirliği iç tutarlılık teknikleri kullanılarak değerlendirilmiştir.

Ölçeğin alt boyutları ve toplam puanı incelendiğinde ölçeğin iç tutarlılığa sahip olduğu görülmüştür. Literatüre göre bir ölçeğin güvenilir sayılabilmesi için tipik olarak 0.70 veya daha yüksek bir güvenirlik derecesine sahip olması beklenir (DeVellis, 2016; Büyüköztürk, 2018; Johnson ve Christensen, 2019). DGDDÖ'nün iç tutarlılığı güvenirliğini desteklemektedir (Tablo 6).

Table 6. Ölçeğin güvenirliğine ilişkin bulgular (n=226)

Ölçek	Cronbach-a	Spearman-Brown	Guttman split-half
Faktör 1	.749	.746	.745
Faktör 2	.764	.777	.772
Faktör 3	.791	.782	.778
Toplam Ölçek	.894	.868	.868

Dürtüsellik, pek çok kişilik kuramında farklı şekillerde kendini gösteren önemli bir yapıdır (Eysenck & Eysenck, 1985). Kişilikteki bu önemin yanı sıra, birçok nörolojik ve psikolojik hastalığın temelinde yatan ya da bu hastalıklarla birlikte seyreden önemli bir psikolojik belirti olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca, çok boyutlu yapısıyla dikkat çeken dürtüsellik, günümüzdeki kavramsallaştırmalarında da önemli bir çeşitlilik göstermektedir (Depue & Collins, 1999) Bu çeşitlilik içerisinde dürtüsellüğün tanınması tanı, tedavi, klinik takip,psikoterapi planlamaları,sosyal problemlerin çözümü gibi pek çok alana katkı sağlayabilir. Yeni oluşturulan bu ölçek duygusal güdümlü dürtüsel davranışların belirlenmesine ve bu konudaki müdahalelerin planlanmasına yardımcı olabilir.

4. Sonuçlar

Ölçeğin psikometrik nitelikleri elde edilen verilerle çok güçlü bir şekilde desteklenmektedir. Bu çalışma ile duygusal güdümlü dürtüsel davranışları ölçmek için geçerliliği ve güvenirliği kanıtlanmış bir araç geliştirilmiştir. Bu ölçek klinik uygulama için uygundur.

Duygusal güdümlü dürtüsel davranış ölçeğinin üç alt boyutu bulunmaktadır. Bunlar: Aciliyet (çok güçlü duygular

yaşayarak davranışı sürdürmeye devam etme), Heyecan arayışı (risk alma ve ısrarcılık) ve yeterince düşünmeden harekete geçme. Ölçeğin değerlendirilmesinde D1- D5 ve D9 ters kotlanmaktadır. Ölçek toplam puanından ve alt boyutlardan alınan puanların artması duygusal güdümlü dürtüsel davranışların arttığını göstermektedir.

Etik Kurul Onayı

Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu, Helsinki Bildirgesi'ne uygun olarak (No: E-60116787-020-353866) araştırma için etik onay vermiştir. Araştırma sürecinde katılımcılara, "Bilgilendirilmiş Onam" ilkesine dayanarak bilgilendirme yapılmıştır. Bu bilgilendirme, "Özerkliğe Saygı" ilkesini gözeterek katılımcıların çalışmaya katılma veya katılmama konusunda tamamen özgür olduklarını açıkça belirtmiştir. Ayrıca, "Gizlilik ve Gizliliğin Korunması" ilkesi doğrultusunda, katılımcılara verilerinin gizli tutulacağı ve kimseyle paylaşılmayacağı konusunda güvence verilmiştir.

Kaynaklar

- American Psychiatric Association, A., American Psychiatric Association. 2013. Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5 (Vol. 10). Washington, DC: American psychiatric association.
- Barkley, R.A., 2010. Deficient Emotional Selfregulation Is A Core Component Of Attention Deficit/Hyperactivity Disorder.
- Berg, J.M., Litzman, R.D., Bliwise, N.G., Lilienfeld, S.O., 2015. Parsing the heterogeneity of impulsivity: A meta-analytic review of the behavioral implications of the UPPS for psychopathology. *Psychological Assessment*, 27(4): 1129.
- Bryman, A., Cramer, D., 2002. Quantitative data analysis with SPSS release 10 for Windows: A guide for social scientists. Routledge.
- Büyükoztürk, Ş., 2018. Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı. Pegem Atıf İndeksi.
- Cyders, M.A., Smith, G.T., 2007. Mood-based rash action and its components: Positive and negative urgency. *Personality and Individual Differences*, 43(4): 839-850.
- Cyders, M.A., Smith, G.T., Spillane, N.S., Fischer, S., Annus, A.M., Peterson, C., 2007. Integration of impulsivity and positive mood to predict risky behavior: development and validation of a measure of positive urgency. *Psychological Assessment*, 19(1): 107.
- Çam, M., Baysan-Arabacı, L., 2010. Qualitative and quantitative steps on attitude scale construction. *Hemar-G*, 12(2): 59–71.
- d'Acremont, M., Van der Linden, M., 2007. How is impulsivity related to depression in adolescence? Evidence from a French validation of the cognitive emotion regulation questionnaire. *Journal of Adolescence*, 30(2): 271-282.
- Dawe, S., Gullo, M.J., Loxton, N.J., 2004. Reward drive and rash impulsiveness as dimensions of impulsivity: Implications for substance misuse. *Addictive Behaviors*, 29(7): 1389-1405.
- Dekkers, T.J., de Water, E., Scheres, A., 2022. Impulsive and risky decision-making in adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD): The need for a developmental perspective. *Current Opinion in Psychology*, 44: 330-336.
- DeVellis, R.F., 2016. Scale development: Theory and applications. Sage publications.
- Eysenck, S.B., Eysenck, H.J., 1977. The place of impulsiveness in a dimensional system of personality description. *British Journal of Social and Clinical Psychology*, 16: 57-68.
- Gonzalez, V.M., Reynolds, B., Skewes, M.C., 2011. Role of impulsivity in the relationship between depression and alcohol problems among emerging adult college drinkers. *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, 19(4): 303.
- Griffin, S.A., Lynam, D.R., Samuel, D.B., 2018. Dimensional conceptualizations of impulsivity. *Personality Disorders: Theory, Research and Treatment*, 9(4): 333.
- Grove, S.K., Burns, N., Gray, J., 2012. The practice of nursing research: Appraisal, synthesis, and generation of evidence. Elsevier Health Sciences.
- Gunn, R.L., Jackson, K.M., Borsari, B., Metrik, J., 2018. Negative urgency partially accounts for the relationship between major depressive disorder and marijuana problems. *Borderline Personality Disorder and Emotion Dysregulation*, 5: 1-8.
- Hayran, O., 2012. Sağlık bilimlerinde araştırma ve istatistik yöntemler. Nobel Tıp Kitabevi.
- Hinshaw, S.P., 2003. Impulsivity, emotion regulation and developmental psychopathology: specificity versus generality of linkages. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1008(1): 149-159.

- Johnson, R.B., Christensen, L., 2019. Educational research: Quantitative, qualitative, and mixed approaches. SAGE Publications, Incorporated.
- Johnson, S.L., Elliott, M.V., Carver, C.S., 2020. Impulsive responses to positive and negative emotions: Parallel neurocognitive correlates and their implications. *Biological Psychiatry*, 87(4): 338-349.
- Kalaycı, Ş., 2010. SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri (Vol. 5). Asil Yayın Dağıtım Ankara.
- Kartal, M., Bardakçı, S., 2018. SPSS ve AMOS uygulamalı örneklerle güvenilirlik ve geçerlik analizleri. Akademisyen Yayınevi: Ankara.
- King, K.M., Karyadi, K.A., Luk, J.W., Patock-Peckham, J.A., 2011. Dispositions to rash action moderate the associations between concurrent drinking, depressive symptoms, and alcohol problems during emerging adulthood. *Psychology of Addictive Behaviors*, 25(3): 446.
- Kline, R.B., 2015. Principles and practice of structural equation modeling. Guilford publications.
- L'Abate, L., 1993. A family theory of impulsivity. In: W.G. McCown, J.L. Johnson, M.B. Shure, (Eds.), *The Impulsive Client*. Washington DC: American Psychological Association, pp. 93-117.
- Lynn, M.R., 1986. Determination and quantification of content validity. *Nursing Research*.
- Marcoulides, G.A., Schumacker, R.E., 2001. New developments and techniques in structural equation modeling. Psychology Press.
- Moeller, G., Barratt, E., Dougherty, D., Schmitz, M., Swann, A., 2001. Psychiatric aspects of impulsivity. *American Journal of Psychiatry*, 158: 1783-1793.
- Nower, L., Blaszczynski, A., 2006. Impulsivity and pathological gambling: A descriptive model. *International Gambling Studies*, 6(1): 61-75.
- Özdamar, K., 2016. Ölçek ve test geliştirme yapısal eşitlik modellemesi. Eskişehir: Nisan Kitabevi.
- Pang, R.D., Farrahi, L., Glazier, S., Sussman, S., Leventhal, A.M., 2014. Depressive symptoms, negative urgency and substance use initiation in adolescents. *Drug and Alcohol Dependence*, 144: 225-230.
- Patton, J.H., Stanford, M.S., Barratt, E.S., 1995. Factor structure of the Barratt Impulsiveness Scale. *Journal of Clinical Psychology*, 51: 768-774.
- Polit, D.F., Beck, C.T., 2006. The content validity index: Are you sure you know what's being reported? Critique and recommendations. *Research in Nursing & Health*, 29(5): 489-497.
- Polit, D.F., Beck, C.T., Owen, S.V., 2007. Is the CVI an acceptable indicator of content validity? Appraisal and recommendations. *Research in Nursing & Health*, 30(4): 459-467.
- Seçer, İ., 2015. Psikolojik test geliştirme ve uyarlama süreci (1. Baskı). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Tavşancıl, E., 2019. Tutumların Ölçülmesi ve SPSS ile Veri Analizi (6th ed.). Nobel Akademik Yayıncılık.
- Terwee, C.B., Bot, S.D., de Boer, M.R., van der Windt, D.A., Knol, D.L., Dekker, J., Bouter, L.M., de Vet, H.C., 2007. Quality criteria were proposed for measurement properties of health status questionnaires. *Journal of Clinical Epidemiology*, 60(1): 34-42.
- Whiteside, S.P., Lynam, D.R., 2001. The five factor model and impulsivity: Using a structural model of personality to understand impulsivity. *Personality and Individual Differences*, 30(4): 669-689.
- Zuckerman, M., 1994. Behavioral expressions and biosocial bases of sensation seeking. New York: Cambridge University

Atf Şekli: Özgün Öztürk, F., 2024. Duygusal Güdümlü Dürtüsel Davranış Ölçeği Geliştirme (DGDDÖ): Geçerlilik Güvenirlik Çalışması. *MAS Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 9(Özel Sayı): 766–777. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.13908257>.

To Cite: Özgün Öztürk, F., 2024. Development of the Emotionally Motivated Impulsive Behaviour Scale (EMIBBS): Validity and Reliability Study. *MAS Journal of Applied Sciences*, 9(Special Issue): 766–777. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.13908257>.

Evaluation of Yield, Quality and Physiological Traits of Triticale Genotypes in Irrigated Conditions

Ferhat KIZILGEÇİ^{1*}, Aysel LEVENT², Seval ELİŞ¹, Mehmet YILDIRIM³

¹ Mardin Artuklu University, Kızıltepe Vocational School, Department of Plant and Animal Production, Mardin

² Mardin Artuklu University, Institute of Graduate Education, Department of Field Crops, Mardin

³ Dicle University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Diyarbakır

*Corresponding author: ferhatkizilgeci@artuklu.edu.tr

Received: 18.06.2024

Accepted: 30.07.2024

Abstract

This study aimed to evaluate the yield, quality and physiological traits of triticale genotypes (ADAY-8, DZ9-01-02, TBT6-11 and ESIN) in 2022-2023 production season in Diyarbakır, Türkiye. The field experiment was established according to the randomized complete blocks design with three replications. Heading time, plant height, thousand-kernel weight, grain yield, protein content, starch content, NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), and SPAD (Flag leaf chlorophyll content) values are investigated traits on the study. The findings of the study demonstrated that there were statistically significant variations among the genotypes, with the exception of protein and starch content in relation to the examined traits. The DZ9-01-02 (1059.0 kg ha⁻¹) and TBT6-11 (1049.7 kg ha⁻¹) advanced lines exhibited the highest grain yield values. Conversely, the ADAY-8 and DZ9-01-02 advance lines were found to have earlier heading time, suggesting that these lines may offer a potential advantage in varying environmental conditions. SPAD values were generally found to be high, which indicated that triticale lines had high chlorophyll content during the heading stage. As a result, DZ9-01-02 and TBT6-11 genotypes can be evaluated as variety candidates for further breeding programs. Further research and testing should be conducted to determine the overall performance and adaptability of these varieties in various environmental conditions.

Keywords: SPAD, NDVI, grain yield, protein content

1. Introduction

The increasing population in the world and changing global climate conditions bring along food deficit and malnutrition. Achieve high yields in production areas and develop varieties and species that will adapt to different climatic and soil conditions may be the main solutions to this situation. Triticale, the first interspecific hybrid created by crossing wheat (*Triticum* spp.) and rye (*Secale cereale*), is promising with its ability to be grown in marginal areas and its different gene potential. The initial aim of triticale, which is not a natural species, was to develop a new cereal crop that would combine the superior agro-morphological, quality and yield traits of wheat and the adaptability, vigor and resistance of rye to abiotic (saline, nutrient deficient, diseased fields and arid and cold areas with insufficient rainfall) and biotic stresses (Tabatabaei et al., 2012; Kızılgeçi et al., 2017). In 2022, 14 million tonnes of triticale were produced on 3.6 million hectares worldwide. In Turkey, 0.32 million tonnes were produced on 0.10 million hectares (FAOSTAT, 2022). Triticale is grown worldwide mainly for food (making biscuits, cakes, pasta and other baked goods), feed, and bioenergy production. Although triticale has a lower grain quality than cereals such as wheat, it has high resistance to diseases and pests and many beneficial genes have been effectively transferred from wheat to triticale. The majority of triticale breeding programs focus on improving economically important traits such as grain and biomass yield, disease and pest resistance, quality and agronomic traits. This study was carried out to determine grain yield, quality and physiological characteristics of some

triticale genotypes under irrigated conditions.

2. Materials and Methods

2.1. Plant material and growing conditions

The experiment was conducted at Diyarbakir during the growing seasons of 2022-2023. The research farm of Teknobiltar company was located at 37°55'34.24" N; 40°15' 27.34" E at an altitude of 680 m above mean sea level in Diyarbakir, Türkiye. Three advanced triticale lines (ADAY-8, DZ9-01-02, TBT6-11) and Esin triticale variety were used as material in the study. The study was established on December 11, 2022 according to the randomized completely block design with 3 replications. Sowing was carried out with a trial seeder on plots of 4 m x 1.2 m = 4.8 m², with 550 seeds per m². Fertiliser was applied in two periods. Half of the fertiliser was applied as 20-20-0 compound fertiliser with 60 kg of pure nitrogen and 60 kg of pure phosphorus per hectare with sowing and the remaining 60 kg of pure nitrogen was applied in the form of urea (46 %) during the stem elongation period. The meteorological data of Diyarbakir province for the plant growing period are given in Table 1. The rainfall in December (4.7 mm) was much lower than the long-term rainfall (71.2 mm). The average temperature and total rainfall for the growing season of 2022-2023 were 15.2 °C and 308.5 mm, respectively. The research was conducted under irrigated conditions with sprinkler irrigation system for 3 times during stem elongation, heading and milky stage. Weeds were removed manually and chemical pesticides were used for disease control. Harvesting was carried out on July 22, 2023 with the experimental combine harvester.

Table 1. Climatic data of the experimental area for 2023 and long years (1923-2023)

Months	Monthly Mean Temperature (°C)		Monthly Total Precipitation (mm)	
	2022-2023	Long-Term	2022-2023	Long-Term
December	7.3	4.1	4.7	71.2
January	3.9	1.8	17.9	69.7
February	4.0	3.7	57.6	67.2
March	12.0	8.3	131.0	66.7
April	14.7	13.8	79.4	68.4
May	20.1	19.3	16.0	44.8
June	27.6	26.1	0.0	8.7
July	32.3	31.0	1.9	1.3
Average /Total	15.2	13.5	308.5	326.8

2.2. Traits investigated

The study examined heading time, plant height, thousand-grain weight, grain yield, protein content, starch content, NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), and SPAD (Flag leaf chlorophyll content) values. Heading time were obtained by calculating the number of days from the day of sowing to the day 50 % of the plants in the plot spiked separately for each genotype. Plant height was determined by measuring the distance from the soil surface to the tip of the spike of 10 plants from each plot. Thousand-grain weight was calculated by weighing the seeds obtained from each plot 4 times 100 grains each, taking the average and multiplying by 10. Grain yield was calculated by weighing the grains obtained from each plot and converted to kg ha⁻¹. Protein and starch contents were determined with the assistance of the GrainSense device without milling the grain samples taken from each plot. The measurement of SPAD was conducted using a portable chlorophyll metre (Minolta SPAD-502, Osaka, Japan), which indirectly quantifies the chlorophyll content in the leaf. The measurements were conducted on the flag leaf of 10 plants chosen at random from each plot at the heading stage (GS 59) according to the development scale

developed by Zadoks et al. (1974). The measurements were taken between 10:00 and 14:00 hours when the sky was cloudless (Öztürk et al., 2021). NDVI was measured with a portable GreenSeeker instrument between 12:00 and 13:00 when the plant was in the heading stage, the sky was cloudless and windless, and the plant surface was not wet from rain, dew, etc. All the means data were analyzed using randomized complete blocks design in JMP Pro-17 SAS Institute Ltd, USA to evaluate differences among genotypes. The significant differences between the genotypes were done with LSMeans Differences Student's t-test at 5% probability level and Scatterplot matrix correlation analyses were performed on the relationships between traits

3. Results and Discussion

The ANOVA results, mean values and the groupings among the traits examined in the study are presented in Table 2. According to the ANOVA results, there were statistically significant differences among genotypes heading time, plant height, thousand kernel weight, grain yield, SPAD and NDVI traits except for protein and starch content

Table 2. Mean values and ANOVA results of the investigated traits of triticale genotypes

Genotype	Heading time (day)	Plant height (cm)	Thousand kernel weight (g)	Grain yield (kg ha ⁻¹)	Protein content (%)	Starch content (%)	SPAD	NDVI
ADAY-8	136.0b	100.83b	46.88a	9971ab	13.86	84.61	58.5a	0.72b
DZ9-01-02	136.3b	110.67a	41.34b	10590a	12.77	85.96	54.5b	0.79a
ESIN	138.7a	108.07ab	45.19ab	8945b	13.66	85.25	56.6ab	0.78a
TBT6-11	139.3a	112.33a	43.85ab	10497a	13.20	85.24	56.3ab	0.79a
Mean	137.6	107.98	44.32	1000.1	13.37	85.26	56.5	0.77
MS	8.31**	77.3*	16.41*	17094.2*	0.71 ns	0.92 ns	7.89**	0.004**
CV (%)	0.58	3.07	3.27	4.74	6.88	1.04	1.49	3.27
LSD(0,05)	0.65	2.70	1.19	38.67	0.75	0.72	0.69	0.01

*:p<0.05, **:p<0.01 MS: mean square CV: coefficient variance, LSD: least significant degree öd: non-significant

3.1. Heading time

Triticale generally earlier heading than wheat. In terms of escaping heat and drought, this can be an advantage. ADAY-8 and DZ9-01-02 were earlier than the other genotypes. TBT6-11 and ESIN had disadvantage to avoid drought stress by heading late (139.3 and 138.7 days) and shortening the number of days to heading and physiological maturity days but kept their high yield potential since they were grown under irrigated conditions. Kendal et al. (2016) reported that cold damage delayed the heading time in triticale genotypes as the reason for the extension of the heading period and that early-heading genotypes were more negatively affected by cold damage than late-heading ones, while late-heading genotypes could be seriously affected by drought.

3.2. Plant height

The highest plant height was determined in TBT6-11 (112.33 cm). However, it was statistically in the same group with DZ9-01-02. The lowest value was observed in ADAY-8 with 100.83 cm (Table 2). The amount of rainfall in May, the grain-filling period, was lower than in the long-term (Table 1). While the plant height was expected to be short due to the high daily temperature difference, the development of the vegetative parts continued with the effect of the irrigation applied and excessive shortening of the plant height was prevented. For this reason, the plant height values obtained in our research were similar

to the values obtained in most studies conducted under normal conditions (Kozak et al., 2007; Karan et al., 2011; Geren et al., 2012; Kavut et al., 2012).

3.3. Thousand-kernel weight

Thousand-kernel weight is one of the critical criteria affecting grain quality in cereals. The highest thousand-kernel weight value was observed in ADAY-8 with 46.88 g and the lowest value was observed in DZ9-01-02 with 41.34 g (Table 2). Kutlu and Kinaci (2010) stated that the difference in the thousand grain weight values was affected by the environmental conditions, especially the different daily temperature values and irrigation. Thousand-kernel weight values obtained in the study were higher than the values reported by Kızılgöçü and Yıldırım, (2017), Demir et al. (2024) and Kızılgöçü (2019) and in a similar range with the findings of Kozak et al. (2007) and Karan et al. (2011).

3.4. Grain yield

Grain yield was highest in DZ9-01-02 (1059.0 kg da⁻¹) but it was in the same statistical group with TBT6-11 (1049.7 kg da⁻¹). ESIN (894.5 kg da⁻¹) had the lowest grain yield value (Table 2). In this study conducted under irrigated conditions, the average grain yield of 1000.1 kg da⁻¹ showed that triticale genotypes have high yield potential. Especially the higher average grain yields of DZ9-01-02 and TBT6-11 lines are promising that they can be used as variety candidates and the average yield can be further increased.

Kızılgöçü et al. (2017) determined the average grain yield as 519.3 kg da⁻¹ and 748.8 kg da⁻¹ under dry conditions in Diyarbakır and Mardin locations, respectively. The values they found were found to be lower than our study. In the same ecology but under rainfall conditions, the grain yield obtained by Akıncı et al. (2001) was 86% less than this study. Kızılgöçü et al. (2017) reported that triticale responded positively to favorable environmental conditions. Yağbasanlar et al. (2003) reported that the triticale variety Tacettinbey, developed for the Çukurova region, gave a higher grain yield than bread wheat and durum wheat. In our study, the high grain yield values showed that it was caused by irrigation. The grain yield values obtained in our study were similar or different from the values found by most of the researchers who reported that triticale grain yield was affected by different environmental conditions (Kozak et al., 2007; Kutlu and Kinaci, 2010; Tabatabaei and Ranjbar, 2012; Dumbravă et al., 2016; Terzic et al., 2018; Genç Lermi and Palta 2018).

3.5. Protein and starch content

The protein and starch content traits are fundamental quality parameters in cereals. The investigation of these traits revealed no statistically significant differences between the genotypes. ADAY-8 genotype had the highest value for protein content and the lowest value for starch content. Similarly, TBT6-11 had the lowest protein content value and the highest starch content value. In our study, starch content was higher than the values reported by many researchers (Dumbravă et al., 2016; Kızılgöçü et al., 2016; Kızılgöçü, 2019). Kızılgöçü et al. (2016) reported that moisture had a significant effect on starch content. The high starch content in our findings is probably due to the fact that our study was carried out under irrigated conditions.

Protein content was similar to the values of Dumbravă et al. (2016), higher than the protein content value found by Kızılgöçü (2019) at Mardin location, but lower than the value found at Diyarbakır location. It was lower than the values reported by Kızılgöçü and Yıldırım (2017).

3.6. SPAD and NDVI measurements

SPAD and NDVI measurement allowing farmers to make informed decisions about nutrient management and crop health (Gören, 2024). These measurements can help optimize fertilizer application, detect nutrient deficiencies, and monitor plant stress levels throughout the growing season. (Eliş et al., 2024; Gören ve ark., 2024). Kızılgöçü et al. (2017) reported that high chlorophyll content value in the plant is a desirable trait, and genotypes with high SPAD value have more photosynthetic capacity and higher grain yield under appropriate conditions. SPAD and NDVI values showed that there were statistically quite significant differences among the genotypes. SPAD and NDVI values measured at heading stage ranged between 54.5-58.5 and 0.72-0.79, respectively. SPAD values were generally high, indicating that triticale genotypes have high chlorophyll content during the heading stage. The highest SPAD value was 58.5 in ADAY-8. However, the same genotype had a lower NDVI value than the other genotypes. SPAD values found by many researchers were lower than the findings of the study, while NDVI values were in a similar range with the findings (Kızılgöçü et al., 2017; Kızılgöçü, 2019).

3.7. Scatterplot matrix correlation analysis

Scatterplot Matrix correlation analysis of the investigated traits of triticale genotypes is given in Figure 1. Scatterplot Matrix correlation analysis is an effective method for analyzing the relationship between traits.

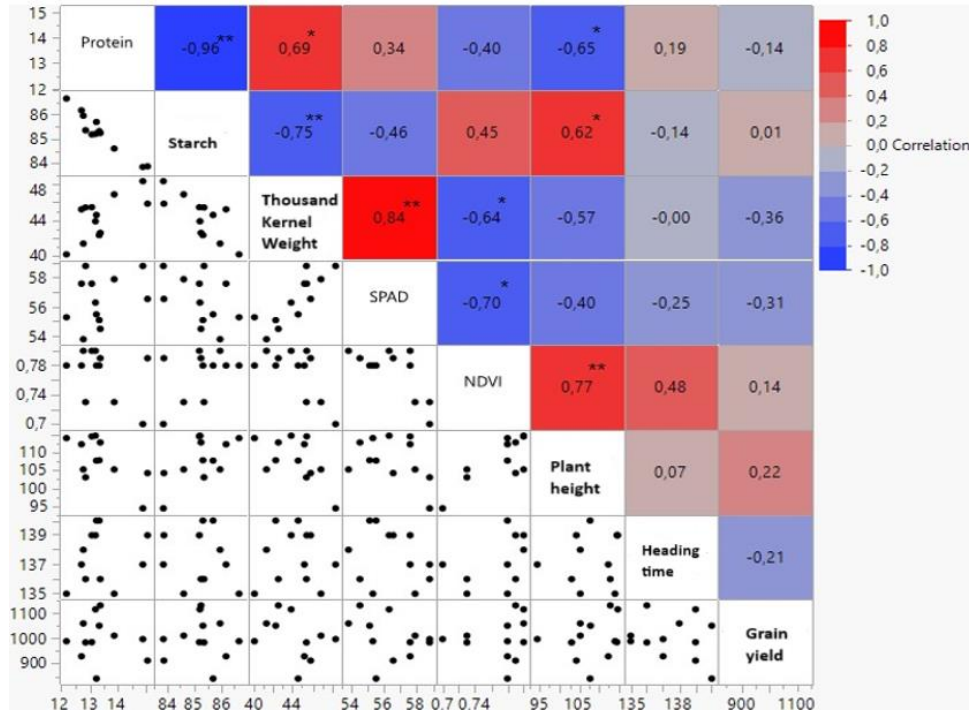


Figure 2. Scatterplot Matrix correlation diagram of the traits analyzed in the study

Correlation analysis showed a negative correlation between protein content with starch content and plant height. Kızılgöçü (2019) reported a negative and significant correlation between starch content and plant height for protein content. While a significant and negative correlation was observed between NDVI and SPAD measurement values, a positive and significant correlation relationship was determined between NDVI and plant height. Kızılgöçü and Yıldırım (2019) reported a negative correlation between SPAD and NDVI measured at heading stage. The positive correlation between NDVI and plant height is an indication of healthy plant growth. There was a positive and significant relationship between thousand-kernel weight with protein content and SPAD, while there was a negative and significant relationship between starch content and NDVI.

4. Conclusion

In our study, DZ9-01-02 and TBT6-11 advanced lines were noted with high grain yield. ADAY-8 line stood out with its SPAD and thousand-grain weight traits. Overall, the study shows that triticale genotypes

respond positively to irrigation and environmental conditions, and yield potential can be increased under these conditions. Moreover, the positive correlation between plant height and NDVI can be considered as an indicator of healthy plant growth. As a result; it is considered that the triticale advanced lines included in the research are potential variety candidates that can be used in agricultural production and adaptation to the region.

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

- Akıncı, C., Yıldırım, M., Sönmez, N., 2001. Diyarbakır koşullarına uygun tritikale çeşit ve hatlarının belirlenmesi. *Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi, Kongre Bildiriler Kitabı*, 17-21 Eylül, Tekirdağ. Cilt I. s: 237-242.

- Demir, B., Şahin, M., Akçacık, A.G., Aydoğan, S., Hamzaoğlu, S., Gür, S., Ozer, E., 2024. Farklı yetiştirme koşullarının tritikale genotiplerinin bazı kalite parametrelerine etkilerinin belirlenmesi. *Wheat Studies*, 12(2): 32-39.
- Dumbravă, M., Ion, V., Epure, L.I., Băşa, A.G., Ion, N., Duşa, E.M., 2016. Grain yield and yield components at triticales under different technological conditions. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 10: 94-103.
- Eliş, S., Kızılgeçi, F., Sımr, E., Yıldırım, M., 2024. Yazlık ekim’de ekmeçlik buğday (*Triticum aestivum* L.) genotiplerinin fizyolojik, kalite ve verim özelliklerinin belirlenmesi. *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi*, 8(3): 612-620.
- FAOSTAT, 2022. (<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>), (Erişim Tarihi: 04.04.2024)
- Genç Lermi, A., Palta, Ş., 2018. Research on seed yield of different triticales (× *Triticosecale* Wittmack) cultivars in West Black Sea ecology. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 20(2): 366-372.
- Geren, H., Geren, H., Soya, H., Ünsal, R., Kavut, Y.T., Sevim, İ., Avcıoğlu, R., 2012. Menemen koşullarında yetiştirilen bazı tritikale çeşitlerinin tane verimi ve diğer verim özellikleri üzerinde araştırmalar. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 49(2): 195-200.
- Gören, H.K., Canavar, Ö., Tan, U., 2024. mitigating salinity stress in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) with k-humate and iron oxide nanoparticles. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 11(4): 1275–1283.
- Gören, H.K., 2024. Determining optimal measurement time points for SPAD and canopy temperature in drought tolerant cotton (*Gossypium hirsutum* L.) Breeding. *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi*, 8(2): 449-460.
- Karan, H., Yağbasanlar, T., Yıldırım, M., 2011. Diyarbakır koşullarına uygun tritikale genotiplerinin belirlenmesi. *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 26(2): 9-18.
- Kavut, Y.T., Soya, H., Geren, H., Geren, H., Ünsal, R., Sevim, İ., Avcıoğlu, R., 2012. Menemen koşullarında yetiştirilen bazı tritikale çeşitlerinin silajlık hasıl verimi ve silaj kalite özellikleri üzerinde araştırmalar. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 22(1): 33-44.
- Kendal, E., Sayar, M.S., Tekdal, S., Aktas, H., Karaman, M., 2016. Assessment of the impact of ecological factors on yield and quality parameters in triticales using GGE biplot and AMMI analysis. *Pakistan Journal of Botany*, 48(5): 1903-1913.
- Kızılgeçi, F., Yıldırım, M., Albayrak, Ö., Akıncı, C., 2016. Bazı arpa genotiplerinin Diyarbakır ve Mardin koşullarında verim ve kalite parametrelerinin incelenmesi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 6(3): 161-169.
- Kızılgeçi, F., Akıncı, C., Albayrak, Ö., Yıldırım, M., 2017. Tritikale hatlarında bazı fizyolojik parametrelerin verim ve kalite özellikleriyle ilişkilerinin belirlenmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 7(1): 337-345.
- Kızılgeçi, F., Yıldırım, M., 2017. Bazı tritikale (X *Triticosecale* Wittmack) genotiplerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 4(1): 43-49.
- Kızılgeçi, F., 2019. Assessment of yield and quality of some triticales genotypes in South-Eastern Anatolia. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 9(1): 545-551.
- Kızılgeçi, F., Yıldırım, M., 2019. Durum buğdayın başaklanma dönemine ait bazı fizyolojik ölçümlerin verim ve kalite özellikleriyle ilişkilerinin belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(4): 777-785.

- Kozak, M., Samborski, S., Rozbicki, J., Madry, W., 2007. Winter triticale grain yield, a comparative study of 15 genotypes. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science*, 57(3): 263-270.
- Kutlu, İ., Kinaci, G., 2010. Evaluation of drought resistance indicators for yield and its components in three triticale cultivars. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(2): 95-103.
- Öztürk, F., Kızılgöçü, F., Eliçin, A.K., Tazebay Asan, N. 2021. The Physiological Parameters which Measured in Different Growing Stages of II. Crop Soybean Cultivars [Glycine max (L.) Merrill]. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 5(1), 100–106.
- Tabatabaei, S.A., Ranjbar, G.H., 2012. Effect of different levels of nitrogen and potassium on grain yield and protein of triticale. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 3(2): 390-393.
- Terzic, D., Đekić, V., Jevtic, S., Popovic, V., Jevtic, A., Mijajlovic, J., Jevtic, A., 2018. Effect of long term fertilization on grain yield and yield components in winter triticale. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 28(3): 830-836.
- Yağbasanlar, T., Genç, İ., Özkan, H., Toklu, F., Yıldırım, M., Bahar, B., Yücel, C., Topal, M. 2003. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Tarafından Geliştirilen Tacettinbey Tritikale Çeşidinin Başlıca Özellikleri. *Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi, Kongre Bildiriler Kitabı*, 13-17 Ekim, Diyarbakır. Cilt I. s, 420-422.
- Zadoks, J.C., Chang, T.T., Konzak, C.F., 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, 14(6): 415-421.

To Cite: Kızılgöçü, F., Levent, A., Eliş, S., Yıldırım, M., 2024. Evaluation of Yield, Quality and Physiological Traits of Triticale Genotypes in Irrigated Conditions. *MAS Journal of Applied Sciences*, 9(Special Issue): 778–785.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.13910806>.

Farklı Biçim Yüksekliklerinin Dallıdاری (*Panicum virgatum*)’da Yem Verimi ve Kimyasal Kompozisyonuna EtkisiHakan GEREN ^{1*} ¹ Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, İzmir*Sorumlu yazar (Corresponding author): hakan.geren.ege@gmail.com

Geliş Tarihi (Received): 20.06.2024

Kabul Tarihi (Accepted): 30.07.2024

Özet

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Bornova deneme tarlasında, biçim yüksekliğinin dallıdاری (*Panicum virgatum*) bitkisinde yem verimi ve kimyasal bileşimine etkisini belirlemek amacıyla iki yıllık bir tarla çalışması yürütüldü. Çalışmada, toprak seviyesinden 5 (BY5), 10 (BY10), 15 (BY15) ve 20 (BY20) cm yükseklikteki 4 biçim uygulaması tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak yapıldı. Denemede; bitki boyu, kardeş sayısı, kuru madde (KM) verimi, ham protein (HP) oranı, nötr deterjan lif (NDF) ve asit deterjan lif (ADF) içerikleri gibi bazı özellikler ölçüldü. İki yıllık ortalama sonuçlar, dallıdاریnın yöre koşullarına oldukça iyi uyum sağladığını (mevsim başına toplam 3 biçim) ve anız yüksekliklerinin (biçim yüksekliği) test edilen tüm özellikleri önemli ölçüde etkilediğini gösterdi. HP içeriği hariç, dallıdاریnın verim ve besin değeri üzerine yıl etkisi de önemli bulundu. Derin biçimlerin etkisi, hücre duvarı bileşiklerinin sindirilebilirliğini azaltma eğilimindeydi. BY10 uygulamasındaki toplam KM verimi, BY15 ve BY20’den önemli ölçüde daha yüksek bulundu. Bu çalışmaya göre, İzmir’in sahil kesiminde dallıdاری bitkisinin hasadı için toprak seviyesinden 10 cm yükseklikten biçilmesi en iyi seviye olabilir.

Anahtar Kelimeler: Dallıdاری, biçim yüksekliği, ot verimi, kimyasal bileşim**Effect of Different Cutting Heights on Forage Yield and Chemical Composition of Switchgrass (*Panicum virgatum*)****Abstract**

A two-year field study, the effect of cutting heights on the forage yield and chemical composition of switchgrass (*Panicum virgatum*) was conducted on Bornova experimental fields of Field Crops Department of Agriculture Faculty, Ege University, Turkey. Four treatments of cutting height at 5 (BY5), 10 (BY10), 15 (BY15) and 20 (BY20) cm above ground level in randomized complete block design with 3 replications were employed. Some characteristics were measured in the experiment such plant height, number of tiller, dry matter (DM) yield, crude protein (CP) concentration, neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) contents. Two-year average results showed that switchgrass is quite well adapted to local conditions (totally 3 cuts per season), and, stubble heights (i.e. cutting heights) significantly affected all tested characteristics. Year effect was also significant on the yield and nutritional value of switchgrass, except CP concentration. The effect of deeper cuts tended to reduce digestibility of cell wall compounds. The total DM yield was significantly higher in BY10 than BY15 and BY20. Based on this research, cutting at 10 cm height above ground level could be the optimal level for harvesting switchgrass in coastal part of İzmir.

Keywords: Switchgrass, cutting height, forage yield, chemical composition

1. Giriş

Buğdaygiller (*Graminea=Poaceae*) familyasının bir üyesi olan dallıdır (*Panicum virgatum*), çok yıllık bir sıcak iklim (C4) bitkisidir ($2n=4x=36$). Gen merkezini Kuzey Amerika'dan alan dallıdır, Kanada'nın güney kısımlarından Meksika'nın iç bölgelerindeki bozkır otlaklarına kadar geniş bir bölgede yayılış göstermektedir (Moser and Vogel, 1995). Dünya üzerinde hayvanlar için kaba yem (kuru ot veya silaj), erozyon kontrolü ve yaban hayatı için yetiştirilen dallıdır bitkisi, yüksek biyoenerji kapasitesine sahip olması nedeniyle (Nazlı ve ark., 2018), Amerikan Biyoenerji Programı tarafından model bitki olarak seçilmiştir (Peşkirioğlu ve ark., 2019).

Rizomlarıyla yavaş gelişen bitki yumak formu yaşam biçimine sahiptir. Sapı dik olarak büyüyen bitki, çeşit ve yetiştirme koşullarına göre çok fazla kardeşlenebilmekte ve 3 m'ye kadar boylanabilmektedir. Dallılarının ova ve yayla olmak üzere iki ekotipinin bulunduğu bildirilmiştir (Soylu, 2012; Özyazıcı ve ark., 2017; Özyazıcı, 2023). Kuvvetli kök aksami nedeniyle toprağa çok iyi tutunduğu ve kurak koşullara da dayanıklı olduğu bildirilen dallılarının (Kuşvuran ve ark., 2018; Gönülal ve Soylu, 2020-2021-2022; Gönülal ve ark., 2021), sert kışlara da önemli düzeyde tolerans gösterdiği ifade edilmektedir (Özdoğan Çavdar, 2023; Özdoğan Çavdar ve Geren, 2023). Tohumlarının çok küçük olması (bin tane ağırlığı ~2 g) (Soylu ve ark., 2011) ve çıkış sonrası yavaş büyümesi nedeniyle tesis yılında yabancı ot saldırısına çok açık bir konumda bulunan dallıdır, ikinci yıldan itibaren çok sayıda kardeş oluşturarak yabancı otları baskı altına almaktadır (Dželetović ve ark., 2019).

Dallılarının çok yıllık olması üretim ekonomisi açısından bir avantaj (tesis yılından sonra tohumluk, toprak işleme, ara çapa, işçilik, vb. masraf unsurları barındırmaması) sağlamlasının yanında (Ekin ve Zorer Çelebi, 2011), yaş otundan yüksek kalitede silo yemi üretilebileceği

(Yıldız ve Geren, 2020; Demirdji ve Geren, 2022; Kuktaş ve Geren, 2022) ve saplarının, mısır veya sorgum gibi kalın olmaması nedeniyle hayvan besleme açısından kaliteli kuru ot eldesine de olanak tanıdığı pek çok araştırmacı tarafından ifade edilmiştir (Geren ve ark., 2016; Kesen ve Geren, 2020a-b; Candoğan ve Geren, 2020). Ancak gerek kuru ot gerekse silaj üretimi amacıyla yetiştirilecek dallıdır bitkisinin yem verimi ve kalitesine etki eden faktörleri ortaya koyacak çalışmalar ayrı bir öncelik taşımaktadır.

Biçim yüksekliği, yani tarlada bırakılan anızın toprak yüzeyinden yüksekliği, yem bitkilerinin yeniden büyüme hızı, verimi, kalitesi ve kalıcılığı üzerinde önemli bir etkiye sahip olması nedeniyle çok yıllık yem bitkileri üretim sistemlerinin yönetiminde önemli bir husustur. Bir çok araştırma, düşük anız yüksekliğinin, apikal meristemlerin uzaklaştırılması ve kışın hayatta kalma veya biçimden sonra yeniden büyüme için enerjinin depolandığı doku kaybı nedeniyle, bitkilerde tomurcuk oluşumunu, sürgün büyümesini ve yem verimini azalttığını göstermiştir. Belirlenmiş bir anız yüksekliği, karbonhidratın gövde tabanından bitki taçlarına ve köklerine taşınmasını desteklemeye yardımcı olur (Andrejić ve ark., 2019). Dallılarının toprak altı kısımlarında yeterli karbonhidrat bulunması, kışın iyi bir şekilde hayatta kalması ve sonraki ilkbaharda güçlü bir şekilde yeniden büyümesi için önemlidir (Geren ve Özdoğan Çavdar, 2024). Bu araştırma, tipik Akdeniz iklimi özelliği gösteren Bornova koşullarında, farklı biçim yüksekliğinin dallıdır bitkisinin yem verimi ve bazı kalite özelliklerine etkisini ortaya çıkarmak amacıyla yürütülmüştür.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırma, iki yıl süreyle (2020 ve 2021) Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nün Bornova deneme tarlası üzerinde yürütülmüştür. Denemenin yürütüldüğü yıllara ait ortalama sıcaklık; ilk yıl 19.1°C, ikinci yıl 19.1°C ve uzun yıllar ortalaması 18.9°C olarak kaydedilmiştir.

Toplam yağış yönünden ise ilk yıl 517 mm, ikinci yıl 766 mm ve uzun yıllar ortalaması 688 mm olarak ölçülmüştür. Denemede kullanılan toprak; tınlı-killi yapıyı temsil etmekte olup, toprak analizi sonuçlarına göre, toprak pH'sının 7.84 (hafif alkali), tuzun % 0.02 (tuzluluk tehlikesi yok), organik maddenin % 1.24 (humusça fakir), kirecin % 9.91 (zengin) olduğu saptanmıştır. Ayrıca, toplam azot % 0.11 (orta), fosfor 2.43 ppm (orta), potasyum 284 ppm (yeterli) ve kalsiyum 2100 ppm (normal) olarak belirlenmiştir. Araştırma yerinin iklim ve toprak özellikleri açısından, yapılan bakım işlemleri sayesinde dallıdırı bitkisinin yetişmesini kısıtlayıcı bir unsur bulunmamıştır.

Tarla denemesinde iki yaşındaki dallıdırı (*Panicum virgatum*) bitkileri test materyali olarak kullanılmış olup, bitkiler üzerine dört farklı biçim yüksekliğinin (BY5: 5 cm, BY10: 10 cm, BY15: 15 cm ve BY20: 20 cm) etkisi incelenmiştir. Çalışma, tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak düzenlenmiş ve 12 adet parselden (5 m x 2.1 m) oluşmuştur. Parsel aralarına 1 m, blok aralarına 2 m yol mesafesi bırakılmıştır. Her iki yıl, Şubat başında parsellerde temizlik biçimi yapılmış, Mart başında da bitkilerde filizlenmeler başlamıştır. Filizlenme dönemine paralel olarak her parselde, 7.5 kg da⁻¹ N (üre formunda) ve 5 kg da⁻¹ P₂O₅ (triple süper fosfat formunda) hesabıyla gübre uygulanmıştır (Muir ve ark., 2001). Her iki yıl, ilk biçimden sonra 7.5 kg da⁻¹ N (amonyum sülfat formunda) uygulaması tekrarlanmıştır. Deneme damla sulama sistemi ile sulanmıştır. Blok araları traktör bağlı çapa makinesi, parsel araları el frezesi ile çapalanmıştır. Bitkiler sıra aralarını kapattıkları için gerekli durumlarda bazı iri yabancı otlar (*Sorghum halapense*, *Xanthium strumarium*, vb.) elle köklenmiş, herbisit kullanılmamıştır. Araştırma döneminde herhangi bir hastalık veya zararlı görülmemiştir. Bitkilerin henüz başaklanmaya başladıkları aşama hasat dönemi olarak referans alınmış (Guretzky ve ark., 2011); her iki yıl büyüme mevsimi boyunca parseller üç kez (Mayıs sonu,

Ağustos ortası, Kasım ortası) ilgili biçim yüksekliklerinden el orağı yardımıyla biçilmiştir.

Araştırmada aşağıda belirtilen özellikler incelenmiştir. Bitki boyu (cm): Toprak yüzeyinden bitkinin ucuna kadar olan mesafe cetvel ile ölçülmüştür (Geren ve ark., 2016). Sap sayısı (adet m⁻²): 0.25 metrekairelik (0.5 m x 0.5 m) metal quadratın içindeki bitki sapsarı sayılmıştır. Kuru madde (KM) verimi (kg da⁻¹): Net 4.8 metrekairelik alandaki bitkiler ilgili yükseklikten biçildikten sonra yaş ağırlıkları dijital teraziyle saptanmış, ardından örnekler 105°C'de vantilasyonlu etüvde 24 saat kurutulduktan sonra hassas terazi ile tartılarak KM oranları belirlenmiş ve yaş ot verimleriyle çarpılarak KM verimleri kaydedilmiştir. Her örnekten yaklaşık 100 g hava kurusu örnek hazırlandıktan sonra öğütülmüş ve Near-Infrared Analyzer cihazı yardımıyla numunelerindeki ham protein (HP), Nötr deterjan lif (NDF) ve Asit deterjan lif (ADF) içerikleri saptanmıştır. Çalışmadan elde edilen verilere varyans analizi yapılmıştır (Yurtsever, 1984). Bu değerlendirme esnasında; KM veriminin biçim toplamı, diğer karakterlerin ise biçim ortalamaları kullanılmıştır. Ortaya çıkan farklılıklar LSD testi (% 5) ile gruplara ayrılarak değerlendirilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmadan elde edilen bulgular Tablo 1'de özetlenmiş olup, varyans analiz sonuçları sap sayısı hariç, incelenen diğer özellikler üzerinde interaksiyon (Yıl x Biçim Yüksekliği) etkisinin önemli olmadığını ortaya çıkarmıştır.

3.1. Bitki boyu

Dallıdırı bitki boyu üzerine yıl ve biçim yüksekliği faktörlerinin bireysel etkilerinin önemli olduğu saptanmıştır. En yüksek bitki boyu 88.1 cm ile BY20 uygulamasında saptanırken, onu istatistiki olarak aynı grupta yer alan BY15 uygulaması (87.6 cm) izlemiştir. En düşük bitki boyu ise 72.7 cm ile BY5 uygulamasında ölçülmüştür. İkinci yıla ait boy ortalamasının (86.2 cm) ilk yıldan (77.1 cm) ~9 cm daha yüksek olduğu

da belirlenmiştir. Yıllara ilişkin bu farklılık üzerinde yağış miktarlarının etkisi olduğu düşünülmektedir, zira ikinci yıl kaydedilen yağış miktarı ilk yıldan ~249 mm daha yüksektir. Bilindiği gibi biçim yüksekliği (anız yüksekliği), toprak yüzeyinden bitkinin biçildiği düzleme kadar olan uzaklığı ifade etmektedir ve teorik olarak, hep aynı kaldığı varsayılırsa da, toprak yüzeyindeki engebeler ve ot hasat makinalarının zıplama

hareketleri nedeniyle oldukça değişken gerçekleşebilir. Çok yıllık ve çok biçimli bir yem bitkisinin dayanabileceği sınırlarda kalmak koşuluyla, biçim yüksekliği azaltıldıkça; karbonhidrat yapımı ve depolanması azalmakta, birim alan sürgün büyümesi hızlanmakta, yaprak eni daralmakta, kök büyümesi ve toplam kök üretimi ile rizom uzaması gerilemektedir (Avcıoğlu, 1976; Soya ve ark., 1981).

Tablo 1. Farklı biçim yüksekliklerinin dallıdırı bitkisinde verim ve bazı yem kalite özelliklerine etkisi

	2020	2021	2Y Ort	2020	2021	2Y Ort	2020	2021	2Y Ort
	--- Bitki boyu (cm) ---			-- Sap sayısı (adet m ⁻²) --			-- KM verimi (kg da ⁻¹) --		
BY5	67.9	77.6	72.7 ^c	794 ^a	887 ^a	840	4322	4668	4495 ^a
BY10	73.5	82.9	78.2 ^b	620 ^b	830 ^a	725	4382	4790	4586 ^a
BY15	82.6	92.7	87.6 ^a	568 ^c	655 ^b	612	3895	4306	4100 ^b
BY20	84.4	91.8	88.1 ^a	532 ^c	648 ^b	590	3170	3625	3398 ^c
Ort.	77.1 ^B	86.2 ^A	81.7	629	755	692	3942 ^B	4347 ^A	4145
LSD	Y* BY* int: öd			Y* BY* int*			Y* BY* int:öd		
	---- HP oranı (%) ----			---- NDF oranı (%) ----			---- ADF oranı (%) ----		
BY5	10.5	10.2	10.4 ^c	57.7	54.2	56.0 ^a	46.6	48.0	47.3 ^a
BY10	12.0	12.0	12.0 ^b	55.9	52.0	54.0 ^b	44.1	47.1	45.6 ^b
BY15	12.0	12.3	12.2 ^b	53.4	50.3	51.8 ^c	42.7	45.7	44.2 ^c
BY20	12.4	12.6	12.5 ^a	51.0	45.3	48.1 ^d	40.4	43.4	41.9 ^d
Ort.	11.7	11.8	11.7	54.5 ^A	50.4 ^B	52.5	43.4 ^B	46.1 ^A	44.8
LSD	Y: öd BY** int: öd			Y* BY* int: öd			Y* BY* int ÖD		

BY: biçim yüksekliği, Y: yıl, int: interaksiyon, Ort: ortalama

Aynı sütun içerisinde benzer harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli farklılık yoktur. *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$ düzeyinde önemli, öd: önemli değil.

Bu genel bilgilerden sonra bitki boyuna ilişkin bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, toprak üzerinde bırakılan anız yüksekliği arttıkça (5 cm'den 20 cm'ye doğru) boy değerlerinin yükseldiği görülmektedir. Tarlada daha çok anız bırakılmasını simgeleyen BY15 ve BY20 uygulamaları, fotosentez alanlarını da yükseltmekte sonuçta bitki kendisini hızlı bir şekilde toparlayıp büyümeye devam etmektedir. BY5 gibi toprak seviyesine daha yakın biçim uygulamasında ise fotosentez alanı sınırlanmakta ve bitki oluşan baskı sonucu var olan potansiyelini yeni sap oluşturmakta kullanmaktadır. Bu durum Tablo 1'in sap sayısı bölümünde net olarak görülmektedir. *Panicum virgatum* bitkisinde beş farklı biçim yüksekliğinin (0, 5, 10, 15 ve 20 cm) bitki boyuna etkisini inceleyen Geren ve Özdoğan Çavdar (2024), toprak üzerinde bırakılan anız yüksekliği arttıkça bitki boylarının azaldığını (82

cm'den 70 cm'ye) ifade etmişlerdir. Buna karşılık, *Pennisetum hybridum* bitkisini beş farklı yükseklikten biçen (0, 5, 10, 15, 20 cm) Saberrezai ve Geren (2022), derin biçim uygulamalarının (0 ve 5 cm) bitki boyunu azalttığını ifade etmişlerdir.

3.2. Sap sayısı

İnteraksiyonun önemli etkisi ortaya çıkmıştır. Buna göre yapılan değerlendirmede en yüksek sap sayısı 887 adet m⁻² ile ikinci yıl BY5 uygulamasında belirlenirken onu istatistiki olarak aynı grupta yer alan ikinci yıl BY10 (830 adet m⁻²) ile ilk yıl BY5 (794 adet m⁻²) uygulamaları takip etmiştir. Rakamsal olarak en düşük sap sayısı ise 532 adet m⁻² ile ilk yıl BY20 uygulamasında ölçülmüştür. Çalışmanın ikinci yılına dair birim alan sap sayısı ortalamasının (755 adet) ilk yıldan (629 adet) daha yüksek olduğu da dikkati çekmektedir. Söz konusu farklılık üzerinde deneme

yıllarına ait yağış miktarı ve buna bağlı nem oranı etkisi ve bitkilerin bulunduğu yere daha iyi yerleştiği düşünülmektedir.

Yem bitkilerinin sürdürülebilirliği açısından biçim yönetimi değerlendirildiğinde şu hususları kapsamakta olup bunlar; biçim zamanı, biçim sıklığı (veya aralığı) ve biçim yüksekliğidir. Zira bu uygulamalar; yem verimi ve kalitesi, kök gelişimi, yabancı ot baskısı, bitkilerin kalıcılığını ve biçim aletlerinin güvenliğini doğrudan etkilemektedir. Toprak seviyesine yakın (dipten biçim) biçim uygulaması, yani biçim yüksekliğinin azaltılmasıyla kardeşlenmenin artırılması bir sınıra kadar mümkündür ve ancak saptardaki büyüme noktaları kesildiğinde yeni kardeşlerin üretimi gerçekleşmektedir (Trócsányi ve ark., 2009). 5 cm'den daha düşük biçimlerde ise bitkiler iyice küçülmekte, kardeşlenmeleri yanında büyüme ve gelişmeleri de durmakta ve sonuç olarak birim alandaki sürgün sayıları hızla azalmaktadır (Baytekin ve Gül, 2009; Ashworth ve ark., 2013).

Dipten biçim sonucu, birim toprak alan yüzeyine düşen yaprak alanının azalması nedeniyle, yem bitkileri köklerindeki karbonhidratları hızla kullanmaya başladığından, bu yedek besinleri içeren kökler giderek zayıflamakta ve yeni kök gelişmesi de gerçekleşmemektedir. Bu olayların doğal sonucu olarak toprağa çok yakın biçilen bitkilerinin kök miktarı ve topraktaki derinliği tehlikeli ölçüde azalabilmektedir (Guretzky ve ark., 2011). Ayrıca, kök büyümesini kontrol eden ve yapraklarda üretilen hormonların, yapraklarla birlikte kaybolmasının da bunda etkili olduğu kuşkusuzdur. Kök gelişmesi gerileyen yem bitkilerinde sap ve yaprak üretimi de giderek gerilemekte, azalan yapraklar çok duyarlı bir yapıya sahip olan büyüme noktalarını (meristematik uçları) koruyamadığından, bu bitkiler kurak ve sıcak stresine, hastalık ve zararlılara çok dayanıksız konuma gelmektedir (Trócsányi ve ark., 2009; Ashworth ve ark., 2013). Bu nedenle biçim yüksekliği, çok yıllık ve çok biçimli yem bitkilerinin yeniden büyümesi

ve gelişmesini doğrudan etkilediğinden özenle seçilmeli ve gerekli tekniklerle uygulanmalıdır (Dumanoğlu, 2020).

Yukarıda belirtilen bilgiler ışığında sap sayısına ilişkin bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, toprak üzerinde bırakılan anız yüksekliği arttıkça (BY5'ten BY20'ye doğru) birim alandaki sap sayısının azaldığı izlenmektedir. Toprak seviyesine yakın yapılan biçim uygulamalarında bitki üzerinde daha sınırlı miktarda fotosentez yüzeyi bırakılmakta ve ışıklanma miktarının artması nedeniyle bitki, kök ve kök boğazına depo ettiği yedek besin maddelerini kullanarak yeni sapsar meydana getirmektedir. Mevcut çalışmada 5 cm'den biçilen bitkilerde anız mesafesi kısa kaldığından, yükselen ışık şiddeti nedeniyle sıra arası boşlukların yabancı ot saldırısına açık hale geldiği de gözlenmiştir. Pek çok araştırmacı, çok yıllık ve çok biçimli buğdaygil yem bitkilerinde toprak üzerinde bırakılan anız yüksekliği azaldıkça, birim alandaki sap sayılarının yükseldiğini vurgulamışlardır (Şaberrezaei ve Geren, 2022; Geren ve Özdoğan Çavdar, 2024).

3.3. Kuru madde verimi

Dallıdarı KM verimi üzerine yıl ve biçim yüksekliği faktörlerinin bireysel etkilerinin önemli olduğu saptanmıştır. İki yıl ortalaması bulgularına göre en yüksek KM verimi 4586 kg da⁻¹ ile BY10 uygulamasında saptanırken, onu istatistiki olarak aynı grupta yer alan BY5 uygulaması (4495 kg da⁻¹) izlemiştir. En düşük KM verimi ise 3398 kg da⁻¹ ile BY20 uygulamasında kaydedilmiştir. İkinci yıla ait KM verimi ortalamasının (4347 kg da⁻¹) ilk yıldan (3942 kg da⁻¹) ~400 kg daha yüksek olduğu da göze çarpmaktadır. Daha önce de belirtildiği gibi, yıllara ilişkin bu farklılık üzerinde yağış miktarı ve onun neden olduğu oransal nem etkisi olduğu düşünülmektedir. KM verimine ait bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, toprak üzerinde bırakılan anız yüksekliği arttıkça KM verimlerinin azaldığı saptanmıştır. Bunun nedeni tarlada daha çok anız bırakılmasından kaynaklanmaktadır. Nitekim pek çok araştırmacı da bulgularımıza benzer sonuçlara

ulaştıklarını bildirmişlerdir (Saberrezaei ve Geren, 2022; Geren ve Özdoğan Çavdar, 2024; Koduru ve ark., 2024). Örneğin, sorgum x sudanotu melezini farklı yüksekliklerden biçen İptaş ve ark. (2001), 7 cm ve 14 cm biçim yüksekliğinden elde edilen KM veriminin 21 cm'den daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Mevcut çalışmada, tarlada gereksiz yere ürün kalmasına neden olan 15 ve 20 cm yükseklikten biçilen dallı parselere düşük verimler elde edilirken, 5 cm yükseklikten biçilen parsellerden de bazı yabancı otlar (*Convolvulus arvensis*, *Digitaria sanguinalis*, *Sorghum halepense*, vb.) tarafından saflığı düşürülmüş ürün (ot) alınmıştır. Küçük alanlarda elde edilen ürünün elle temizlenmesi suretiyle sorun olmayan bu durum, geniş alanlarda problem oluşturabilir. Tarla yüzeylerinin genellikle çok düzgün olmaması, birçok tümsek veya çukurun varlığı, çok derinden yapılan biçim uygulamalarının hasat aletlerinin kesici organlarına zarar (bıçak kırılması, körelmesi, vb.) verebileceği de göz ardı edilmemelidir (Ekren ve ark., 2007; Kir ve ark., 2022). Bu açıdan dallı parsel bitkisinin 10 cm'den biçilmesi daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

3.4. Ham protein oranı

Sadece biçim yüksekliğinin önemli etkisi saptanmıştır. İki yıl ortalaması bulgularına göre en yüksek HP oranı % 12.5 ile BY20, en düşük HP oranı ise % 10.4 ile BY5 uygulamasında kaydedilmiştir. HP oranı üzerinde yıl etkisi önemli bulunmamıştır. HP oranına dair bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, toprak üzerinde bırakılan anız yüksekliği arttıkça HP oranlarının da arttığı saptanmıştır. Bunun nedeni tarlada daha çok anız bırakılması ve buna bağlı olarak bitkideki yaprak oranının yükselmesinden kaynaklanmaktadır. Zira yapraklar, saptan daha yüksek oranda HP içermektedirler (Andrejić ve ark., 2019; Dželetović ve ark., 2019). Pek çok araştırmacı bulgularımızı teyit etmektedir (Geren ve Özdoğan Çavdar, 2024; Geren ve ark., 2024). Buna karşılık, *Panicum maximum* bitkisinde biçim yüksekliğinin (10, 15 ve 20

cm) HP oranı ile NDF ve ADF içerikleri üzerine önemli etkisinin bulunmadığı Jimoh ve ark. (2019) tarafından ifade edilmiştir.

3.5. NDF ve ADF oranı

Varyans analiz sonuçları, dallı parsel bitkisinin kuru otu bünyesindeki NDF ile ADF oranı üzerinde biçim yüksekliği ve yılların önemli etkisinin bulunduğunu ortaya çıkarmıştır. Araştırmada, iki yıl ortalamasına göre en yüksek NDF oranı (% 56.0) ve ADF oranı (% 47.3) BY5 uygulamasında, en düşük NDF oranı (% 48.1) ve ADF oranı (% 41.9) ise BY20 uygulamasında ölçülmüştür. Araştırmanın ikinci yılına ait NDF oranı ortalamasının (% 50.4) ilk yıldan (% 54.5); ilk yıla ait ADF oranının da (% 43.4) ikinci yıldan (% 46.1) daha düşük olduğu saptanmıştır. Kuru ot bünyesinde bulunan NDF ve ADF oranlarına ait bulguları genel olarak yorumlandığında, toprak üzerinde bırakılan anız yüksekliği arttıkça (BY5'ten BY20'ye doğru), artan yaprak oranına paralel olarak ottaki NDF ve ADF oranlarının azaldığı saptanmıştır. Ancak bu rakamsal düşüş, ot kalitesinin yükseldiği, bir başka ifadeyle, yemin sindirilme derecesinin arttığı anlamına gelmektedir. Bilindiği gibi buğdaygil yem bitkilerinde uçtan tabana doğru inildikçe yaşlı hücrelerin sayısı artmakta, hücre çeperleri kalınlaşmakta, doğal olarak da selüloz oranı yükselmekte, yemin sindirilme seviyesi azalmaktadır (Jimoh ve ark., 2019; Güzar ve ark., 2024). Mevcut çalışmada, tarlada gereksiz yere ürün kalmasına neden olan 15 ve 20 cm yükseklikten biçilen dallı parselere düşük verim fakat yüksek kalite ürün alınması, içlerinde bazı yabancı otlar tarafından da desteklenmiş yüksek verim fakat düşük kalitede ürün eldesine neden olan 5 cm yüksekliği devre dışı bırakıldığında, 10 cm biçim yüksekliği dallı parsel bitkisi için tercih edilmesi gereken bir seçenek olarak karşımıza çıkmaktadır.

4. Sonuçlar

Dallı parsel bitkisinde farklı biçim yüksekliklerinin (5, 10, 15, 20 cm) yem verimi ve bazı yem kalite özelliklerine etkisini tespit etmeyi amaçlayan tarla

çalışmasında, bitkinin yöre koşullarına mükemmel bir şekilde uyum sağladığı belirlenmiştir. Kış mevsiminde sarararak dormansiye giren bitkinin erken ilkbaharda uyanmaya başladığı, yaz boyunca kuru ot eldesi amacıyla üç biçim alınabileceği, biçim yüksekliğinin ot verimi ve bazı yem kalite özelliklerini önemli derecede etkilediği saptanmıştır. Yöre koşullarında yüksek verim, kabul edilebilir yem kalitesi ve biçim aletlerinin güvenliği için dallıdırı bitkisinin 10 cm yükseklikten biçiminin önerilebileceği ortaya çıkmıştır.

Kaynaklar

- Andrejić, G., Dželetović, Ž., Simić, A., Milenković, J., Marković, J., Geren, H., 2019. Specific agrotechnical conditions of switchgrass cultivations, *Radovi Sa XXXIII Savetovanja Agronoma, Veterinara, Tehnologa I Agroekonomista*, 25(1-2):79-88.
- Ashworth, A.J., Keyser, P.D., Holcomb, E.D., Harper, C.A., 2013. Yield and stand persistence of switchgrass as affected by cutting height and variety, *Forage and Grazinglands*, 11(1): 1-6.
- Avcıoğlu, R., 1976. Yoncada biçim zamanı ve yüksekliğinin verim ve diğer bazı karakterlere etkisi üzerinde araştırmalar, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(2): 205-216.
- Baytekin, H., Gül, İ., 2009. Yembitkileri, 'Genel Bölüm', Bölüm 4.1, Yembitkilerinde Hasat, Kuru Ot Üretimi ve Depolama, TC Tarım ve Köyüşleri Bakanlığı, TÜGEM, Cilt:1, s:121-141.
- Candoğan, G.Ç., Geren, H., 2020. Farklı azot seviyelerinin dallıdırı (*Panicum virgatum*)'da yem verimi ve bazı tarımsal özelliklere etkisi üzerine bir ön çalışma, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 57(2): 165-172.
- Demirdji, E., Geren, H., 2022. Effect on forage quality of switchgrass (*Panicum virgatum*) silage with addition of alfalfa (*Medicago sativa*), *International Journal on Mathematic, Engineering and Natural Sciences*, 6(22): 557-568.
- Dumanoglu, Z., 2020. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Bitkisel Atıkların Değerlendirilmesi, *Tarımda Yenilikçi Yaklaşımlar, Sürdürülebilir Tarım ve Biyoçeşitlilik*, s:461-473.
- Dželetović, Ž., Andrejić, G., Milenković, J., Marković, J., Simić, A., Geren, H., 2019. Biological properties and economic importance of switchgrass productions, *Radovi sa XXXIII savetovanja agronoma, veterinaru, tehnologa i agroekonomista*, 25(1-2): 69-78.
- Ekin, Z., Zorer Çelebi, Ş., 2011. Dallıdırı (*Panicum virgatum* L.)'nın Ortadoğu Anadolu (TRB2) Bölgesinde biyoyakıt olarak üretim potansiyeli ve kullanım olanaklarının araştırılması, *Uluslararası Katılımlı 1. Ali Numan Kıraç Tarım Kongresi ve Fuarı*, 27-30 Nisan, Eskişehir, Cilt:2 s. 997-1005.
- Ekren, S, Sönmez, Ç., Sancaktaroğlu, S., Bayram, E., 2007. Farklı biçim yüksekliğinin adaçayı (*Salvia officinalis* L.)'nda agronomik ve teknolojik özelliklere etkisinin belirlenmesi, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 44(1): 55-71.
- Geren, H., Kavut, Y.T., Demiroğlu Topçu, G., 2016. Bornova ekolojik koşullarında yetiştirilen farklı dallıdırı (*Panicum virgatum* L.) genotiplerinin biyokütle verimi ve bazı tarımsal özellikleri üzerine bir ön araştırma, *2.Ulusal Biyoyakıtlar Sempozyumu*, 27-30 Eylül, Samsun, s: 285-292.
- Geren, H., Özdoğan Çavdar, T., 2024. Determination of dry matter yield and some forage quality parameters of switchgrass (*Panicum virgatum*) as affected by cutting heights, *ISPEC 14th International Conference on Agriculture, Animal Science & Rural Development*, March 22-24, Izmir, p: 966-972.
- Geren, H., Öliyeva, S., Baxışli, T., Abişova, M., 2024. Farklı biçim yüksekliklerinin dev kralotu (*Pennisetum hybridum*)'nda yem verimi ve bazı kalite özelliklerine etkisi üzerine bir ön çalışma, *MAS Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 9(2):221–229.

- Gönülal, E., Soylu, S., 2020. Kısıntılı sulama koşullarında dallıdırı (*Panicum virgatum* L.) çeşitlerinin tane verimi ve bazı özelliklerinin belirlenmesi, *Anadolu, Journal of AARI*, 30(2): 153-162.
- Gönülal, E., Soylu, S., 2021. Yağışa bağlı kuru şartlarda dallıdırı çeşitlerinin 4 ve 5. yıllardaki biyokütle verimi ve diğer tarımsal özelliklerinin belirlenmesi, *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 24(3): 570-578.
- Gönülal, E., Soylu, S., Sahin, M., 2021. Effects of different water stress levels on biomass yield and agronomic traits of switchgrass (*Panicum virgatum* L.) varieties under semi-arid conditions, *Turkish Journal of Field Crops*, 26(1): 25-34.
- Gönülal, E., Soylu, S., 2022. Araştırmalar ışığı altında iklim değişikliği ile mücadelede dallıdırı bitkisinin (*Panicum virgatum* L.) yetiştirme ve kullanılabilme potansiyelinin incelenmesi, 9. Ulusal KOP Bölgesel Kalkınma Sempozyumu, 24-26 Ekim, Konya, s:376-377.
- Guretzky, J.A., Biermacher, J.T., Cook, B.J., Kering, M.K., Mosali, J., 2011. Switchgrass for forage and bioenergy: harvest and nitrogen rate effects on biomass yields and nutrient composition, *Plant Soil*, 339: 69-81.
- Güzar, B., Geren, H., Allahverdiyev, E., Əsgərova, A., 2024. Farklı hasat dönemlerinin inci darı (*Pennisetum glaucum*)’da verim ve bazı yem kalite unsurlarına etkisi, *MAS Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 9(1): 90-99.
- İptaş, S., Broi, A.R., Aktaş, A., 2001. Sorgum x sudanotu melezinde (*Sorghum vulgare* Pers. x *Sorghum sudanense* (Piper) Stapf.) azotlu gübreleme ve biçim yüksekliğinin verim ve kaliteye etkisi, *Tarım Bilimleri Dergisi*, 7(2): 69-74.
- Jimoh, S.O., Amisu, A.A., Dele, P.A., Ojo, V.O.A., Adeyemi, T.A., Olanite, J.A., 2019. Effects of animal manures and cutting height on the chemical composition of two *Panicum maximum* varieties (Local and Ntchisi) harvested at different stages of growth. *Pertanika*, *Journal of Tropical Agricultural Science*, 42(1): 359-376.
- Kesen, Z., Geren, H., 2020a. Dallıdırı (*Panicum virgatum*)’da farklı biçim sıklıklarının yem verimi ve bazı silaj kalite özelliklerine etkisi, *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(1): 658-668.
- Kesen, Z., Geren, H., 2020b. Farklı biçim sıklıklarının dallıdırı (*Panicum virgatum*)’da kuru madde verimi ve bazı yem kalite özelliklerine etkisi, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 57(1): 95-103.
- Kir, B., Geren, H., Ozkan, S.S., Budak, B., Salman, A., Demiroglu Topcu, G., Ilker, E., 2022. Effects of mowing heights on the turf performances of some tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) cultivars under Mediterranean ecological conditions, 32nd Scientific-Experts Conference of Agriculture and Food Industry, 1-2 December, Sarajevo, p:66
- Trócsányi, Z.K., Fieldsend, A.F., Wolf, D.D., 2009. Yield and canopy characteristics of switchgrass (*Panicum virgatum*) as influenced by cutting management, *Biomass and Bioenergy*, 33: 442-448
- Koduru, S., Gurlitsky, L., Hashemi, M., Herbert, S.J., Sadeghpour, A., 2024. Decreasing the cutting height increases young and mature switchgrass yield with no impact on quality and stand vigor at different harvesting seasons, *Biomass and Bioenergy*, 183: 107153.
- Kuktaş, A.S., Geren, H., 2022. Kudzu (*Pueraria phaseoloides*) ile karıştırılmış dallıdırı (*Panicum virgatum*) silajının bazı yem kalite özellikleri üzerine bir araştırma, *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi*, 6(3): 629-637.
- Kusvuran, A., Kusvuran, S., Nazli, R.I., Tansi, V., 2018. The effect of different salt concentrations on morphological and physiological properties in switchgrass (*Panicum virgatum*), *International Science and Academic Congress'18*, December 8-9, Konya, 4: 1088-1095.

- Muir, J.P., Sanderson, M.A., Ocumpaugh, W.R., Jones, R.M., Reed, R.L., 2001. Biomass production of 'Alamo' switchgrass in response to nitrogen, phosphorus, and row spacing, *Agronomy Journal*, 93: 896-901.
- Nazli, R.I., Tansi, V., Öztürk, H.H., Kusvuran, A., 2018, Miscanthus, switchgrass, giant reed, and bulbous canary grass as potential bioenergy crops in a semi-arid Mediterranean environment. *Industrial Crops & Products*, 125: 9-23.
- Özdoğan Çavdar, T., 2023. Tarımda iyileştirmeler (Eds: M. Ayçiçek, S. Sabancı Bal). Sürdürülebilir enerji kapsamında enerji bitkilerinin ve hasat zamanının önemi. İksad Publishing House, Ankara, s:87-100.
- Özdoğan Çavdar, T., Geren, H., 2023. Sürdürülebilir enerji bitkileri tarımında bazı çok yıllık buğdaygillerin performansları, *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi*, 7(1): 15-26.
- Özyazıcı, G., Özyazıcı, M.A., Turan, N., Açıkbaz, S., 2017. Certain agricultural properties of switchgrass varieties grown in different locations, *1st International Conference on Multidisciplinary, Engineering, Science, Education and Technology*, Baku, p:68.
- Özyazıcı, M.A., 2023. Her Yönüyle Silaj (Eds: K. Kökten, S. Seydoşoğlu). Silaj yapımında kullanılan bitkiler. İksad Publishing House, Ankara, s:63-100.
- Peşkirioğlu, M., Özyaydın, K.A., Kodaş, R., Özyazıcı, G., Aydoğmuş, O., Bağcı, M., Yıldız, H., Karaman, N., Akcelik, E., 2019. Biyoenerji bitkisi olarak dallıdarının (*Panicum virgatum* L.) Türkiye'de potansiyel yetiştirme alanlarının belirlenmesinde analitik hiyerarşi süreci ve coğrafi bilgi sistemleri yaklaşımı, *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 28(1): 39-52.
- Soya, H., Gençkan, M.S., Avcıoğlu, R., Momani, T.O., 1981. Biçim zamanı ve biçim yüksekliğinin değişik biçim sıralarında acem üçgülü (*Trifolium resupinatum* L.)'nün kimi verim özelliklerine etkisi, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(1): 141-150.
- Soylu, S., 2012. Alternatif bir biyoyakıt bitkisi olarak dallıdarının (*Panicum virgatum*) Türkiye'de yetiştirme teknikleri, *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 8(3): 257-263.
- Soylu, S., Sade, B., Şeflek, A., 2011. Dallıdarının (*Panicum virgatum* L.) tohum üretim kapasitesinin araştırılması, *Türkiye 4. Tohumculuk Kongresi*, 14-17 Haziran, Samsun, Cilt:2, s.138-143.
- Yıldız, H., Geren, H., 2020. An investigation on some quality characteristics of ensilaged switch grass (*Panicum virgatum*) with different levels of leguminous forages, *International Aegean Symposiums on Innovation Technologies & Engineering*, 15-16 February, Izmir, p:138.
- Yurtsever, N., 1984. Deneysel İstatistik Metotlar, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları No:121, Ankara.

Atf Şekli: Geren, H., 2024. Farklı Biçim Yüksekliklerinin Dallıdarı (*Panicum virgatum*)'da Yem Verimi ve Kimyasal Kompozisyonuna Etkisi. *MAS Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 9(Özel Sayı): 786-794.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.13910836>.

To Cite: Geren, H., 2024. Effect of Different Cutting Heights on Forage Yield and Chemical Composition of Switchgrass (*Panicum virgatum*). *MAS Journal of Applied Sciences*, 9(Special Issue): 786-794.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.13910836>.

Aktif Karbon Yapısında Hiyerarşik Gözenek Oluşumu için Aktifleştirici Ajan Olarak Bor Türevi Kullanımının Optimizasyonu

Hacer DOLAŞ^{1*}¹ Harran Üniversitesi, Hilvan Meslek Yüksekokulu, Mülkiyet Koruma ve Güvenlik Bölümü, Şanlıurfa*Sorumlu yazar (Corresponding author): hacerdolas@harran.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 20.06.2024

Kabul Tarihi (Accepted): 30.07.2024

Özet

Bu çalışmada amonyum biborat, boraks ve borik asit gibi bor türevi kimyasalların zirai atık olan fıstık kabuklarından aktif karbon üretiminde aktif karbonun yapısında oluşan gözeneklerin boyut ve hacim dağılımına etkisi incelendi. Ayrıca, aktifleştirici ajan türü (ABB, Boraks, Borik asit); aktifleştirici ajan oranı (% 10, % 20, % 30, % 40 ve % 50), aktifleştirici ajan çözeltisinde bekleme süresi (1 gün, 2 gün, 3 gün, 4 gün ve 5 gün) ve karbonizasyon sıcaklığı (700 °C, 750 °C, 800 °C, 850 °C ve 900 °C) gibi üretim koşullarının bu dağılımdaki etkisi de incelendi. Elde edilen AC TG-DTA, FT-IR, SEM, BET yüzey alanı ve BJH gözenek hacmi, gözenek yüzey alanı, hacim dağılım ve gözenek çapı bakımından karakterize edildi. Elde edilen sonuçlara göre, ortalama 1.122 nm çaplı gözeneklerden 0.033 cc g⁻¹ hacim bulunduran fıstık kabukları borik asitle muamele sonucunda 7.255 cc g⁻¹ hacimli 42.52 nm gözenek boyutuna sahip AC haline geldi. Mikro-mezo gözenek yüzey alanının 300 m² g⁻¹ ile en yüksek olduğu % 20 aktifleştirici ajan kullanımında görüldü. 2 gün bekleme neticesinde 60 nm düzeyine kadar gözenek boyutunda açılma gözlemlendi. Miktar ise 2.7 cc g⁻¹ düzeyine çıktı. Elde edilen AC'lar 800 °C'de 10-15 nm aralığında 9 cc g⁻¹'lik bir hacim yoğunluğuna, 123 m² g⁻¹'lik yüzey alanına sahipken; 850 °C'de ise mikro- ve mezo-gözeneklilik hatta makro-gözeneklilik bakımından daha hiyerarşik bir yapı elde edildi. Sonuç olarak amonyum biborat kullanımıyla fıstık kabuklarından yüksek oranda mikro gözenek yoğunluklu AC elde edilirken, borik asit kullanımında hem mikro ve mezo- ve hem de makro- boyutta gözenekler elde edildi. Bunun yanında %20 oranında, 2 gün ve 850 °C'de üretim koşulları kullanılması bu hiyerarşiyi desteklediği görüldü.

Anahtar Kelimeler: Zirai atıklar, aktif karbon, bor türevi kimyasallar

Optimization of the use of Boron Derivate as Activating Agent for Hierarchical Pore Formation in Activated Carbon Structure

Abstract

In this study, the effects of boron-derived chemicals such as ammonium baborate (ABB), borax and boric acid on the size and volume distribution of the pores formed in the structure of activated carbon in the production of activated carbon from agricultural waste pistachio shells were examined. The effect of production conditions such as type of activating agent (ABB, Borax, Boric acid), activating agent rate (10%, 20%, 30%, 40% and 50%), holding time in the activating agent solution (1 day, 2 days, 3 days, 4 days and 5 days) and carbonization temperature (700 °C, 750 °C, 800 °C, 850 °C and 900 °C) on this distribution was also examined in terms of TG-DTA, FT-IR, SEM, BET surface area and BJH pore volume, pore surface area, volume distribution and pore diameter. According to the results obtained, peanut shells containing pores with an average diameter of 1.122 nm and a volume of 0.033 cc g⁻¹ turned into AC with a volume of 7.255 cc g⁻¹, a pore size of 42.52 nm. The highest pore surface area was observed as 300 m² g⁻¹ when 20% activating agent was used. As a result of waiting for 2 days, an expansion of the pore size up to 60 nm was observed. While the amount of ACs obtained increased to 9 cc g⁻¹ in the range of 10-15 nm at 800 °C, a more hierarchical structure in terms of micro and mesoporosity and even macroporosity was obtained at 850 °C. As a result, while AC with high micropore density was obtained from peanut shells with the use of ammonium baborate, both micro-, meso- and macro-sized pores were obtained with the use of boric acid. In addition, the use of 20%, 2 days and 850 °C production conditions was seen to support this hierarchy.

Keywords: Agricultural wastes, activated carbon, boron derivatives

1. Giriş

Aktif karbon (AC), zeolit ve cam gibi malzemeler yapılarında belirli boyutta gözenek taşır. Bu gözenekler sayesinde göstermiş oldukları özellikler daha fazla katlanır. Kullanım amacına göre gözeneklerin çapı önem kazanmaktadır. AC için mikro-gözenekli yapı önemli iken, süper kapasitör elektrodu için kullanılan malzemenin makro- ve mezo-gözenekli olması bir kriterdir. IUPAC sınıflandırmasına göre çapı 2 nm den daha küçük olan gözenekler mikro-, 2 ve 50 nm aralığında olan gözenekler mezo-, 50 ve daha büyük çapa sahip gözenekler ise makro-gözenek olarak isimlendirilir. (Naito ve ark., 2018)

Yapıda mikro-gözenekler ne kadar çoksa BET yüzey alanı da o kadar yüksek olur. Yüksek yüzey alanlı malzemeler özellikle adsorpsiyon işleminde adsorban olarak kullanılan aktif karbonlarda çok değerli olmaktadır. Diğer taraftan süper kapasitör elektrot malzemesi olarak kullanılan malzeme de ise mezo- ve makro-(özellikle mezo-) gözenekli yapılar elektrolitlerin hareketliliği açısından önemli olmaktadır. (Xing ve ark., 2009; Lv ve ark., 2012; Wang ve ark., 2016) Bu sebeple yapıda mezo-gözenek oluşturmak ve oluşum koşullarını belirlemek önemlidir. AC üretiminde kullanılan metotlar arasında hidrotermal (Hossain ve ark., 2018; Xin ve ark., 2020), kimyasal aktivasyon (Hadoun ve ark., 2013; Saygılı ve ark., 2016; Thue ve ark., 2017; Marrakchi ve ark., 2017; Nasrullah ve ark., 2019; Borhan ve ark., 2019; Salem ve ark., 2020; Lee ve ark., 2021) kimyasal ve fiziksel aktivasyon (Tseng ve ark., 2005; Tseng, 2006; Muniandy ve ark., 2014; Khamkeaw ve ark., 2020), gibi yöntemler kullanılır. Bu yöntemler kendi içlerinde belirli avantaj ve dezavantajları barındırmaktadır. Kimyasal yöntemi tek aşamalı, çift aşamalı veya ikili kimyasal kullanma suretiyle gerçekleştirilebilir. (Le Van ve ark., 2019)

Yapılan çalışmalar gösterdi ki, kimyasal olarak KOH (Mohammed ve ark., 2015) kullanıldığında yapıda daha çok

mikro-gözeneklilik ağırlıklı olmakta ve yüksek yüzey alanına sahip AC'lar üretilmektedir. Üretim sırasında kullanılan aktifleştirici madde, bu maddenin oranı, bu maddede bekletme oranı ve karbonizasyon sıcaklığı gibi faktörler yapıda hem gözenek oluşturma da hemde oluşan gözeneklerin boyutunda etkili olacağı düşünüldü.

ZnCl₂ (Ashfaq ve ark., 2023), K₂CO₃ (Foo ve ark., 2012; Nagalakshmi ve ark., 2015), Na₂CO₃ (Yanhong ve ark., 2017) veya fosforik asit (Reffasa ve ark., 2010; Zhe ve ark., 2021; Danish ve ark., 2022) gibi asitler kullanıldığında ise yine diğer koşullara bağlı olmak üzere mezo-gözeneklilik artmaktadır. Hem selülozik yapıları, hem de ucuz, bol bulunan bir malzeme olduklarından dolayı zirai atıklar AC üretiminde sıklıkla kullanıldı (Noren ve ark., 2020; Beyan ve ark., 2021) Fıstık kabuğu da bu atıklardan biridir. Ancak literatürde bor türevi maddelerin aktifleştirici olarak kullanıldığında AC ürünün gözenekliliğine verdiği etki incelenmedi. Önceki çalışmamızda bor türevlerinin yüzey alanına etkisi incelendi. (Dolas, 2022). Bu çalışma da ise bor türevi kimyasalların AC un gözenekli yapısına etkisi gözenek dağılımı gözenek hacmi ve gözenek yüzey alanı ve gözenek çapı bakımından BJH metodu kullanılarak incelendi. Hesaplamalar ise de Boer metodu ile yapıldı. Ayrıca kimyasal oranı (% 10, % 20, % 30, % 40 ve % 50), kimyasal çözeltide bekletme süresi (1 gün, 2 gün, 3 gün, 4 gün ve 5 gün) ve karbonizasyon sıcaklığı (700 °C, 750 °C, 800 °C, 850 °C ve 900 °C) gibi üretim koşulları bakımından da incelendi. (Dolas, 2023a, 2023b).

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Kullanılan malzemeler

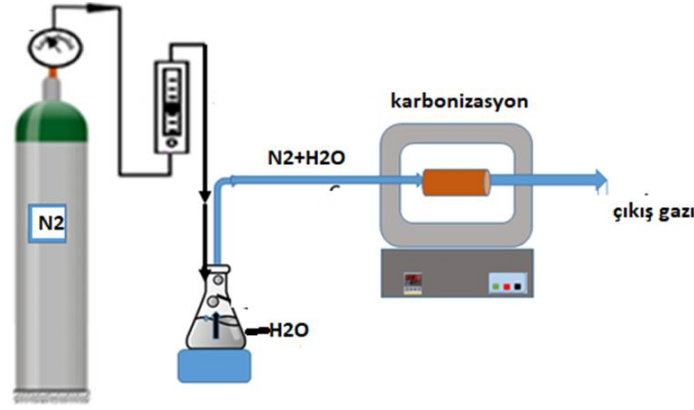
Bu çalışmada kullanılan zirai atık olarak fıstık (*Pistachia Vera*) kabukları Şanlıurfa'da bulunan yerel üreticiden temin edildi. Kimyasallar aktifleştirici ajan olarak kullanılan boraks (Na₂[B₄O₅(OH)₄]·8H₂O), amonyum biborat ((NH₄)₂B₄O₇·4H₂O), borik asit (H₃BO₃) Sigma-Aldrich

firmasından; Ticari aktif karbon (AC) ise Merck firmasından sağlandı. Bütün çözeltiler saf su kullanılarak hazırlandı.

2.2. Uygulanan metotlar

Temin edilen fıstık kabukları önce dış kirliliğinden arınması için yıkandı ve etüvde 70 °C de gün aşırı kurutuldu. İri parçalar halinde kırılan kabuklar istenen oranda içeren aktifleştirici ajanın çözelti içinde istene süre boyunca bekletildi. Süre sonunda kabuklar süzülüp yıkandı ve karbonizasyon hücresine alındı. Bu hücre kül fırınına yerleştirilen gaz giriş ve çıkışı bulunan paslanmaz çelikten elde edilmiş yaklaşık 250 ml hacimli bir hücredir. (Şekil

1) Karbonizasyon N_2+H_2O ortamında istene sıcaklıkta istenen süre tutularak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen AC tüm gözeneklerin açılması için saf suyla yıkandı ve aktifleştirici ajan türüne göre etiketlendi. Örneğin, amonyum biborat ile aktifleştirilerek elde edilen AC, ABB-AC olarak etiketlendi. Karakterizasyonu yapısal olarak FT-IR ile termal olarak TG-DTA ile, morfolojik olarak SEM ile ve yüzey alanı ve gözenek boyut ve hacim dağılımı olarak NOVA 4000e-Quantachrome pore size analyzer cihazı ile yapıldı. Gözenek boyut hacim ve dağılımı ise BJH/DH method, t-method kullanılarak grafike edildi ve hesaplamada “de Boer” metodu kullanıldı.



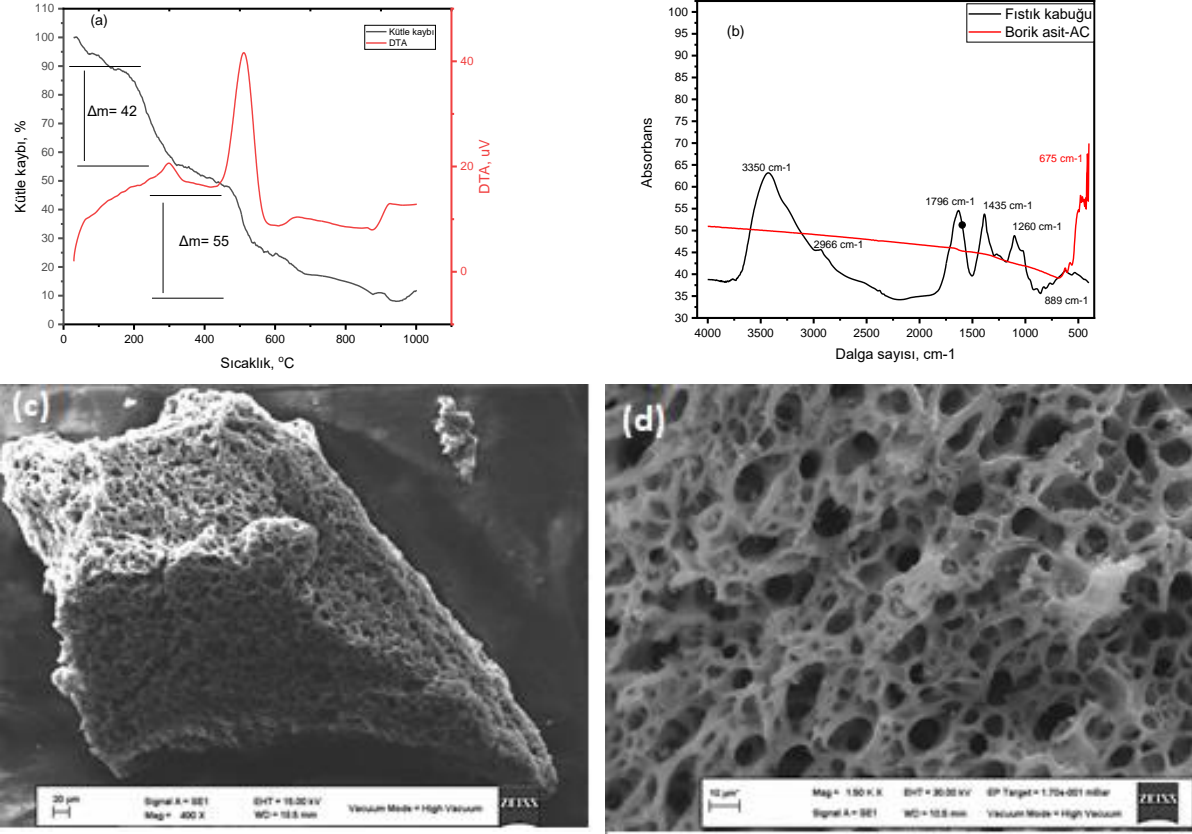
Şekil 1. Karbonizasyon şeması

3. Sonuçlar ve Tartışma

3.1. AC karakterizasyonu

Ham ürün olan fıstık kabuğu öncelikle sıcaklıkla nasıl bir değişime uğradığını görmek için TG-DTA ile karakterize edildi. TG-DTA grafikleri 25 °C-1000 °C sıcaklık aralığında 10 °C min⁻¹ ısıtma hızıyla azot (N₂) atmosferinde

yapıldı (Şekil 2a). Sıcaklık uygulandıkça fıstık kabuğu yaklaşık 150-300°C aralığında % 42'lik bozunma 300-900°C aralığında ise 2. bozunmayı % 56'lık bir oranla gösterdi. Bu her iki adımda yapıdaki organik selüloz iskeletin yıkılmasını gösterir. Bu değerler karbonizasyon sıcaklığında da dikkate alındı. Elde edilen ürünün ise FT-IR ve SEM görüntüleri Şekil 2b, c ve d de verildi.



Şekil 2. a) Fıstık kabuğunun TG-DTA termogramı, b) Fıstık kabuğu ve AC ürünün kıyaslamalı FT-IR spektrumu, c) ve d) AC nun SEM görüntüsü (aktifleştirici ajan: Borik asit, oran : %20, süre: 2 gün sıcaklık: 850 °C)

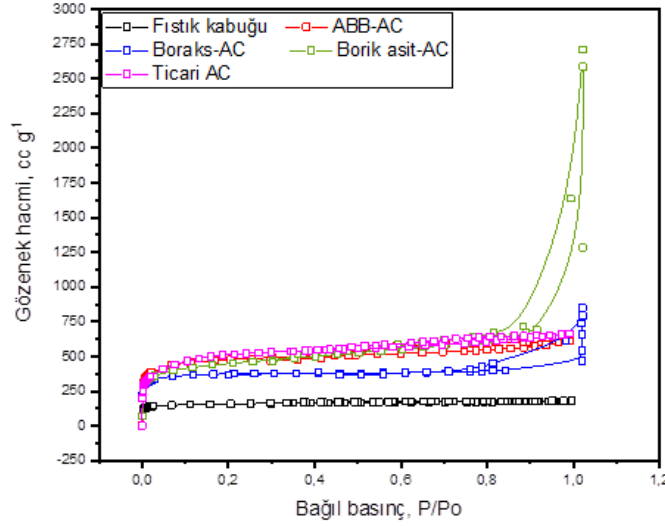
FT-IR grafiğinde bulunan pikler elde edilen AC un ham fıstık kabukları ile kıyaslama imkânı verdi. Böylece karbonizasyon sonrası yapıdaki değişimin boyutları belirlenebildi. Öyle ki, Ham halde bulunan 3065 cm⁻¹: O-H gerilme titreşim piki (3600-3000 cm⁻¹ alkol ve fenollerde); 2966 cm⁻¹ C-H gerilme titreşim piki (alken ve alkan grubu); 2388 cm⁻¹: C=C gerilme titreşim piki (alkin grubu); 1796 cm⁻¹: C=O gerilme piki (amitlerdeki karbonil grubu); 1596, 1435 cm⁻¹ C=C gerilme piki (aromatik halka); 1260, 887 cm⁻¹: C-O gerilme piki (alkol, fenol, ester ve eter grubu) gibi bir çok fonksiyonel grubun (Danish ve ark., 2022) karbonizasyon sonrası ya azaldığı yada yok olduğu gözlemlendi.

Elde edilen AC un 30 µm ve 10 µm (Şekil 2c ve d) SEM görüntülerinde ise

oluşan gözenekli yapı net bir şekilde gözlenebilmektedir. Bu gözeneklilik hali yapıya özellik katmakta ve AC örneklerinde bu istenen ve beklenen bir sonuçtur. Yapıdaki karbon iskeletinin yıkılması ile gözenekler açıldı. Ve ileri boyutta karbon duvarlarının yıkılması ile gözenek boyutlarının değişmesi söz konusu oldu.

3.2. Aktifleştirici ajan türü etkisi

Diğer taraftan oluşan gözenekli yapının ne kadar yüzey alanı kattığı ve gözenek çapı hacmi gibi bilgilere erişebilmek için farklı aktifleştirici ajanlar eşliğinde elde edilen AC'ların izoterm grafikleri Şekil 3 de verildi. Elde edilen veriler ham ürün fıstık kabukları ve ticari AC ile kıyaslandı.



Şekil 3. Elde edilen AC'ların izoterm grafikleri. (aktifleştirici ajan oranı: % 20, süre: 2 gün sıcaklık: 850 °C)

Elde edilen veriler incelendiğinde IUPAC sınıflandırılmasına göre Fıstık kabuğu Type I türünde bir izoterm göstererek yapıda az sayıda mikro-gözenekliliği sergiledi. Ticari AC ve ABB-AC de aynı şekilde Type I türü izoterm verdi. Ancak, mikro gözenekliliği elbette Fıstık kabuğundan daha yüksekti. Borik

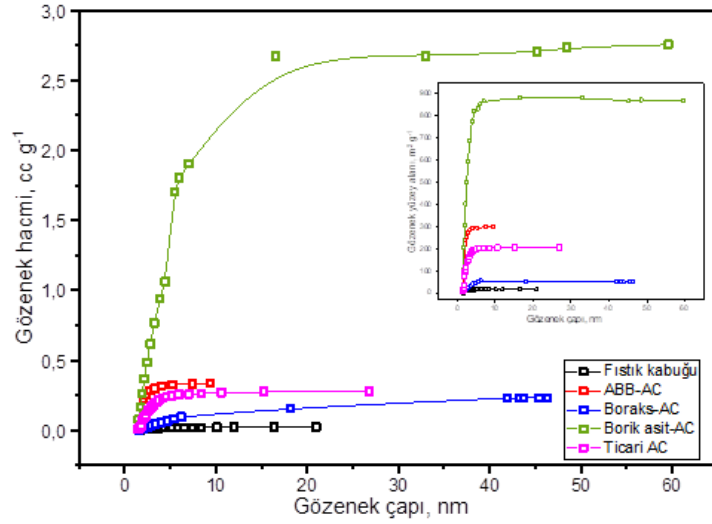
asit-AC ve Boraks-AC ise, hem mezo- hem makro-gözeneklerin bulunduğu Type IV türü izoterm gösterdi. Borik asit-AC daha fazla mezo- ve makro-gözeneklilik oranına sahip olduğu 0.8-1 bağıl basınç aralığında yükselen hacim değeri vermesinden anlaşıldı. Bu AC'lerden elde edilen BET yüzey alanları, gözenek hacmi ve ortalama gözenek çapı Tablo1 de verildi.

Tablo 1. Elde edilen AC ürünlerinin yüzey alanları, gözenek hacmi ve ortalama gözenek çapı değerleri

AC türü	Yüzey alanı, BET (m ² g ⁻¹)	Gözenek hacmi, BJH (cc g ⁻¹)	Ortalama gözenek çapı, BJH (nm)
Fıstık kabuğu	500.275	0.033	1.122
ABB-AC	1518.149	0.228	2.06
Boraks-AC	1472	1.088	45.48
Borik asit-AC	1441	7.255	42.52
Ticari AC	1648.404	0.245	1.895

Tabloda verilen verilere göre, ortalama 1.122 nm çaplı gözeneklerden 0.033 cc g⁻¹ hacim bulunduğu fıstık kabukları borik asitle muamele sonucunda 7.255 cc g⁻¹ hacimli 42.52 nm gözenek boyutuna

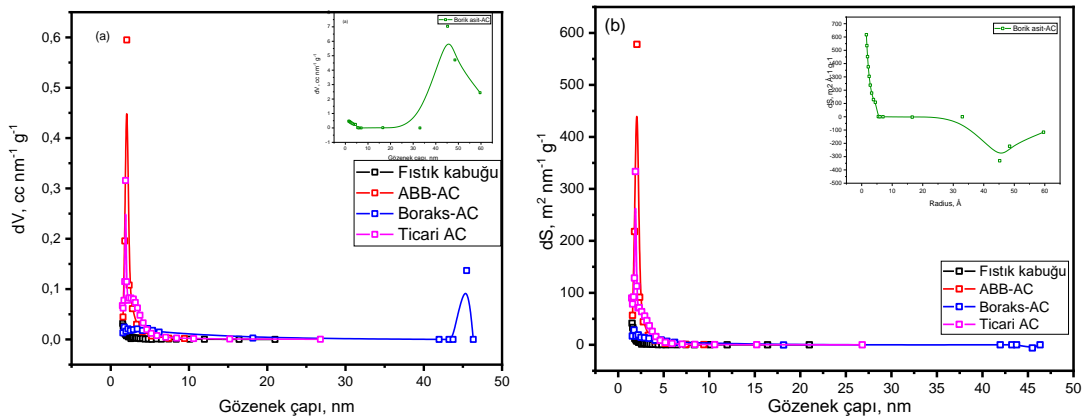
erişildi. Elde edilen AC'ların yapıda oluşan gözeneklerin çap değerine göre hacim yoğunluğu ve yüzey alan yoğunluk değişimi Şekil 4'de verildi.



Şekil 4. Üretilen AC'ların gözenek hacminin çapla değişim grafiği. (iç grafik: gözenek yüzey alanının çapla değişimi.). (aktifleştirici ajan oranı: %20, süre: 2 gün sıcaklık: 850 °C)

Boraks örneğinde 44-46 nm aralığında mezo-gözenek yığılması gözlemlendi. Yaklaşık toplamda 1 cc g⁻¹'lik hacim yoğunluğu gözlemlendi. Borik asit-AC ise 31—60 nm aralığında yaklaşık 7.3 cc g⁻¹'lik bir hacimle mezo-gözenekli yapı barındırdığı gözlemlendi. Mikro-gözeneklilik ise 1 cc g⁻¹'lik hacim yoğunluğundaydı. Buna göre bor türü ajanlarla fıstık kabuğunu aktive etmek yapıdaki mikro-gözenekliliği arttırdığı gibi fıstık kabuğunda olmayan mezo-gözenekliliği de kazandırmıştır. Yapılan bu

değerlendirmelerden sonuçla, Bor türü ürünleri arasında borik asit mezo-gözeneklilik için, mikro-gözeneklilik için ise ABB tercih edilmesi gerektiği anlaşıldı. Şekil 4 iç grafikte verilen çapa göre gözenek yüzey alanı değişim grafiğine bakıldığında ise gözenek hacim değişimine paralel bir eğilim söz konusu olduğu gözlemlendi. Yüzey hacmi (Şekil 5a) ve yüzey alanları değerlerinin çapa göre değişim türevini (Şekil 5b) incelemek yine yapıdaki gözenek boyutunun ne ölçüde var olduğunun ve dağılımının anlaşılmasına katkıda bulundu.



Şekil 5. Farklı aktifleştirici ajanla elde edilen AC'ların a) Gözenek hacim dağılım grafiği (iç grafik: Borik asit-AC), b) Gözenek yüzey alanı dağılım grafiği (iç grafik: Borik asit-AC). (aktifleştirici ajan oranı: %20, süre: 2 gün sıcaklık: 850 °C)

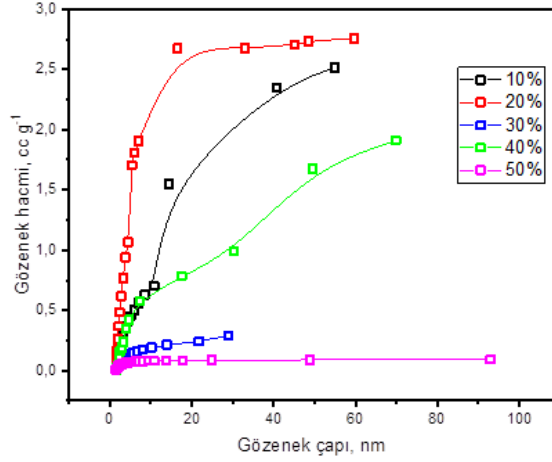
Bu grafiklerde de ABB'nin yapıda mikro-gözenekliliği arttırdığı borik asitin

ise mezo-gözeneklilik oranına (iç grafikler) katkı sağladığı anlaşılmaktadır.

3.3. Aktifleştirici ajan oranı etkisi

Aktifleştirici ajanın için kullanılan oranın yapıda oluşan gözeneklerin boyut ve miktarını etkileyeceği düşünüldüğünde optimum oranın belirlenmesi önemlidir. Bu sebeple hem mikro- hem de mezo-gözenekliliği yüksek olan Borik asit % 10,

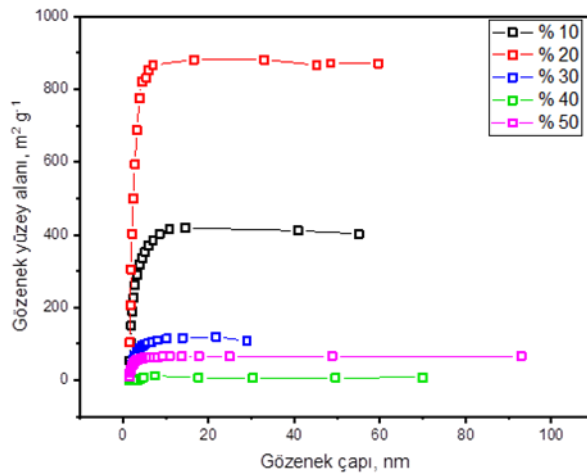
20, 30, 40 ve 50 olmak üzere 5 farklı oranda aktifleştirici ajan çözeltisi kullanılarak AC elde edildi. Bu AC'ların gözenek hacim ve yüzey alanı değerlerinin gözenek çapına göre değişim grafikleri sırasıyla Şekil 6 ve 7 de verildi.



Şekil 6. Farklı borik asit oranı kullanıldığında elde edilen AC'ların gözenek hacim değerlerinin gözenek çapıyla değişim grafiği. (süre: 2 gün sıcaklık: 850 °C)

Elde edilen verilere göre mikro-mezo gözenek oranının en yüksek olduğu % 20 oranı görülmektedir. % 10 ve 20 aralığında kıyaslama yapıldığında oran arttıkça mikro- ve mezo- gözenek çap ve hacminde artış gözlemlendi. Ancak % 20 den sonraki oranlarda oran artışı ile gözenek boyutu

artmakta hacim ise azalmaktadır. Bu mikro-gözeneklerin fazla madde miktarı ile muamelesi sonucu ara gözenek duvarlarının yıkıldığı böylece mezo- ve makro-gözeneklerin oluştuğu bu esnada da mevcut mikro gözenek hacminde de azalış gözlemlendi.

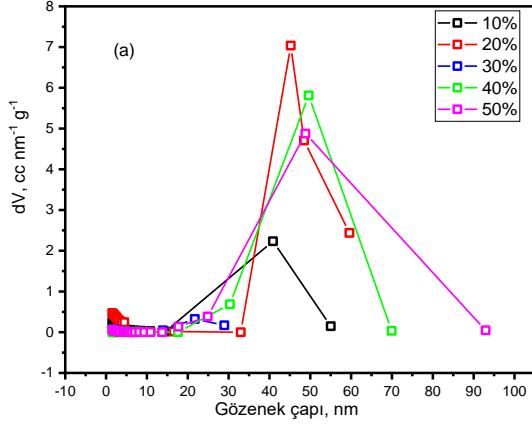


Şekil 7. Farklı borik asit oranı kullanıldığında elde edilen AC'ların gözenek yüzey alanı değerlerinin gözenek çapıyla değişim grafiği. (süre: 2 gün sıcaklık: 850 °C)

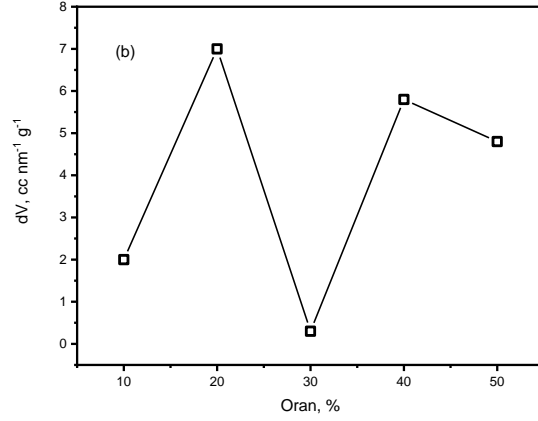
Gözenek yüzey alanında ki değişim hacim de olan değişimle paraleldir.

Dolayısıyla en yüksek mikro- ve mezo-gözenek yüzey alanı 300 m² g⁻¹ ile % 20

oranında bulundu. dV-Gözenek çapı grafiğinin (Şekil 8a-b) incelenmesi



yoğunlaşmanın arttığı çap aralığını göstermek için gereklidir.



Şekil 8. Farklı oranlarda elde edilen AC ların a) Gözenek çapıyla gözenek hacim dağılım grafiği, b) Orana göre gözenek hacim dağılım değerlerinin değişim grafiği. (aktifleştirici ajan: Borik asit, süre: 2 gün, sıcaklık: 850 °C)

Elde edilen verilere göre, mikro-mezo oranı en yüksek % 20 borik asitte erişildi. Buna göre, 40-60 nm çap aralığında % 30 oranında $0.5 \text{ cc nm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ lık bir değere ulaşırken, en yüksek değerine % 20 oranında $7 \text{ cc nm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ ile ulaşıldı. Oranlar arttıkça çap aralığı 90-95 nm aralığına kadar makro boyutta ve yaklaşık $0.1 \text{ cc nm}^{-1} \text{ g}^{-1}$

ile elde edildi. Sonuç olarak aşırı madde miktarı ile gözenek boyutunun makro boyuta doğru ilerlediği anlaşıldı. Bu nedenle en uygun mikro- ve mezo-gözenekliliğin % 20 borik asit oranıyla erişileceği anlaşıldı. Bu AC'ların yüzey alan, BJH gözenek hacmi ve gözenek çapı değerleri ise Tablo 2 de verildi.

Tablo 2. Farklı oranlarda elde edilen AC'ların yüzey alan, BJH gözenek hacmi ve gözenek çapı değerleri.

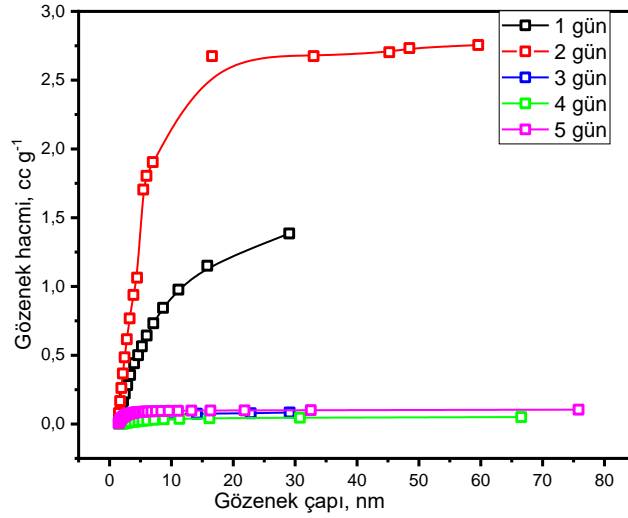
Oran (%)	Yüzey alanı ($\text{m}^2 \text{ g}^{-1}$, BET)	Gözenek hacmi (cc g^{-1} , BJH)	Gözenek çapı (nm, BJH)
10	1657	3.5	55.0
20	1441	7.26	60.0
30	1910.950	0.3	28.9
40	1246.750	1.7	69.9
50	623.205	0.09	92.9

% 30 oranında oluşan gözeneklerin çapı küçük (28,9 nm) olduğu için BET yüzey alanı yüksek ($1910, 950 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$) elde edildi.

3.4. Bekletme süresi etkisi

Ham malzemeyi aktifleştirici ajan çözeltisinde kimyasal aktiviteye uğratarken çözeltide bekletme süresi de yapıda oluşan

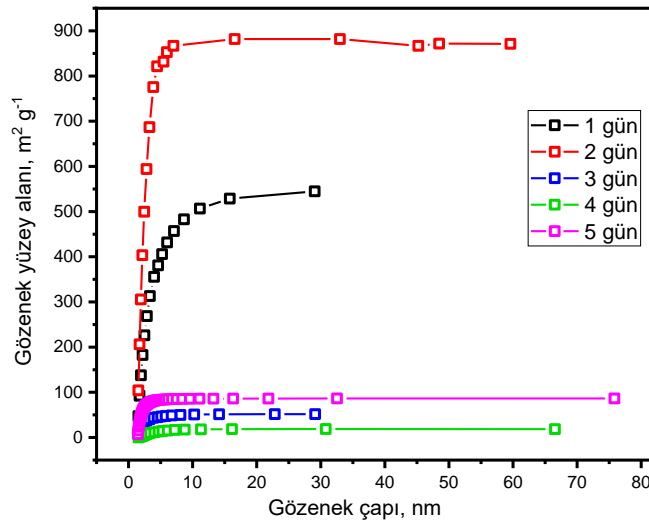
gözeneklerin oluşumunda etkili rol oynar. Burada borik asitin bekletme süresi ile gözenek boyutunda nasıl bir etki göstereceğini anlamak için % 20 borik asit çözeltisinde 1, 2, 3, 4 ve 5 gün olmak üzere 5 farklı gün bekletme süresi incelendi. Elde edilen veriler Şekil 9'da grafiğe alındı.



Şekil 9. Farklı gün ile elde edilen AC örneklerinin gözenek hacim değerlerinin gözenek çapına göre değişimi. (aktifleştirici ajan: Borik asit, aktifleştirici ajan oranı: %20, sıcaklık: 850 °C)

Grafikten de anlaşıldığı gibi yeterli oranda gözenek boyutuna sahip AC üretebilmek için 1 gün yetersiz kalmaktadır. 1 gün bekleme ile maksimum 30 nm düzeyinde yaklaşık 1.3 cc g⁻¹ lik hacimde gözenekler oluştu. 2 gün bekleme neticesinde 60 nm düzeyine kadar gözenek boyutunda açılma gözlemlendi. Miktar ise 2.7 cc g⁻¹ düzeyine çıkmaktadır. Diğer taraftan gün sayısı 2 den fazla olduğunda mikro

gözenekler büyük çoğunlukta azaldı ve 3 günde mezo- gözenek haline 4 ve 5 günde ise makro gözenek boyutuna açıldı. Öyle ki, elde edilen maksimum çap ve hacim yoğunlukları gün sayısına göre sırasıyla 3 gün için 30 nm, 0.05 cc g⁻¹; 4 gün için 66 nm, 0.08 cc g⁻¹; ve 5 gün için ise 75 nm, 0.1 cc g⁻¹ elde edildi. Gözenek yüzey alanının gözenek çapına göre değişimi ise Şekil 10'da verildi.



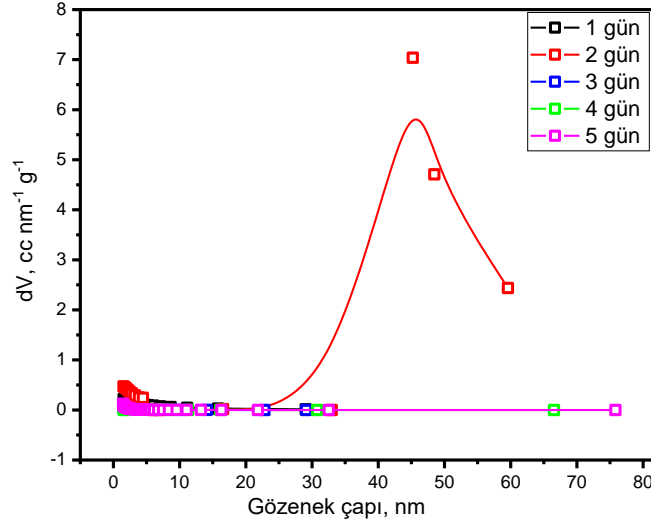
Şekil 10. Farklı gün ile elde edilen AC örneklerinin gözenek yüzey alan değerlerinin gözenek çapına göre değişimi. (aktifleştirici ajan: Borik asit, aktifleştirici ajan oranı: %20, sıcaklık: 850 °C)

Burada oluşan gözeneklerin maksimum boyutu ve bu boyuttaki gözeneklerin ne kadar yüzey alanı kapladığını görebiliriz.

Buna göre en yüksek mikro- ve mezo-boyutta yüzey alanı gösteren gün sayısı 2 gün olarak belirlendi. 10-60 nm aralığındaki

gözeneklerle $750 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ yüzey alanı kapladı. Elde edilen AC'ların hacim yoğunluğunun dağılımı ise Şekil 11'de verildi. En yüksek mikro- ve mezo-gözenek dağılımı

sergileyen 2 gün muamele ile elde edilen AC ürünüdür. Bu özellik Şekil 11'de net görülmektedir.



Şekil 11. Farklı gün ile elde edilen AC örneklerinin gözenek hacim dağılım grafiği. (aktifleştirici ajan: Borik asit, aktifleştirici ajan oranı: %20, sıcaklık: $850 \text{ }^\circ\text{C}$)

Tablo 3. Farklı gün ile elde edilen AC örneklerinin BJH gözenek hacmi, BJH gözenek yüzey alanı ve çap değerlerinin gözenek çapına göre değişimi

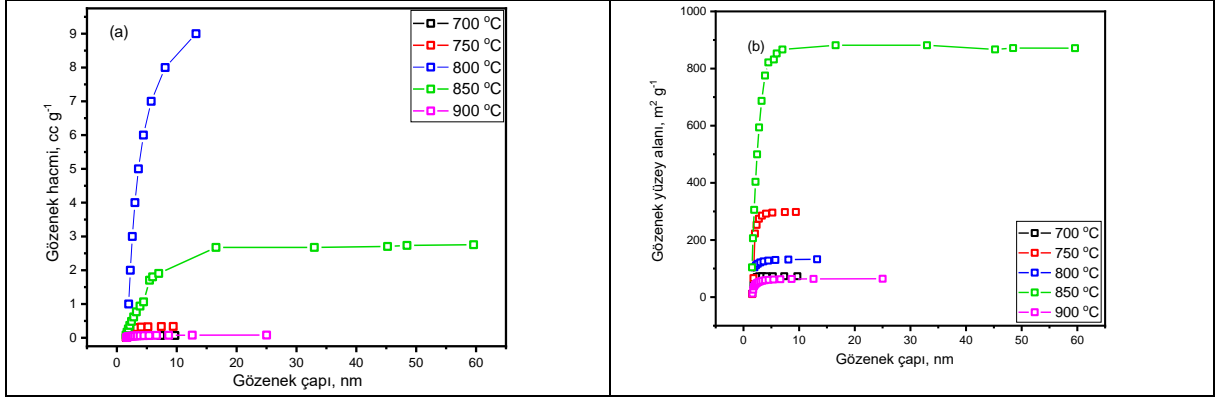
Gün sayısı	BJH gözenek hacmi (cc g^{-1})	BJH gözenek yüzey alanı ($\text{m}^2 \text{ g}^{-1}$)	Gözenek çapı (nm)
1	1.38	36	29
2	2.76	522	59.5
3	0.08	51	29.1
4	0.05	18	66.5
5	0.1	86	75.8

Elde edilen AC'ların sahip olduğu gözenek hacmi, yüzey alanı ve ortalama çap değerleri Tablo 3'de verildi. Burada BJH gözenek yüzey alanı verildi. Yüksek gözenek hacmi ile yüksek yüzey alanı beklenen bir durumdur. BET yüzey alanına en büyük katkı mikro gözeneklerden olduğu için BET yüzey alanı burada verilmedi.

3.5. Karbonizasyon sıcaklığı etkisi

Karbonizasyon sıcaklığı AC üretim sürecinde AC un tüm özelliğini özellikle

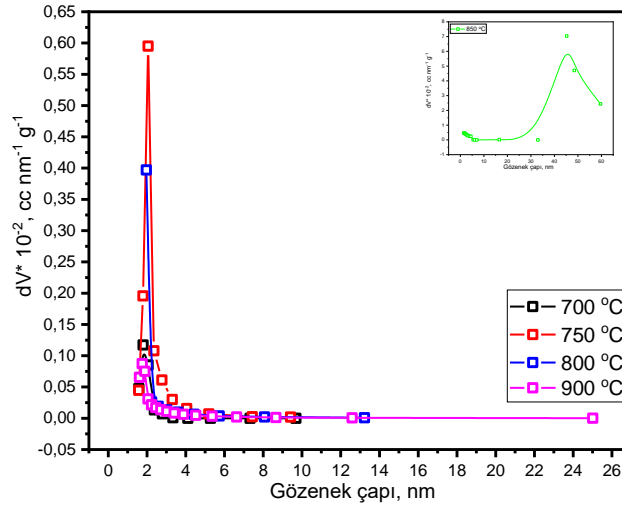
gözenek boyut ve miktarını etkileyen bir diğer faktördür. Etkisini görebilmek için %20 Borik asit çözeltisinde 2 gün tutulan fıstık kabukları $700 \text{ }^\circ\text{C}$, $750 \text{ }^\circ\text{C}$, $800 \text{ }^\circ\text{C}$, $850 \text{ }^\circ\text{C}$ ve $900 \text{ }^\circ\text{C}$ olmak üzere 5 farklı sıcaklıkta karbonizasyon yapıldı. Elde edilen AC'ların çapa göre gözenek hacim ve gözenek yüzey alanı değişimini gösteren grafikler sırayla Şekil 12a ve b de verildi.



Şekil 12. Farklı karbonizasyon sıcaklığı ile elde edilen AC örneklerinin a) gözenek hacmi ve b) gözenek yüzey alanı değerlerinin gözenek çapına göre değişimi. (aktifleştirici ajan: Borik asit, aktifleştirici ajan oranı: % 20, süre: 2 gün)

Şekilden de görüldüğü gibi 700 °C, 750 °C’de karbonize edilen AC’lar yeterli düzeyde mikro- ve mezo-gözenekli yapıya sahip olamazken, 800 °C mikro-gözenekli yapı için uygun bir sıcaklık olarak gözlenmektedir. Buna göre, 10-15 nm aralığında 9 cc g⁻¹’lik bir hacim yoğunluğuna, 123 m² g⁻¹’lik yüzey alanına

sahipti. 850 °C’de ise mikro- ve mezo-gözeneklilik hatta makro-gözeneklilik bakımından daha hiyerarşik bir yapı elde edildi. Ayrıca buradaki gözeneklerin yüzey alanı diğer bütün sıcaklıklara göre daha yüksek yüzey alanı gösterdi. Gözeneklerin çapa göre hacim dağılımı ise Şekil 13’de verildi.



Şekil 13. Farklı karbonizasyon sıcaklığı ile elde edilen AC örneklerinin gözenek dağılım grafiği (iç grafik: 850 °C). (aktifleştirici ajan: Borik asit, aktifleştirici ajan oranı: %20, süre: 2 gün)

Şekilden de görüldüğü gibi mikro-gözenekte 800 °C hatta 750 °C’de yüksek oran verirken mezo-gözeneklilikte çok az bir dağılım gözlenmektedir. Bütün mikro-gözenek hacmi 2-4 nm aralığında yoğunlaştığı gözlemlendi. Şöyle ki, 2-4 nm aralığında 750 °C ile 6 cc nm⁻¹ g⁻¹ değerine ulaşıldı. 850 °C örneğinde ise belli miktarda

(0.1 cc nm⁻¹ g⁻¹) mikro gözenek dağılımı gözlenirken 40-60 nm aralığında 0.7 cc nm⁻¹ g⁻¹ e kadar yükselen bir dağılım gözlemlendi.

4. Sonuçlar

Zirai bir atık olan ve içeriğinde güçlü oranda selüloz bulunduran fıstık kabukları AC haline getirildi. Üretim aşamasında

aktifleştirici ajan olarak bor türevi (ABB, boraks, borik asit) kimyasalların son ürün olan AC'un gözeneklilik yapısına etkisi gözenek boyutu, gözenek hacmi ve gözenek yüzey alanı açısından çapa göre değişim ve dağılım grafikleri bakımından incelendi. Sonuçlar fıstık kabukları ve ticari AC ile kıyaslandı. Bor türevi olarak ABB, boraks ve borik asit kullanıldı. Bunların içinden Borik asitin mikro- ve mezo-gözenek bakımından diğerlerine kıyasla daha yüksek değer gösterdi. Borik asitin en uygun oranını belirlemek için 5 farklı oranda (% 10, 20, 30, 40 ve 50) çözeltiler hazırlandı. Bunların içinden en ideal olan %20 oran olarak bulundu. Aktifleştirici çözeltide bekletme süresi 5 farklı değerde (1 gün, 2 gün, 3 gün, 4 gün ve 5 gün) incelendi. Değerlendirme sonucu hem mikro- hem mezo-gözeneklilik bakımından en ideal bekletme süresinin 2 gün olduğu belirlendi. Diğer taraftan karbonizasyonda uygulanacak sıcaklık da gözenekli yapıya etki eden bir başka faktör olması sebebiyle 5 farklı sıcaklık değeri (700 °C, 750 °C, 800 °C, 850 °C ve 900 °C) incelendi.

Elde edilen sonuçlara göre, ortalama 1.122 nm çaplı gözeneklerden 0.033 cc g⁻¹ hacim bulunduran fıstık kabukları borik asitle muamele sonucunda 7.255 ccg-1 hacimli 42.52 nm gözenek boyutuna sahip AC haline geldi. Mikro-mezo gözenek yüzey alanının 300 m² g⁻¹ ile en yüksek olduğu % 20 aktifleştirici ajan kullanımında görüldü. 2 gün bekletme neticesinde 60 nm düzeyine kadar gözenek boyutunda açılma gözlemlendi. Miktar ise 2.7 cc g⁻¹ düzeyine çıktı. Elde edilen AC'lar 800 °C'de 10-15 nm aralığında 9 cc g⁻¹'lik bir hacim yoğunluğuna, 123 m² g⁻¹'lik yüzey alanına sahipken; 850 °C'de ise mikro- ve mezo-gözeneklilik hatta makro-gözeneklilik bakımından daha hiyerarşik bir yapı elde edildi. Fıstık kabuklarından AC üretirken bor türevi olarak borik asidin % 20 oranında 2 gün bekletme ve 850 °C karbonizasyon sıcaklığı uygulamayla istenen mikro-, mezo- ve makro- gözenek hiyerarşisinde bir yapıya sahip AC lar üretmenin mümkün olduğu önerildi.

Kaynaklar

- Ashfaq, A., Al-Swaidan, M., Alghamdi, A.H., Alotaibi, K.M., Hatshan, M.R., Haider, S., Khan, I., 2024. Facile synthesis of mesoporous active carbon from the valorisation of biomass waste and assessment of sequester efficiency of arsenic (As) from water. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 177(1): 106304.
- Barrett, E.P., Joyner, L.C., Halenda, P.H., 1951. The determination of pore volume and area distributions in porous substances. I. computations from nitrogen isotherm. *Journal of American Chemistry Society*, 73: 373–380.
- Beyan, S.M., Prabhu, S.V., Sissay, T.T., Getahun, A.A., 2021. Sugarcane bagasse based activated carbon preparation and its adsorption efficacy on removal of BOD and COD from textile effluents: RSM based modeling, optimization and kinetic aspects. *Bioresource Technology Reports*, 14.
- Borhan, A., Yusup, S., Lim, J.W., Show, P.L., 2019. Characterization and modelling studies of activated carbon produced from rubber-seed shell using KOH for CO₂ adsorption. *Processes*, 7(11): 855.
- Danish, M., Pin, Z., Ziyang, L., Ahmad, T., Majeed, S., Ahmad Yahya, A.N., Khanday, W.A., Abdul Khalil, H.P.S., 2022. Preparation and characterization of banana trunk activated carbon using H₃PO₄ activation: A rotatable central composite design approach. *Materials Chemistry and Physics*. 282.
- Dolas, H., 2022. The Effect of boron compounds the pore formation and surface area of activated carbon obtained from pistachio shell. *MAS Journal of Applied Sciences*, 7(3): 657–669.
- Dolas, H., 2023a. The adsorption of naproxen on adsorbents obtained from pepper stalk extract by green synthesis, *Open Chemistry*, 21(1): 20230185.

- Dolas, H., 2023b. The adsorption of Eriochrome Black T onto the activated carbon produced from pepper stalks. *Journal of Engineering Technology and Applied Sciences*, 8(2): 107-118.
- Foo, K.Y., Hameed, B.H., 2012. Mesoporous activated carbon from wood sawdust by K₂CO₃ activation using microwave heating. *Bioresour. Technology*, 111(1): 425–432.
- Gregg, S.J., Sing, K.S.W., 1982. Adsorption Surface Area and Porosity (2nd edition), Academic Press, London, UK.
- Hadoun, H., Sadaoui, Z., Souami, N., Sahel, D., Toumert, I., 2013. Characterization of mesoporous carbon prepared from date stems by H₃PO₄ chemical activation. *Applied Surface Science*, 280(1): 1–7.
- Hossain, M.Z., Wu, W., Xu, W.Z., Chowdhury, M.B.I., Jhavar, A.K., Machin, D., Charpentier, P.A., 2018. High-surface-area mesoporous activated carbon from hemp bast fiber using hydrothermal processing. *Journal of Carbon Research*, 4(3): 38.
- Jawad, A.H., Rashid, R.A., Ismail, K., Sabar, S., 2017. High surface area mesoporous activated carbon developed from coconut leaf by chemical activation with H₃PO₄ for adsorption of methylene blue. *Desalination and Water Treatment*, 74(1): 326–335.
- Khamkeaw, A., Asavamongkolkul, T., Perngyai, T., Jongsomjit, B., Phisalaphong, M., 2020. Interconnected micro, meso, and macro porous activated carbon from bacterial nanocellulose for superior adsorption properties and effective catalytic performance. *Molecules*, 25(18): 4063.
- Le Van, K., Luong, T., 2019. Preparation of pore-size controllable activated carbon from rice husk using dual activating agent and its application in supercapacitor. *Journal of Chemistry*, 4329609: 1–11.
- Lee, B.-H., Lee, H.-M., Chung, D., Kim, B.-J., 2021. Effect of mesopore development on butane working capacity of biomass-derived activated carbon for automobile canister. *Nanomaterials*, 11(3): 673.
- Lu, Y., Zhang, S., Yin, J., Bai, C., Zhang, J., Li, Y., Yang, Y., Ge, Z., Zhang, M., Wei, L., Ma, M., Ma, Y., Chen, Y., 2017. Mesoporous activated carbon materials with ultrahigh mesopore volume and effective specific surface area for high performance supercapacitors. *Carbon*, 124(1): 64-71.
- Lv, Y., Zhang, F., Dou, Y., Zhai, Y., Wang, J., Liu, H., Xia, Y., Tu, B., Zhao, D., 2012. A comprehensive study on KOH activation of ordered mesoporous carbons and their supercapacitor application. *Journal of Materials Chemistry*, 22(1): 93-99.
- Marrakchi, F., Ahmed, M., Khanday, W., Asif, M., Hameed, B., 2017. Mesoporous-activated carbon prepared from chitosan flakes via single-step sodium hydroxide activation for the adsorption of methylene blue. *International Journal of Biological Macromolecules*, 98(1): 233–239.
- Mohammed, J., Nasri, N.S., Ahmad Zaini, M.A., Hamza, U.D., Ani, F.N., 2015. Adsorption of benzene and toluene onto KOH activated coconut shell-based carbon treated with NH₃. *International Biodeterioration. Biodegradation*, 102(1): 245–255.
- Muniandy, L., Adam, F., Mohamed, A.R., Ng, E.P., 2014. The synthesis and characterization of high purity mixed microporous/mesoporous activated carbon from rice husk using chemical activation with NaOH and KOH. *Microporous and Mesoporous Materials*, 197(1): 316–323.
- Nagalakshmi, T.V., Emmanuel, K.A., Suresh Babu, Ch., Chakrapani, Ch., Paul Divakar, P., 2015. Preparation of mesoporous activated carbon from jackfruit ppi-1 waste and development of different surface functional groups. *International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy*, 54: 189-200.

- Naito, M., Yokoyama, T., Nogi, K., 2018. Chapter 2 - structural control of nanoparticles. *Nanoparticle Technology Handbook (Third Edition)*, Pp. 49-107.
- Nasrullah, A., Saad, B., Bhat, A., Khan, A.S., Danish, M., Isa, M.H., Naeem, A., 2019. Mangosteen peel waste as a sustainable precursor for high surface area mesoporous activated carbon: Characterization and application for methylene blue removal. *Journal of Cleaner Production*, 211: 1190–1200.
- Noreen, S., Bhatti, H.N., Iqbal, M., Hussain, F., Sarim, F.M., 2020. Chitosan, starch, polyaniline and polypyrrole biocomposite with sugarcane bagasse for the efficient removal of Acid Black dye. *International Journal of Biological Macromolecules*. 147(1): 439–452.
- Reffasa, A., Bernardeta, V., Davida, B., Reinerta, L., Bencheikh, M., Lehocineb, M., Duboisc, N., Batissec, Duclauxa, L., 2010. Carbons prepared from coffee grounds by H₃PO₄ activation: Characterization and adsorption of methylene blue and Nylosan Red N-2RBL. *Journal of Hazardous Materials*, 175(1-3): 779–788.
- Salem, S., Teimouri, Z., Salem, A., 2020. Fabrication of magnetic activated carbon by carbothermal functionalization of agriculture waste via microwave-assisted technique for cationic dye adsorption. *Advanced Powder Technology*, 31(10): 4301–4309.
- Saygılı, H., Güzel, F., 2016. High surface area mesoporous activated carbon from tomato processing solid waste by zinc chloride activation: Process optimization, characterization and dyes adsorption. *Journal of Cleaner Production*, 113(1): 995–1004.
- Thue, P.S., Lima, E.C., Sieliechi, J.M., Saucier, C., Dias, S.L.P., Vagheti, J.C.P., Rodembusch, F.S., Pavan, F.A., 2017. Effects of first-row transition metals and impregnation ratios on the physicochemical properties of microwave-assisted activated carbons from wood biomass. *Journal of Colloid and Interface Science*, 486(1): 163–175.
- Tseng, R.L., 2006. Mesopore control of high surface area NaOH-activated carbon. *Journal of Colloid and Interface Science*, 303(2): 494–502.
- Tseng, R.L., Tseng, S.K., 2005. Pore structure and adsorption performance of the KOH-activated carbons prepared from corncob. *Journal of Colloid and Interface Science*, 287(2): 428–437.
- Xin, W., Li, X., Song, Y., 2020. Sludge-based mesoporous activated carbon: The effect of hydrothermal pretreatment on material preparation and adsorption of bisphenol A. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*. 95(6): 1666–1674.
- Xing, W., Huang, C.C., Zhuo, S.P., Yuan, X., Wang, G.Q., Hulicova-Jurcakova, D., Yan, Z.F., Lu, G.Q., 2009. Hierarchical porous carbons with high performance for supercapacitor electrodes. *Carbon*, 47(7): 1715–1722.
- Wang, C.H., Wen, W.C., Hsu, H.C., Yao, B.Y., 2016. High-capacitance KOH-activated nitrogen containing porous carbon material from waste coffee grounds in supercapacitor. *Advanced Powder Technology*, 27(4): 1387-1395.
- Zhang, Z., Xu, L., Liu, Y., Feng, R., Zou, T., Zhang, Y., Kang, Y., Zhou, P., 2021. Efficient removal of methylene blue using the mesoporous activated carbon obtained from mangosteen peel wastes: Kinetic, equilibrium, and thermodynamic studies. *Microporous and Mesoporous Material*, 315(1): 110904.
- Zhigang, X., Wei, G., Fangying, J., Zhongrong, S., Yanling, Z., 2014. Production of biologically activated carbon from orange peel and landfill leachate subsequent treatment Technology. *Journal of Chemistry*, 2014(4): 491912.

Atıf Şekli: Dolaş, H., 2024. Fıstık Kabuklarından Aktif Karbon Üretiminde Aktifleştirici Ajan Olarak Bor Türevi Kimyasalların Gözenek Dağılımına Etkisi. *MAS Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 9(Özel Sayı): 795–809.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.13910893>.

To Cite: Dolaş, H., 2024. Effect of Boron Derived Chemicals as Activating Agents on Pore Distribution in the Production of Activated Carbon from Peanut Shells. *MAS Journal of Applied Sciences*, 9(Special Issue): 795–809.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.13910893>.

Makarnalık Buğday Genotiplerinin Kurak Sezonda Yağışa Dayalı ve İlave Sulama Yapılan Koşullarda Verim ve Kalite Özelliklerinin İncelenmesi

Muhammet ÖNER ¹, Levent YORULMAZ ^{2*}, Cuma AKINCI ², Yasser HUSSEIN ²

¹ Dicle Üniversitesi, Tarım Meslek Yüksekokulu, Tohumculuk Teknolojisi Bölümü, Diyarbakır

² Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Diyarbakır

*Sorumlu yazar (Corresponding author): levent.yorulmaz@dicle.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 20.06.2024

Kabul Tarihi (Accepted): 30.07.2024

Özet

Diyarbakır Dicle Üniversitesi Tarla Bitkileri uygulama alanlarında 2021/2022 sezonunda yağışa dayalı ve ilave sulama yapılan koşullarda yürütülen araştırmada, Güneyyıldızı, Ovidio, Svevo çeşitleri ile Hat-301 ve UYM-2 hatları olmak üzere toplamda 5 adet makarnalık buğday genotipi materyal olarak kullanılmıştır. Çalışma yağışa dayalı ve ilave sulama yapılan koşullarda olmak üzere 2 ayrı deneme şeklinde yürütülmüştür. Bu çalışmada Diyarbakır ili koşullarında aşırı sıcak ve kurak geçen sezonda, makarnalık buğday genotiplerinin yağışa dayalı ve ilave sulama yapılan koşullarında bazı verim ve kalite özelliklerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma neticesinde yağışa dayalı ve ilave sulama yapılan koşullar altında makarnalık buğday genotipleri arasında incelenen özellikler ve uygulamalar arasındaki farklılıklar değerlendirildiğinde tane veriminin ilave sulama yapılan koşulda % 705.10 oranında arttığı, özellikle buğdayın generatif dönemindeki yüksek kuraklık stresinde tane veriminde önemli düzeyde düşüşe neden olduğu sonucu ortaya konulmuştur. Ayrıca protein oranlarında ilave sulama yapılan koşulda % 22.42' lik bir düşüş belirlenmiştir. Bu duruma sebebiyet olarak ise ilave sulama yapılan koşulda buğdayın vejetasyon süresinin daha uzun olduğu ve tane olum döneminde nişasta birikimini daha fazla yaptığı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Triticum durum*, makarnalık buğday, kuraklık stresi, verim, protein

Investigation of Yield and Quality Characteristics of Durum Wheat Genotypes under Rainfall and Irrigation Conditions in Dry Season

Abstract

A total of 5 durum wheat genotypes, including the varieties Güneyyıldızı, Ovidio, Svevo and the lines Hat-301 and UYM-2, were used as materials in the research conducted in the field crops application areas of Diyarbakır Dicle University in the 2021/2022 season under rainfed and irrigated conditions. The study was carried out in two separate experiments under rainfed and irrigated conditions. In this study, it was aimed to evaluate some yield and quality traits of durum wheat genotypes under rainfed and supplementary irrigation conditions in the extremely hot and dry season in Diyarbakır province. As a result of this study, it was concluded that grain yield increased by 705.10 % in the rainfed and supplemental irrigation conditions, especially in the high drought stress in the generative period of wheat, which caused a significant decrease in grain yield. In addition, a decrease of 22.42 % was determined in protein ratios in the supplementary irrigation condition. It was concluded that the reason for this situation was that the vegetation period of wheat was longer in the supplementary irrigation condition and the accumulation of starch in the grain maturity period was higher.

Keywords: *Triticum durum*, durum wheat, drought stress, yield, protein

1. Giriş

İklim değişikliğinin küresel tarım üzerindeki etkileri oldukça geniş kapsamlıdır. Küresel sıcaklıklardaki artış, daha sık görülen aşırı hava olayları, düzensiz yağışlar ve uzun süren sıcak mevsimler iklim modellerinde belirgin değişikliklere yol açmıştır (De Costa, 2011). Bu değişiklikler, tarımsal üretimi doğrudan etkileyerek kuraklık, sel ve fırtına gibi aşırı hava olaylarının sıklığını artırmaktadır (Yanagi, 2024). Ayrıca, iklim değişikliği deniz seviyesinin yükselmesine, buzulların erimesine ve ekosistem değişikliklerine neden olarak küresel tarım üzerinde çeşitli baskılar yaratmıştır. Bu durum, tarım sektörünün sürdürülebilirliğini tehdit etmekte ve gıda güvenliği açısından ciddi endişeler doğurmaktadır. Tarımsal üretimde verimliliğin korunması ve artırılması için iklim değişikliğine uyum stratejilerinin geliştirilmesi zorunlu hale gelmiştir. Bu bağlamda, iklim dostu tarım teknikleri, sürdürülebilir su yönetimi, genetik olarak daha dayanıklı bitki türlerinin geliştirilmesi ve erken uyarı sistemlerinin entegrasyonu gibi önlemler kritik öneme sahiptir.

Buğday, küresel tarımda benzersiz ve kritik bir öneme sahiptir. Temel gıda ürünlerinden biri olarak buğday, dünya genelinde insanlara temel besin ve enerji kaynakları sunmaktadır (Mueller ve ark., 2015; Yiğit ve Ereku, 2023). Ancak, buğday üretimi ve gelişimi büyük ölçüde istikrarlı iklim koşullarına bağlıdır. Küresel sıcaklık artışları ve düzensiz yağış modelleri, buğday veriminde dalgalanmalara neden olarak küresel gıda tedarik zincirini olumsuz yönde etkileyebilir. Buğdayın stratejik önemi, küresel gıda güvenliğini ve tarımın sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla iklim değişikliğinin etkileri üzerine derinlemesine araştırma yapılmasının gerekliliğini vurgulamaktadır (Lobell ve ark., 2011; Hatfield ve ark., 2011; Güngör, 2024). Küresel birincil temel ürün olarak buğday, iklim değişikliğinin etkilerine

uyum sağlama ve kalite istikrarı gereksinimleri ile karşı karşıyadır. Buğdayın yüksek verimini ve kalitesini sürdürebilmek için tarım bilimcileri, kuraklık ve yüksek sıcaklık gibi iklim değişkenlerine daha dayanıklı buğday çeşitlerini seçmekte ve sürdürülebilir tarımsal kalkınmayı teşvik etmektedir (Yorulmaz ve ark., 2023; Yıldırım ve ark., 2023). Adaptif tarım uygulamalarına yönelik araştırmalar, iklim değişikliğinin buğday üretimi üzerindeki olumsuz etkilerini hafifletmeyi, küresel tarım sisteminin yeni iklim koşullarına uyum sağlayabilmesini ve gıda arzının istikrarını korumayı hedeflemektedir. (Challinor ve ark., 2014.).

Sıcak mevsimlerin buğday üretimi üzerindeki etkisi, iklim değişikliğinin kritik bir boyutunu teşkil etmektedir (Porter ve ark., 1999; Liu ve ark., 2016). Küresel sıcaklık artışlarına bağlı olarak sıcak mevsimlerin uzaması ve şiddetlenmesi, buğdayın büyüme döngüsünü doğrudan etkileyen belirgin bir eğilim haline gelmiştir. Yüksek sıcaklıklar, buğday ekim alanlarında büyüme mevsiminin ilerlemesine, üreme sürecinin hızlanmasına ve dolayısıyla buğdayın gelişim aşamaları ve üretim döngülerini olumsuz yönde etkileyebilir (Fontana, 2015). Ayrıca, sıcak mevsimler topraktaki nemin buharlaşmasını artırarak toprak kuruluğuna yol açmakta ve bu durum, buğdayın su tedarikinde ciddi zorluklar yaratmaktadır. Kuraklık, buğday üretimi için önemli bir zorluk teşkil etmekte ve buğdayın büyümesi, verimi ve kalitesi üzerinde derin etkiler yaratmaktadır (Farooq ve ark., 2014; Sehgal ve ark., 2018; Okur ve aktaş, 2024). Kuraklık, buğdayın büyüme ve gelişim süreçlerini doğrudan etkileyen bir faktördür. Su, buğdayın büyümesi için hayati bir unsur olduğundan, üreme aşamasında yetersiz su mevcudiyeti bitkileri strese sokabilir, gövde uzamasını ve yaprak genişlemesini sınırlayabilir ve dolayısıyla fotosentez ve besin alımını olumsuz yönde etkileyebilir (Yıldırım ve ark., 2022). Bu durum, buğday veriminin azalmasına ve bitkilerin büyümesinin

gecikmesine neden olabilir.

Bu çalışmada Diyarbakır ili koşullarında aşırı sıcak ve kurak geçen sezonda, makarnalık buğday genotiplerinin yağışa dayalı ve ilave sulama yapılan koşullarında bazı verim ve kalite özelliklerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Deneme, Diyarbakır'da Dicle Üniversitesi Tarla Bitkileri uygulama alanlarında 2021/2022 sezonunda yağışa dayalı ve ilave sulama yapılan koşullar altında yürütülmüştür. Araştırmada, Güneyyıldızı, Ovidio, Svevo çeşitleri ile Hat-301 ve UYM-2 hatları olmak üzere toplamda 5 adet makarnalık buğday genotipi materyal olarak kullanılmıştır.

Çalışma yağışa dayalı ve ilave sulama yapılan koşullarda olmak üzere 2 ayrı deneme şeklinde yürütülmüştür. ilave sulama yapılan koşulda yetiştirilen bitkiler gelişme dönemi boyunca kuraklık stresine maruz kalmayacak şekilde yağmurlama sulama sistemiyle sulanmıştır. Yağışa dayalı yetiştirilen bitkilere ise fazladan su verilmemiştir. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekrarlamalı, 2 sıralı parsellere ve her parsel 0.6m x 3m= 1.8 m² ve sıra arası mesafe 20 cm ve parseller arası mesafe ise 40 cm olacak şekilde ayarlanmıştır. Ekim işlemi 07.12.2021 tarihinde m²'ye 500 tohum gelecek şekilde deneme mibzeri ile gerçekleştirilmiştir.

$$\text{Dekara Atılacak Tohumluk Miktarı} \left(\frac{\text{kg}}{\text{da}} \right) = \frac{\text{m}^2 \text{de istenilen bitki sayısı} * 1000 \text{ tane ağırlığı} * 10}{\text{Safiyet} * \text{Biyolojik değer}}$$

Gübreleme işlemi iki kez yapılmış olup ilk gübreleme taban gübresi olarak ekimle birlikte; 6 kg da⁻¹ saf N ve 6 kg da⁻¹ saf P₂O₅, ikinci gübreleme ise üst gübre olarak bitkilerin sapa kalkma döneminde; 6 kg da⁻¹ saf N olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Yabancı otlarla mücadelede, geniş yapraklı yabancı otlara karşı 2.4-D 2-Ethylhexyl ester + 6.25 g L⁻¹ Florasulam etken maddeli

herbisit ilaç kullanılmıştır. Hasat işlemi 26.06.2022 tarihinde parsel biçerdöveri ile gerçekleştirilmiştir. Deneme alanı toprağının pH'sı 7.7 olup, killi bünyeye sahip, organik madde (% 1.67), azot (% 0.040) ve fosfor (% 0.42) bakımından oldukça fakir olduğu tespit edilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Deneme alanına ait toprak analiz sonuçları

Toprak derinliği	pH	P ₂ O ₅ (%)	N (%)	Org. Mad. (%)	Kireç (%)	EC (dS m ⁻¹)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Tarla Kap. (g/10 g)	Solma noktası (g/100 g)	Hac. Ağ. (g cm ⁻³)	İnf. Hızı (mm h ⁻¹)
0-30	7.7	0.42	0.040	1.67	7.8	0.48	10	24	66	35.5	25.5	1.19	8
30-60	7.9	--	--	1.67	7.8	0.37	12	22	66	35.2	25.3	1.25	
60-90	7.8	--	--	--	8.7	0.42	12	21	67	36.4	27.0	1.27	

Araştırmanın yürütüldüğü Diyarbakır vilayeti iklim verileri incelendiğinde, denemenin yürütüldüğü sezona ait sıcaklık verilerinin 12.2021 ile 06.2022 tarihleri arasında ortalama 12.3 °C olduğu ve uzun yıllar sıcaklık ortalamasına göre 1.3 °C yükseldiği görülmüştür. Ayrıca yetiştirme

sezonuna ait 7 aylık yağış ortalamasının 298.0 mm olduğu ve uzun yıllara ait yere düşen toplam ortalama yağışa göre % 25.35 azaldığı görülmektedir. İncelenen iklim verilerine göre, yetiştirme sezonunun, uzun yıllara göre daha sıcak ve daha kurak geçtiği görülmektedir.

Tablo 2. Diyarbakır iline ait iklim verileri

Aylar	Sıcaklık (°C)		Yağış (mm)	
	Uzun yıllar ortalaması	2021-2022	Uzun yıllar ortalaması	2021-2022
Aralık	4.0	4.4	72.2	22.8
Ocak	1.8	2.6	70.6	45.4
Şubat	3.7	7.8	67.6	36.9
Mart	8.3	6.2	66.8	76.9
Nisan	13.8	17.9	69.1	5.0
Mayıs	19.3	19.4	44.3	97.8
Haziran	26.1	28.1	8.6	13.2
Ortalama-Toplam	11.0	12.3	399.2	298.0

Araştırmada tane verimi, protein oranı, bin tane ağırlığı, bitki boyu, başak boyu, başakta başakçık sayısı, başakta tane sayısı ve başakta tane ağırlığı özellikleri incelenmiştir. Verilerin varyans analizi JMP Pro 13 istatistikî paket programı ile yapılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Diyarbakır koşullarında aşırı kurak geçen yetiştirme sezonunda, makarnalık buğday genotiplerinin yağışa dayalı ve ilave sulama yapılan koşullarda verim ve kalite parametrelerini incelemek amacıyla yürütülen bu araştırmada, tane verimi, protein oranı, bin tane ağırlığı, bitki boyu, başak boyu, başakta başakçık sayısı, başakta tane sayısı ve başakta tane ağırlığı özellikleri incelenmiştir. İncelenen özelliklere ait oluşan gruplar ve ortalama değerler Tablo 3'te gösterilmiştir.

Araştırma sonucunda elde edilen verilerin istatistikî analiz sonuçlarına göre, tane verimi özelliğinde yağışa dayalı şartlarda genotip ortalaması 42.39 kg da⁻¹ iken, ilave sulama yapılan koşulda 341.28 kg da⁻¹ olarak ölçülmüştür (Tablo 3). Hem yağışa dayalı hem de ilave sulama yapılan koşullarındaki buğday genotipleri arasında $P \leq 0.01$ düzeyinde istatistikî olarak önemli farklılıklar belirlenmiştir. Uzun yıllar ortalamasına göre aşırı sıcak ve kurak geçen bir sezonda buğday verimindeki kayıpların oldukça yüksek olduğu saptanmıştır. Buğday gelişim dönemlerinde yüksek sıcaklığa ve şiddetli kuraklığa duyarlı bir bitki olduğundan dolayı tane veriminde ciddi kayıplar yaşanmıştır. Sıcaklıkta 15 °C üzerindeki her bir derecelik artışın verimde % 3'lük bir azalma sergilediği bildirilmiştir (Wardlaw ve ark., 1989). Ayrıca

araştırmacılar, yüksek sıcaklığın, tane dolum süresi ve hızındaki azalmaya bağlı olarak tane ağırlığını azalttığını (Sofield ve ark., 1977; Wardlaw ve ark., 1980; Wardlaw ve ark., 1980; Johnson ve Kanemasu, 1983) ve tane gelişimini zorlayan yüksek solunum oranı nedeniyle de tane ağırlığını azalttığını bildirmişlerdir (Warrington ve ark., 1977; Tashiro ve Wardlaw, 1990).

Araştırmada incelenen özelliklerden protein oranına ait ölçümlerde, yağışa dayalı koşullarda genotip ortalaması % 21.54 iken ilave sulama yapılan koşulda bu oran % 16.71 olarak ölçülmüştür. Genotipler arasında yağışa dayalı koşullarda istatistikî olarak $P \leq 0.01$ düzeyinde, ilave sulama yapılan koşulda ise $P \leq 0.05$ düzeyinde önemli farklılıklar belirlenmiştir. 2 koşulda farklı protein oranlarının belirlenmesinde etken olduğu düşünülen tam olum sürelerinin farklı olması, yağışa dayalı koşulda yetiştirilen genotiplerin şiddetli kuraklık hissetmesinden dolayı ilave sulama yapılan koşulda yetiştirilen genotiplere oranla daha erken tam oluma geldiği saptanmıştır. Her iki koşulda da protein oranlarının daha önce benzer bölgede yürütülen çalışmalardan daha yüksek çıkmasının sebebinin, yetiştirme sezonunda yaşanan yüksek sıcaklığın ve şiddetli kuraklığın etkisi olduğu düşünülmektedir. Birçok araştırmacı, çevre koşullarının protein değerinde farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir (Zhu ve ark., 2005; Aydoğan ve Soylu, 2017; Albayrak ve ark., 2020).

Çalışmada incelenen bin tane ağırlığı özelliğinde, yağışa dayalı koşulda yetiştirilen genotiplerin ortalama değeri 33.49 g olurken, ilave sulama yapılan

koşulda bu oran 45.57 g olarak belirlenmiştir. Her iki koşulda da genotipler arasında istatistiksel olarak $P \leq 0.01$ düzeyinde önemli farklılıklar belirlenmiştir. Buğdayda bin tane ağırlığı genotipik etkinin yanı sıra çevre faktörlerindende etkilenmektedir.

İncelenen özelliklerden bitki boyunda, yağışa dayalı koşulda yetiştirilen buğday genotiplerinin ortalamaları 53.18 cm olarak ölçülmüş, ilave sulama yapılan koşulda yetiştirilen buğday genotiplerinin ortalamaları ise 87.96 cm olarak ölçülmüştür. İlave sulama yapılan koşulun

genotip ortalaması yağışa dayalı koşulda yetiştirilen genotiplerin ortalamasına göre % 65.40 oranında daha uzun olduğu belirlenmiştir. Her iki koşulda da genotipler arasında istatistiksel olarak $P \leq 0.01$ düzeyinde önemli farklılıklar belirlenmiştir. Artan sıcaklık ve kuraklık stresinin buğdayda bitki boyuna doğrudan etki ettiği ve buğday boyunun ciddi şekilde kısaldığı belirlenmiştir. Yapılan birçok çalışmada kuraklık stresi yaşayan bitkilerin bitki boylarında kısılmanın olduğu bildirilmiştir (Khakwani ve ark., 2011; Poudel ve ark., 2020).

Tablo 3. İncelenen özelliklere ait oluşan gruplar ve ortalama değerler

	Yağışa dayalı	İlave sulama yapılan	Yağışa dayalı	İlave sulama yapılan	Yağışa dayalı	İlave sulama yapılan	Yağışa dayalı	İlave sulama yapılan
Genotip	Tane Verimi (kg da⁻¹)		Protein Oranı (%)		Bin Tane Ağırlığı (g)		Bitki Boyu (cm)	
Güneyyıldızı	37.87 c	376.77 a	21.77 a	17.46 a	37.61 a	42.00 c	49.65 c	78.12 b
Hat-301	55.46 a	276.95 d	19.52 b	16.63 bc	30.56 c	51.04 a	62.25 a	101.49 a
Ovidio	35.80 d	354.9 b	22.37 a	16.94 ab	35.15 b	45.30 b	50.02 c	77.78 b
Svevo	31.69 f	316.54 c	21.70 a	16.47 bc	35.06 b	44.85 b	47.90 c	77.80 b
UYM-2	51.15 b	381.28 a	22.36 a	16.07 c	29.12 c	44.66 b	56.11 b	104.63 a
Ortalama	42.39	341.28	21.54	16.71	33.49	45.57	53.18	87.96
LSD (0.05)	2.03**	11.82**	0.93**	0.75*	1.89**	2.06**	2.47**	4.18**
Cv (%)	3.13	2.26	2.86	2.93	3.64	2.96	3.02	3.10

Araştırmada incelenen özelliklerden başak uzunluğuna ait ortalama değerler yağışa dayalı koşulda 5.33 cm iken ilave sulama yapılan koşulda 5.43 cm olarak ölçülmüştür. Yağışa dayalı koşulda genotipler arasında istatistiksel olarak $P \leq 0.01$ düzeyinde önemli farklılıklar belirlenirken, ilave sulama yapılan koşulda genotipler arasında istatistiksel olarak bir fark belirlenmemiştir. Başak uzunluğunun genetik yapı ile alakalı olduğu ve çevre faktörlerinden daha etkin olduğu bildirilmiştir (İpekeşen ve ark., 2023). Başak uzunluğunun bitkinin tane tutma kısmı olduğu için tane verimini hesaplamada önemli bir parametre olduğunu bildirilmiştir (Yıldırım ve ark., 2022).

Başakta başakçık sayısı parametresinde yağışa dayalı koşulda genotipler ortalaması 13.23 adet olarak, ilave sulama yapılan koşulda ise 17.06 adet olarak belirlenmiştir.

İlave sulama yapılan koşulda genotipler arasında istatistiksel olarak $P \leq 0.05$ düzeyinde önemli farklılıklar belirlenirken, yağışa dayalı koşulda genotipler arasında istatistiksel olarak bir fark oluşmamıştır. Her iki uygulamada genotiplerin başak uzunlukları ortalamasının birbirine yakın olmasına rağmen başakta başakçık sayısında ilave sulama yapılan koşulda önemli düzeyde arttığı gözlemlenmiştir.

Araştırmada incelenen başakta tane sayısı parametresinde, yağışa dayalı koşulda genotipler ortalaması 11.74 adet olarak, ilave sulama yapılan koşulda ise genotipler ortalaması 27.66 adet olarak ölçülmüştür. Ayrıca her iki uygulamada genotipler arasında istatistiksel olarak $P \leq 0.01$ düzeyinde önemli farklılıklar belirlenmiştir. Her iki uygulamada başak uzunluklarının birbirine yakın olmasına rağmen başakta tane tutma sayılarında önemli düzeyde farklılık belirlenmiştir. Bu

durum kısıtlı suyun başakta tane doldurmayı etkilediğini göstermektedir. Başakta tane sayısı tane verimini etkileyen en önemli parametrelerdendir. Ayrıca başakta tane sayısı ve başakta tane ağırlığının kuraklık stresi altında düştüğü bildirilmiştir (Eliş ve Biçer, 2022). İncelenen özelliklerden başakta tane ağırlığı, yağışa dayalı koşulda ve ilave sulama yapılan koşulda genotiplerin ortalaması sırasıyla 0.43 g ve 1.36 g olarak belirlenmiştir. Her iki uygulamada da

genotipler arasında istatistiksel olarak $P \leq 0.01$ düzeyinde önemli farklılıklar belirlenmiştir. Tane ağırlığı tane sayısı ile doğru orantılı bir biçimde artış göstermiştir. Kuraklık stresinin buğdayda vejetasyon süresini kıstığı ve buna bağlı olarak bitkinin verim öğelerini ciddi oranda etkilediği bildirilmiştir (Özkan ve ark., 2021; Bayhan ve ark., 2022). Her iki uygulamadaki genotipler ortalaması ve bu ortalamaların yüzdesel değişimi Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 3. (devam) İncelenen özelliklere ait oluşan gruplar ve ortalama değerler

	Yağışa dayalı	İlave sulama yapılan	Yağışa dayalı	İlave sulama yapılan	Yağışa dayalı	İlave sulama yapılan	Yağışa dayalı	İlave sulama yapılan
Genotip	Başak Uzunluğu (cm)		Başakta Başakçık Sayısı		Başakta Tane Sayısı		Başakta Tane Ağırlığı (g)	
Güneyyıldızı	5.61 a	5.97	13.15	16.61 ab	8.99 d	31.70 b	0.39 bc	1.38 b
Hat-301	4.58 b	4.90	14.13	18.06 a	17.53 a	24.75 c	0.64 a	1.39 b
Ovidio	4.93 b	5.38	12.23	18.00 a	11.19 c	34.10 a	0.41 b	1.77 a
Svevo	5.80 a	5.18	13.19	15.60 b	7.86 d	26.80 c	0.32 c	1.28 b
UYM-2	5.76 a	5.75	13.48	17.05 ab	13.13 b	20.98 d	0.42 b	1.02 c
Ort.	5.33	5.43	13.23	17.06	11.74	27.66	0.43	1.36
LSD (0.05)	0.62**	0.84	1.60	1.54*	1.14**	2.18**	0.06**	0.20**
Cv (%)	7.65	10.11	7.86	5.89	6.32	5.13	10.00	9.73

Tablo 4. Yağışa dayalı ve sulanan koşullarda incelenen özelliklerin değişim oranları

	Yağışa dayalı	İlave sulama yapılan	
	Ortalama		Değişim (%)
Tane Verimi (kg da⁻¹)	42.39	341.28	+%705.10
Protein Oranı (%)	21.54	16.71	- %22.42
Bin Tane Ağırlığı (g)	33.49	45.57	+%36.07
Bitki Boyu (cm)	53.18	87.96	+%65.40
Başak Boyu (cm)	5.33	5.43	+%1.88
Başakçık Sayısı	13.23	17.06	+%28.95
Başakta Tane Sayısı	11.74	27.66	+%135.60
Başakta Tane Ağırlığı (g)	0.43	1.36	+%216.28

4. Sonuçlar

Bu çalışma neticesinde yağışa dayalı ve ilave sulama yapılan koşullar altında makarnalık buğday genotipleri arasında incelenen özellikler ve uygulamalar arasındaki farklılıklar değerlendirildiğinde tane veriminin ilave sulama yapılan koşulda % 705.10 oranında arttığı, özellikle buğdayın generatif dönemindeki yüksek kuraklık stresinde tane veriminde önemli düzeyde düşüşe neden olduğu sonucu ortaya konulmuştur. Ayrıca protein oranlarında ek sulama yapılan koşulda %

22.42'lik bir düşüş belirlenmiştir. Bu duruma sebebiyet olarak ise ilave sulama yapılan koşulda buğdayın vejetasyon süresinin daha uzun olduğu ve tane olum döneminde nişasta birikimini daha fazla yaptığı sonucuna varılmıştır. Abiyotik streslerin makarnalık buğday genotipleri üzerinde etkili olduğu ve kuraklık stresine dayanıklı yeni çeşitlerin elde edilmesinin gerektiği bilinmektedir. Bu çalışmada makarnalık buğdayın kuraklık stresine farklı tepkiler verdiği belirlenmiş olup, ilerleyen çalışmalarda daha fazla genotip ile

çalışılmasının gerektiği sonucuna varılmıştır.

Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulduklarını, 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 çalışma, Dicle Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırmalar Projeleri (BAP) Koordinatörlüğü tarafından "ZİRAAT.23.003, 2023" nolu proje ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

Albayrak, Ö., Kızılgöçü, F., Yıldırım, M., ve Akıncı, C., 2020. Farklı çevrelerde yetiştirilen yazlık ekmeklik buğday genotiplerinin tane verimi ve kalite özellikleri yönünden incelenmesi. *Anadolu Journal of Agricultural Sciences*, 35: 167-174.

Aydoğan, S. ve Soylu, S., 2017. Ekmeklik buğday çeşitlerinin verim ve verim öğeleri ile bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26(1): 24-30.

Bayhan, M., Yorulmaz, L., Özkan, R., Yıldırım, M., Albayrak, Ö., Öner, M., 2022. Kurak koşullarda bazı ekmeklik buğday genotiplerinin performanslarının GGE biplot analizi yöntemi ile değerlendirilmesi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 23(2): 88-95.

Challinor, A. J., Watson, J., Lobell, D. B., Howden, S. M., Smith, D. R., Chhetri, N. 2014. A meta-analysis of crop yield under climate change and adaptation. *Nature Climate Change*, 4(4): 287-291.

De Costa, W. 2011. A review of the possible impacts of climate change on forests in the humid tropics. *Journal of the*

National Science Foundation of Sri Lanka, 39: 281-302.

Eliş, S., Biçer, B.T., 2022. Yetiştirme sistemlerinin kurak şartlarda buğdayın verim ve kalite özelliklerine etkisi. *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(2): 351-360.

Farooq, M., Hussain, M., Siddique, K.H.M., 2014. Drought stress in wheat during flowering and grain-filling periods. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 33(4): 331-349.

Fontana, G., Toreti, A., Ceglar, A., De Sanctis, G. 2015. Early heat waves over Italy and their impacts on durum wheat yields. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 15: 1631-1637.

Güngör, H., 2024. Evaluation of Heterosis and heterobeltiosis for spike-related traits in F1 and F2 populations of hexaploid bread wheat. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 8(3): 572-582.

Hatfield, J.L, Boote, K.J, Kimball, B.A., 2011. Climate impacts on agriculture: Implications for crop production. *Agronomy Journal*, 103(2): 351-370.

İpekeşen, S., Akyıldız, M.İ., Alp, A., 2023. Diyarbakır ili sulu 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.

Liu, B., Asseng, S., Müller, C., Ewert, F., Elliott, J., Lobell, D.B., Zhu, Y., 2016. Similar estimates of temperature impacts on global wheat yield by three independent methods. *Nature Climate Change*, 6(12): 1130-1136.

Lobell, D.B., Schlenker, W., Costa-Roberts, J., 2011. Climate trends and global crop production since 1980. *Science*, 333(6042): 616-620.

Johnson, R.C., Kanemasu, E.T., 1983. Yield and development of winter wheat at elevated temperatures. *Agronomy Journal*, 75: 561-565.

- Mueller, B., Hauser, M., Iles, C., Rimi, R.H., Zwiers, F.W., Wan, H., 2015. Lengthening of the growing season in wheat and maize producing regions. *Weather and Climate Extreme*, 9: 47–56.
- Okur, D., Aktaş, H., 2024. Observation Barley Landraces (*Hordeum vulgare* L.) Intermix of Morphological Traits. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 8(2): 395–408.
- Özkan, R., Bayhan, M., Yorulmaz, L., Öner, M., Yıldırım, M., 2021. Effect of different organic fertilizers on bread wheat (*Triticum aestivum* L.) productivity. *International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences*, 5(3): 433-442.
- Porter, J.R., Gawith, M., 1999. Temperatures and the growth and development of wheat: A review. *European Journal of Agronomy*, 10(1): 23-36.
- Poudel, M.R., Poudel, H., Pandey, M., Thapa, D., Dhakal, K., 2020. Evaluation of wheat genotype under irrigated, heat stress and drought conditions. *Journal of Biology and Today's World*, 9(1): 212, 2020.
- Sehgal, A., Sita, K., Siddique, K.H., Kumar, R., Bhogireddy, S., Varshney, R.K., Nayyar, H., 2018. Drought or/and heat-stress effects on seed filling in food crops: impacts on functional biochemistry, seed yields, and nutritional quality. *Frontiers In Plant Science*, 9: 1705.
- Sofield, I., Evans, L.T., Cook, M.G., Wardlaw, I.F., 1977. Factors influencing the rate and duration of grain filling in wheat. *Australian Journal of Plant Physiology*, 4: 785-797.
- Tashiro, T., Wardlaw, I.F., 1990. The effect of high temperature at different stages of ripening on grain set, grain weight and grain dimensions in the semi-dwarf wheat 'Banks'. *Annals of Botany (London)*, 65: 51-61.
- Wardlaw, I.F., Dawson, I.A., Manibi, P., Fewster, R., 1989. The tolerance of wheat to high temperature during reproductive growth. I. survey procedures and general response patterns. *Australian Journal of Agricultural Research*, 40: 1-13.
- Wardlaw, I.F., Sofield, I., Cartwright, P.M., 1980. Factors limiting the rate of dry matter accumulation in the grain of wheat grown at high temperature. *Australian Journal of Plant Physiology*, 7: 387-400.
- Warrington, I.J., Dustone, R.L., Green, L.M., 1977. Temperature effects at three development stages on yield of wheat ear. *Australian Journal of Plant Physiology*, 8: 145-159.
- Yanagi, M., 2024. Climate change impacts on wheat production: Reviewing challenges and adaptation strategies. *Advances in Resources Research*, 4(1): 89-107.
- Yıldırım, M., Kızılgöçü, F., Albayrak, Ö., Iqbal, M.A., Akıncı, C., 2022. Grain yield and nitrogen use efficiency in spring wheat (*Triticum aestivum* L.) hybrids under different nitrogen fertilization regimes. *Journal of Elementology*, 27(3): 627-644.
- Yiğit, A., Ereku, O., 2023. Antioxidant activity and essential amino acid content of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) Varieties. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 29: 130-141.
- Yorulmaz, L., Öner, M., Albayrak, Ö., Akıncı, C., 2023. Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) genotiplerinin kurak sezonda verim performansları. *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12(1): 123-135.
- Zhu, X., Zhou, J., Feng, C., Guo, W., Peng, Y., 2005. Differences of protein and its component accumulation in wheat for different end uses. *Zuowu Xue Bao*, 31(3): 342-347.

Atıf Şekli: Öner, M., Yorulmaz, L., Akıncı, C., Hussein, Y., 2024. Makarnalık Buğday Genotiplerinin Kurak Sezonda Yağışa Dayalı ve İlave Sulama Yapılan Koşullarda Verim ve Kalite Özelliklerinin İncelenmesi. *MAS Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 9(Özel Sayı): 810–818.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.13918806>.

To Cite: Öner, M., Yorulmaz, L., Akıncı, C., Hussein, Y., 2024. Investigation of Yield and Quality Characteristics of Durum Wheat Genotypes under Rainfall and Irrigation Conditions in Dry Season. *MAS Journal of Applied Sciences*, 9(Special Issue): 810–818.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.13918806>.

Investigation of Nursing Postgraduate Theses with Randomised Controlled Experimental Design in the Field of Pediatric Intensive Care: A Retrospective Study

Meltem ASLAN ^{1*}, Esra ÖZER ¹, Dilara CENGİZLİ ¹, Aydın NART ¹

¹ İstanbul Gelişim University, Faculty of Health Sciences, Department of Nursing, İstanbul

*Corresponding author: melaslan@gelisim.edu.tr

Received: 25.06.2024

Accepted: 02.08.2024

Abstract

The study was conducted between 1-31 July 2024 using descriptive survey and document analysis methods. Using the search option in the database of the National Thesis Centre of the Presidency of the Council of Higher Education, 'children intensive care' and Theses with the keyword 'paediatric intensive care' were searched. As a result of the screening, a total of 57 postgraduate theses were reached, and 53 theses were included in the examination, as 4 postgraduate theses were found to be common in the examination. A total of 8 master's theses that met the inclusion criteria were examined. The theses examined in the study were analysed in terms of variables such as measurement tools, field of care, title of thesis advisor and distribution of theses according to years. The analysis of the data was done with numbers and percentages using SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) 25 package programme and Microsoft Office 2016 programme. As a result of the examination, it was determined that hygiene 37.5% (n=3), respiration 50% (n=4), nutrition 12.5% (n=1) according to the care areas of the theses. It was observed that the postgraduate nursing theses in the field of paediatric intensive care in Turkey were mostly effective in achieving their aims and their findings were compatible with the international literature. It is thought that the number of postgraduate nursing theses on the subject is not sufficient, and increasing the number of theses will shed light on other studies and researchers.

Keywords: Children, nursing, paediatric intensive care

1. Introduction

According to the 1983 Pediatric Intensive Care Guideline, the Pediatric Intensive Care Unit is defined as a hospital unit where various life-threatening, unstable diseases requiring specialised medical or surgical procedures are treated. Paediatric Intensive Care Units are specialised units in which vital signs of children and adolescents are monitored uninterruptedly and supported when necessary, multidisciplinary diagnostic and therapeutic approaches are generally applied, and which require more equipped personnel and technology compared to other departments (Karaböcüoğlu, 2008). The polio epidemic in the 1950s led to the emergence and development of intensive care. The world's first paediatric intensive care unit was established in 1955 at the Gothenburg Children's Hospital in Sweden, and then Paediatric Intensive Care Units were established in central hospitals first in Europe and Australia and then in North America in the 1960s (Ibsen, 1954; Andersen and Ibsen, 1954).

After the first Pediatric Intensive Care Unit in the modern sense was opened in Istanbul Medical Faculty in 1994 by specialist physicians interested in this subject in our country (Köroğlu et al., 2006). Pediatric Intensive Care Units have continued to be established in many centres since the beginning of the 2000s (Biket and Tönük, 2012).

Paediatric Intensive Care Units generally provide services in two different units, namely Neonatal Intensive Care Units (NICU) and Paediatric Intensive Care Units (PICU). Babies born on time are followed up in the NICU after the 28th postnatal day and premature babies are followed up in the PICU after the 44th week of postmenstrual age. Nevertheless, since the number of paediatric intensive care beds is less than the number of neonatal beds and the unit provides service until the age of 18, term babies past postnatal day 28 and premature babies past 44 weeks of postmenstrual age can be followed up in NICUs. On the other

hand, readmission of discharged premature babies is usually to the PICU (Borenstein-Levin et al., 2022).

Pediatric Intensive Care Unit is designed and equipped by taking into account the differences of children from adults. Like all employees of these units, nurses should be aware of the differences of their patients being children and should have the skills to manage these situations. A holistic approach should be exhibited while planning the nursing process and applying nursing care for the child hospitalised in intensive care (Ganz and Sapir, 2019; Seval and Kurt, 2020). It is impossible to consider children separately from their parents in intensive care units as in all health services (Macdonald et al., 2012). A family-centred approach is generally adopted in PICUs serving the pediatric age group with modern technological structures (Meert et al., 2013). Dependence on an adult in meeting self-care needs in children hospitalised in the PICU may increase the stress of children by limiting their sense of independence. In addition, by meeting the self-care needs of children, their sense of confidence increases, they feel more comfortable and their life functions improve (Büyükgönenç and Törüner, 2018; Uludağ, 2021).

When the literature was examined, no research examining nursing postgraduate theses conducted in randomised controlled experimental design in the field of paediatric intensive care was found. Therefore, the aim of this retrospective descriptive literature review was to examine the nursing theses related to the field of paediatric intensive care in Turkey, to analyse the results, and to provide data to researchers, nurses and other health professionals who provide health services to children.

2. Materials and Methods

2.1. Aim of the study

The aim of this study was to examine the postgraduate theses conducted with randomised controlled experimental design in the field of paediatric intensive care in

Türkiye in terms of some parameters. In the study, postgraduate theses in the field of nursing were examined retrospectively.

2.2. Type of study

The research is descriptive and retrospective survey model.

2.3. Inclusion criteria

- Access to the full text of the thesis
- Conducting the thesis in Türkiye
- To be written in Turkish or English
- Covering childhood age groups (0-18 years)
- To have been made between January 2014 and July 2024
- It must be made by nursing and/or nursing departments

2.4. Data collection

In this study, master's and doctoral (postgraduate) theses and dissertations conducted in Türkiye between January 2014 and 31 July 2024 were examined by scanning the National Thesis Centre database through the advanced scanning option. Theses with the keywords “pediatric intensive care” and “children intensive care” in their abstracts were searched using the search option in the National Thesis Centre database of the Presidency of the Council of Higher Education. As a result of the screening, a total of 57 postgraduate theses were reached, and 53 theses were included in the examination, as 4

postgraduate theses were found to be common in the examination. A total of 8 postgraduate theses that met the inclusion criteria were examined.

2.5. Data evaluation

The theses examined in the study were analysed in terms of variables such as field of care, title of thesis advisor and distribution of theses according to years. The data were analysed with numbers and percentages using SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) 25 package programme and Microsoft Office 2016 programme.

3. Results

In the examination, 8 postgraduate theses that met the inclusion criteria were included in the study. All of the postgraduate theses are at master's level. According to the year of publication of the theses, there were 2 (25%) master's theses in 2019, 1 (12.5%) in 2021, 2 (25%) in 2022 and 3 (37.5%) in 2023. When the supervisor titles of the theses examined were examined, it was seen that Prof. Dr. 25% (n=2), Assoc. Prof. Dr. 50% (n=4) and Assist. Prof. Dr. 25% (n=2). As a result of the examination, it was seen that hygiene 37.5% (n=3), respiration 50% (n=4), nutrition 12.5% (n=1) according to the care areas of the theses (Table 1).

Table 1. Characteristics of nursing postgraduate theses with randomised controlled experimental design in pediatric intensive care (n:8)

Characteristics	Number	Percentage %
Care Area		
Hygiene	3	37.5
Respiration	4	50.0
Nutrition	1	12.5
Thesis Advisor Title		
Prof. Dr.	2	25.0
Assoc. Prof. Dr	4	50.0
Assist. Prof. Dr.	2	25.0
Distribution According to Years		
2019	2	25.0
2021	1	12.5
2022	2	25.0
2023	3	37.5

The postgraduate theses were summarised under the titles of author/year,

title of thesis advisor, type of thesis, thesis title and result (Table 2).

Table 2. Profiles of nursing postgraduate theses with experimental design in the field of paediatric intensive care in Türkiye (n:8)

Author-Year Thesis Supervisor Title	Thesis Type	Thesis Title	Result
SÜMEYYE CİHAN (2023) Prof. Dr.	Master Thesis	The effect of abdominal massage on gastric problems in enterally fed patients in pediatric intensive care unit: A randomized controlled study	It was determined that abdominal massage in paediatric intensive care unit can be used as a safe and effective method to prevent gastric problems related to enteral nutrition in mechanically ventilated children by increasing the frequency of bowel sounds and defecation and decreasing the amount of gastric residual volume.
ŞEVVAL ÜNAL (2023) Assoc. Prof. Dr	Master Thesis	Comparison of the efficiency of chest physiotherapy applied in a different order in pediatric intensive care patients	PaCO ₂ values of the intervention group were found to be lower than those of the control group.
ZİŞAN ÖZAKMAN (2023) Assist. Prof. Dr	Master Thesis	The effect of jet and mesh nebulizers on physical parameters and anxiety levels used in children with broncopneumonia in 3-6 age group	It was concluded that the mesh nebuliser caused less anxiety in children than the jet nebuliser and positively affected their physical parameters.
BERNA TURAN (2022) Assoc. Prof. Dr	Master Thesis	Comparison of the permanent skin flora of children who had bathing with two different products: A randomized controlled study	As a result of the study, it was found that 2% chlorhexidine gluconate wiping bath significantly reduced the persistent skin flora in the armpits and groin in children.
ZÜHAL ÇAVUŞOĞLU (2022) Assoc. Prof. Dr	Master Thesis	The effect of abdominal massage on gastric problems in enterally fed patients in pediatric intensive care unit: A randomized controlled study	It was determined that the use of 2% Chlorhexidine in the bath applications of children treated in the paediatric intensive care unit decreased the rate of nosocomial infections, did not cause deterioration in skin integrity, but decreased skin moisture levels.
HAVVA HUYELMAS (2021) Prof. Dr.	Master Thesis	Identification of risks and examination of patient safety according to endotracheal tube fixation materials in pediatric intensive care	In this study conducted according to endotracheal tube fixation materials, a statistically significant difference was found between tube holders and other fixation materials in ensuring patient safety.
KÜBRA DEMİR (2019) Assist. Prof. Dr	Master Thesis	The effect of auditory stimuli on pain and physiological parameters during aspiration in children with mechanical ventilators	It was observed that parental voice and music sound application decreased the pain caused by aspiration procedure and positively affected the vital signs.
ÖZGÜL ÖZ (2019) Assoc. Prof. Dr	Master Thesis	The effect of two different bathing methods on physiological parameters in pediatric intensive care unit	It was determined that bed bath and wiping bath applied in the pediatric intensive care unit positively affected physiological parameters.

4. Discussion

According to the care areas of randomised controlled trials conducted in paediatric intensive care units where critical paediatric patients were followed up,

hygiene was 37.5% (n=3), respiration 50% (n=4), nutrition 12.5% (n=1).

Diseases that are the reason for hospitalisation in the pediatric intensive care unit may vary according to the patient

group served. In studies examining the hospitalisation diagnoses of patients hospitalised in paediatric intensive care units, it was observed that the most common indications for hospitalisation were respiratory system diseases, neurological diseases and intoxications, respectively (Söğütlü, 2023).

When the literature was examined, 454 paediatric patients were included in the study by Kılıç et al. (2016). It was observed that the most common reason for hospitalisation in paediatric intensive care unit (110 patients, 24.2%) was respiratory system diseases (Kılıç ve ark., 2016). In Söğütlü (2023) study, 840 paediatric patients were included. When the indications for

intensive care hospitalisation were examined, it was observed that the patients were hospitalised in intensive care with respiratory system (37.14%) based diagnoses in the first place (Söğütlü, 2023). The fact that 50% (n = 4) of the nursing theses examined in our study were related to the respiratory system as the field of care was in parallel with the intensive care indications of children (Demir, 2019; Huyuelmas, 2021; Özakman, 2023; Ünal, 2023).

Hospitalised children may need a caregiver for their self-care needs. The nurse is the healthcare personnel who will support the sick child and his/her family in this regard (Ünsal, 2013; Cimete et al., 2018). Bathing is among the most frequently applied nursing care to meet hygiene needs and is regularly applied by intensive care nurses (Cover et al., 2011; Çaka and Gözen, 2018; Veje et al., 2019). Bathing is also emphasised in terms of protecting skin integrity, keeping the ventilation-perfusion relationship in balance, increasing oxygenation, providing a feeling of vitality and freshness and providing stability in vital signs (Veje et al., 2019). Daily chlorhexidine baths reduce the development of healthcare-associated infections in individuals receiving treatment

in intensive care units (Alserehi et al., 2018).

In the literature, Topal et al. (2021) investigated the effect of 2% Chlorhexidine gluconate bath on carbapenem-resistant enterobacteriaceae (CRE) and vancomycin-resistant enterococcus (VRE) colonisation in the pediatric intensive care unit and found that skin bathing with 2% Chlorhexidine gluconate every other day significantly reduced VRE colonisation but did not reduce the risk of CRE colonisation. As a result of the study, it was suggested that skin bathing with 2% Chlorhexidine gluconate every other day in the NICU can be used as one of the methods of resistant microorganism colonisation and infection prevention (Topal et al., 2021). In the bed bath study conducted by Kızıl (2018) on intubated children, it was reported that the heart rate, systolic and diastolic blood pressure values of the children increased after the bed bath and were at the lowest values 30 minutes after the bed bath. In the same study, it was reported that oxygen saturation reached the highest value 30 minutes after the bath application (Kızıl and Şendir, 2018).

When the nursing theses examined within the scope of our research were examined, it was observed that the bed bath and wiping bath applied in the study of Öz (2019) positively affected the physiological parameters, the use of 2% Chlorhexidine in the study of Çavuşoğlu (2022) reduced the nosocomial infection rates, and the use of 2% Chlorhexidine in the study of Turan (2022) positively affected the groin and armpit flora.

According to the Intensive Care Nutrition Guidelines of the European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN) and the American Society for Enteral and Parenteral Nutrition (ASPEN), it is recommended to start enteral nutrition in the first 24-48 hours in critically ill patients on mechanical ventilation (Singer et al., 2019). In a study conducted on the subject, it was observed that only 66.6% of mechanically ventilated children

reached their daily enteral nutrition targets on the 7th day of hospitalisation in intensive care (Martinez et al., 2014).

Abdominal massage stimulates intestinal peristalsis, increases intestinal motility, accelerates food passage, helps enzyme secretion by increasing the circulation of the region, has a positive effect on digestion-related discomfort and pain, and is therefore thought to be effective in shortening hospitalisation periods (Ahmed Mohamed et al., 2021; Wang et al., 2022).

In the literature, it was observed that studies on abdominal massage application were generally performed in preterm neonates. However, no relevant study was found in paediatric intensive care unit. Moghadam et al. (2021) examined the effects of massage applied to preterm neonates and found a significant difference between the groups in gastric residue and defecation frequency (Moghadam et al., 2022). Abouheiba et al. (2022) found a highly statistically significant difference between the control and massage groups in all nutritional intolerance measurements and daily weight gain in a study conducted with 40 preterm neonates.

When the nursing theses examined within the scope of our research were examined, Cihan (2023) found that the frequency of bowel sounds and defecation increased and the amount of gastric residual volume decreased with abdominal massage applied twice a day for 15 minutes for 3 days to early enteral fed children aged 2-22 months on mechanical ventilator support.

5. Conclusions

It was observed that the nursing postgraduate theses in the field of paediatric intensive care in Turkey were mostly effective in achieving their aims and their findings were compatible with the international literature.

It was stated that the developments related to the paediatric intensive care unit in the world were in the 1950s, and the developments in our country were in the 2000s. The fact that the studies examined

were conducted in the last 5 years showed that more randomised controlled studies were needed. It is thought that the number of postgraduate nursing theses on the subject is not sufficient, and increasing the number of theses will shed light on other studies and researchers.

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.

Ethical Committee Approval

Ethical Aspects of the Study: Since the study was conducted in a retrospective review model, ethics committee approval was not obtained.

References

- Abouheiba, M.G., Moawad, G., Eldemery, N.I., 2022. Effect of successive abdominal massage on feeding intolerance and daily weight gain among preterm neonates: a randomized controlled trial. *Tanta Scientific Nursing Journal*, 27(4): 134-148.
- Ahmed Mohamed, H., Hussein Bakr, Z., Mohamed Naguib, A., 2021. Effect of abdominal massage on gastrointestinal function among enterally fed critically ill patients. *Egyptian Journal of Health Care*, 12(1): 801-813.
- Alserehi, H., Filippell, M., Emerick, M., Cabunoc, M.K., Preas, M.A., Sparkes, C., CDC Prevention Epicenter Program., 2018. Chlorhexidine gluconate bathing practices and skin concentrations in intensive care unit patients. *American Journal of Infection Control*, 46(2): 226-228.
- Andersen, E.W., Ibsen, B., 1954. The anaesthetic management of patients with poliomyelitis and respiratory paralysis. *British Medical Journal*, 1(4865): 786.

- Biket, A.P., Tönük, S., 2012. Çocuk yoğun bakım ünitelerinin tarihçesi ve günümüzde Türkiye'deki durumunun örneklerle incelenmesi. *Sigma*, 4: 64-76.
- Borenstein-Levin, L., Hochwald, O., Ben-Ari, J., Dinur, G., Littner, Y., Eytan, D., Halberthal, M., 2022. Same baby, different care: variations in practice between neonatologists and pediatric intensivists. *European Journal of Pediatrics*, 181(4): 1669-1677.
- Büyükgönenç, L., Törüner, E.K., 2018. Çocukluk Yaşlarında Ağrı ve Hemşirelik Yönetimi. (Ed: Z. Conk, Z. Başbakkal, H.B. Yılmaz, B. Bolışık). *Pediatric Hemşireliği*, Akademisyen Kitabevi, Ankara, s. 469-523.
- Cihan, S., 2023. The effect of abdominal massage on gastric problems in enterally fed patients in pediatric intensive care unit: A randomized controlled study. Ms Thesis, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Graduate School of Education, İstanbul.
- Cimete, G., Kuşuoğlu, S., Dede Çınar, N., 2018. Çocuk, Hastalık ve Hastane Ortamı. (Ed: Z. Conk, Z. Başbakkal, H. Bal Yılmaz, B. Bolışık). *Pediatric Hemşireliği*, 2. Baskı, Ankara: Akademisyen Kitabevi.
- Committee on Hospital Care and Pediatric Section of the Society of Critical Care Medicine, 1983. Guidelines for pediatric intensive care units. *Pediatrics*, 72(3): 364-372.
- Coyer, F.M., O'Sullivan, J., Cadman, N., 2011. The provision of patient personal hygiene in the intensive care unit: a descriptive exploratory study of bed-bathing practice. *Australian Critical Care*, 24(3): 198-209.
- Çaka, S.Y., Gözen, D., 2018. Effects of swaddled and traditional tub bathing methods on crying and physiological responses of newborns. *Journal for Specialists in Pediatric Nursing*, 23(1): e12202.
- Çavuşoğlu, Z., 2022. The effect of bath with chlorhexidine applied in the child intensive care unit on protecting skin integrity and preventing nosocomial infection. Ms Thesis, Marmara University Institute of Health Sciences, İstanbul.
- Demir, K., 2019. The effect of auditory stimuli on pain and physiological parameters during aspiration in children with mechanical ventilators. Ms Thesis, Düzce University Institute of Health Sciences, Düzce.
- Ganz, F.D., Sapir, B., 2019. Nurses' perceptions of intensive care unit palliative care at end of life. *Nursing in Critical Care*, 24(3): 141-148.
- Huyuelmas, H., 2021. İdentification of risks and examination of patient safety according to endotracheal tube fixation materials in pediatric intensive care. Ms Thesis, Ege University Institute of Health Sciences, İzmir.
- Ibsen, B., 1954. The anaesthetist's viewpoint on the treatment of respiratory complications in poliomyelitis during the epidemic in Copenhagen.
- Karaböcüoğlu, M., 2008. Çocuk Yoğun Bakım Esaslar ve Uygulamalar. İstanbul: İstanbul Tıp Yayınevi.
- Kılıç, F.Z., Çoban, Y., Davutoğlu, M., Dalkıran, T., 2016. Çocuk yoğun bakım ünitesinde izlenen hastaların geriye dönük analizi ve mortaliteyi etkileyen faktörlerin incelenmesi. *Çocuk Acil ve Yoğun Bakım Dergisi*, 3(3): 140-145.
- Kızıl, H., Şendir, M., 2018. The effects of bed bathing on vital signs and oxygen saturation in children who are connected to mechanical ventilation. *Dimensions of Critical Care Nursing*, 37(5): 272-278.
- Köroğlu, T.F., Bayrakçı, B., Dursun, O., Kendirli, T., Yıldızdaş, D., Karaböcüoğlu, M., 2006. Çocuk yoğun bakım birimleri için kılavuz: çocuk acil tıp ve yoğun bakım derneği önerileri Derleme. *Türk Pediatri Arşivi*, 41(3): 139-145.
- Macdonald, M.E., Liben, S., Carnevale, F.A., Cohen, S.R., 2012. An office or a bedroom? Challenges for family-centered care in the pediatric intensive care unit. *Journal of Child Health Care*, 16(3): 237-249.

- Martinez, E.E., Bechard, L.J., Mehta, N.M., 2014. Nutrition algorithms and bedside nutrient delivery practices in pediatric intensive care units: an international multicenter cohort study. *Nutrition in Clinical Practice*, 29(3): 360-367.
- Meert, K.L., Clark, J., Eggly, S., 2013. Family-centered care in the pediatric intensive care unit. *Pediatric Clinics*, 60(3): 761-772.
- Moghadam, A., Nematollahi, M., OstadEbrahimi, H., Mehdipour-Rabori, R., 2022. The effect of abdominal massage (I Love You method) on the gastric function of preterm infants hospitalized in the neonatal intensive care units: a randomized clinical trial. *Journal of Complementary and Integrative Medicine*, 19(1): 139-143.
- Öz, Ö., 2019. The effect of two different bathing methods on physiological parameters in pediatric intensive care unit. Ms Thesis, Istanbul Okan University Institute of Health Sciences, İstanbul.
- Özakman, Z., 2023. The effect of jet and mesh nebulizers on physical parameters and anxiety levels used in children with broncopneumonia in 3-6 age group. Ms Thesis, Düzce University Institute of Health Sciences, Düzce.
- Seval, M., Kurt, A., 2020. The empowerment of child and family in pediatric intensive care unit. *Jaren*, 6(2): 388-394.
- Singer, P., Blaser, A.R., Berger, M.M., Alhazzani, W., Calder, P.C., Casaer, M.P., Bischoff, S.C., 2019. ESPEN guideline on clinical nutrition in the intensive care unit. *Clinical Nutrition*, 38(1): 48-79.
- Söğütlü, Y., 2023. Çocuk acil servisten çocuk yoğun bakım ünitesine yatırılan veya dış merkeze sevk edilen kritik hastaların incelenmesi: 5 yıllık tek merkez deneyimi. *Pediatric Practice and Research*, 11(3): 220-223.
- Topal, S., Atakul, G., Çolak, M., Soydan, E., Sandal, Ö., Ceylan, G., Hasan, A., 2021. Does Skin Bathing With Chlorhexidine Gluconate (2%) Affect the Carbapenem-resistant Enterobacteriaceae and Vancomycin-resistant Enterococcus Colonization in Pediatric Intensive Care?. *Flora*, 26(1): 189-195.
- Turan, B., 2022. Comparison of the permanent skin flora of children who had bathing with two different products: A randomized controlled study. Ms Thesis, Istanbul Okan University Institute of Health Sciences, İstanbul.
- Uludağ, E., 2021. Hijyen Uygulamaları. (Ed: M.K. Kaşıkçı, E. Akın), Temel Hemşirelik Esaslar, Kavramlar, İlkeler, Uygulamalar. İstanbul Tıp Kitabevleri, İstanbul.
- Ünal, Ş., 2023. Comparison of the efficiency of chest physiotherapy applied in a different order in pediatric intensive care patients. Biruni University/Graduate School of Education, İstanbul.
- Ünsal, A., 2013. Hijyen Uygulamaları. Atabek Aştı T, Karadağ A. Hemşirelik Esasları Hemşirelik Bilimi ve Sanatı. İstanbul: Akademi Basım ve Yayıncılık.
- Veje, P.L., Chen, M., Jensen, C.S., Sørensen, J., Primdahl, J., 2019. Bed bath with soap and water or disposable wet wipes: Patients' experiences and preferences. *Journal of Clinical Nursing*, 28(11-12): 2235-2244.
- Wang, X., Sun, J., Li, Z., Luo, H., Zhao, M., Li, Z., Li, Q., 2022. Impact of abdominal massage on enteral nutrition complications in adult critically ill patients: a systematic review and meta-analysis. *Complementary Therapies in Medicine*, 64: 102796.

To Cite: Aslan, M., Özer, E., Cengizli, D., Nart, A., 2024. Investigation of Nursing Postgraduate Theses with Randomised Controlled Experimental Design in the Field of Pediatric Intensive Care: A Retrospective Study. *MAS Journal of Applied Sciences*, 9(Special Issue): 819–827.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.13922743>.

Hidatik Kistli Sığırlarda Tümör Nekrozis Faktör- α , İnterlökin-1 Düzeyleri ve Tiyo/Disülfid Homeostazi

Mehmet Şirin KAYA ^{1*}, Oğuz MERHAN ²

¹ Kafkas Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kars

² Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı, Kars

*Sorumlu yazar (Corresponding author): oguzmerhan@hotmail.com

Geliş Tarihi (Received): 26.06.2024

Kabul Tarihi (Accepted): 04.08.2024

Özet

Amacımız hidatik kistli sığırlarda tiyo/disülfid homeostazisini ve sitokinlerin düzeylerinin belirlenmesidir. Çalışmada, toplam 30 adet sığır (15 enfekte ve 15 sağlıklı) kullanıldı. Serum örneklerinde tümör nekrozis faktör- α (TNF- α), interlökin-1 (IL-1), total tiyo, natif tiyo analizleri yapıldı. Hidatik kist ile enfekte sığırlarda TNF- α ve IL-1 düzeylerinin anlamlı olarak yükseldiği belirlendi. Hidatik kist ile enfekte sığırlarda biyokimyasal parametrelerden total tiyo ve natif tiyo düzeylerinin anlamlı olarak azaldığı, disülfid, disülfid/natif tiyo ve disülfid/total tiyo ve natif tiyo/total tiyo düzeyleri ise istatistiksel olarak anlamsız belirlendi. Sonuç olarak çalışmadan elde edilen bulgular hidatik kistle enfekte sığırlarda tiyo/disülfid homeostazisi belirteçlerinin kullanımının hastalığın patogeneziye katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Hidatik kist, interlökin-1, sığır, tiyo/disülfid homeostazi

Tumor Necrosis Factor- α , Interleukin-1 Levels and Thiol/Disulfide Homeostasis in Cattle with Hydatid Cyst

Abstract

Our aim was to determine thiol/disulfide homeostasis and cytokine levels in cattle with hydatid cysts. A total of 30 cattle, 15 infected with hydatid cysts and 15 healthy, were used in the study. Tumor necrosis factor- α (TNF- α), interleukin-1 (IL-1), total thiol, native thiol analyses were performed in serum samples. It was determined that TNF- α and IL-1 levels were significantly increased in cattle infected with hydatid cysts. In cattle infected with hydatid cysts, total thiol and native thiol levels were significantly decreased among biochemical parameters, while disulfide, disulfide/native thiol and disulfide/total thiol and native thiol/total thiol levels were statistically insignificant. In conclusion, the findings obtained from the study suggest that the use of thiol/disulfide homeostasis markers in cattle infected with hydatid cysts will contribute to the pathogenesis of the disease.

Keywords: Cattle, hydatid cyst, interleukin-1, thiol/disulfide homeostasis

1. Giriş

Hidatik kist, dünyanın birçok yerinde ve ülkemizde görülen çiftlik hayvanlarında et ve süt veriminde azalma, yün kalitesinde düşme, infertilite ve karaciğer ve akciğer gibi kistli organların atılması sonucu önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Bhutania ve Kajal, 2018). Semptomlar kistin yerleştiği organ, kist sayısı ve büyüklüğüne göre değişmektedir (Avcıoğlu, 2013). Organizmada kiste karşı oluşan humoral ve hücrel yanıtı bağli olarak kist çevresine infiltrate olan nötrofil ve makrofaj gibi lökositlerden sitokin ve diğere yangı mediyatörleri salgılanmaktadır (Tizard, 2004; Garcia Moran ve ark., 2013). Sitokinler konak bağışıklığında önemli olup parazitin cinsi ve türü, konak içinde yerleştiği organ, metabolik ürünleri ve konak türüne bağli olarak düzeyleri değişebilmektedir (Dematteis ve ark., 2003; Bayraktar ve ark., 2005). Tiyoller kükürt gerektiren işlemlerde önemli fizyolojik roller oynarlar ve oldukça reaktif güçlü antioksidanlardır. Yüksek reaktivitelerine rağmen tiyollerin antioksidan potansiyeli çevresel, yapısal ve katalitik faktörlere bağlidir (Kükürt ve ark., 2021). Oksidatif stresin aracılık ettiğı hastalıkların patogeneğinde tiyol durumunun çok önemli olduğu bildirilmektedir (Erel ve Neselioglu, 2014). İlave olarak enzimatik aktivitenin düzenlenmesi, detoksifikasyon ve hücrel sinyal iletimi mekanizmalarında önemli rollere sahiptir. Bu nedenle tiyol/disülfid homeostazının belirlenmesi, çeşitli normal veya anormal biyokimyasal işleyişler hakkında çok önemli bilgiler sağlayabilmektedir. Bu nedenlerden dolayı çalışmadaki amacımız hidatik kistli sığırlarda tiyol/disülfid homeostazisini ve sitokin seviyesini tespit etmektir.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmada, hidatik kist ile enfekte 15 ve sağlıklı grupta 15 olmak üzere, 3-4 yaşlı, toplam 30 adet Montofon ırkı sığır kullanıldı. KAÜ Veteriner Fakültesi İç Hastalıklar AD'ye öksürük, boynunu ileri uzatma, mukozalarda siyanoz ve dispne vb. şikâyetler ile getirilen hayvanların rutin klinik muayenesi yapıldıktan sonra, hastalığın kesin teşhisi kesim sonrası kistlerin görülmesi ile konuldu. Kontrol grubu ise aynı bakım ve beslenme koşulları olan klinik yönden sağlıklı hayvanlardan oluşturuldu. Hayvanların *Vena jugularis*'inden kan örnekleri antikoagülsüz tüplere alındı. Örnekler 3000 rpm'de 15 dk santrifüj edilerek saklandı (-20 °C).

Örneklerde TNF- α , IL-1 β (BT LAB, Çin), total tiyol ve natif tiyol (Rel Assay Diagnostics, Türkiye) kitle kolorimetrik (Epoch, Biotek, USA) olarak ölçüldü. Disülfid = (Total tiyol-Natif tiyol)/2, Disülfid/Natif Tiyol (%) = (Disülfid x 100)/Natif tiyol, Disülfid/Total Tiyol (%) = (Disülfid x 100)/Total tiyol ve Natif Tiyol/Total Tiyol (%) = (Natif tiyol x 100)/Total tiyol formülleriyle (Erel ve Neselioglu, 2014) hesaplandı.

3. Bulgular ve Tartışma

Hidatik kist ile enfekte sığırlarda TNF- α ve IL-1 (P<0.001) düzeyleri anlamlı olarak arttığı belirlendi (Tablo 1). Hidatik kist ile enfekte sığırlarda biyokimyasal parametrelerden total tiyol ve natif tiyol (P<0.05) düzeylerinin anlamlı olarak azaldığı tespit edildi. Disülfid, disülfid/natif tiyol ve disülfid/total tiyol ve natif tiyol/total tiyol düzeyleri ise istatistiksel olarak anlamsızdı (P>0.05) (Tablo 2).

Tablo 1. Klinik olarak sağlıklı ve hidatik kistli sığırlarda TNF- α , IL-1 parametrelerinin ortalama ve standart hataları

Parametreler	Kontrol	Enfekte	P
TNF- α (pg mL ⁻¹)	54.95±6.78	170.72±7.24	P<0,001
IL-1 (pg mL ⁻¹)	34.08±4.06	138.11±6.86	P<0,001

Tablo 2. Klinik olarak sağlıklı ve hidatik kistli sığırlarda tiyol/disülfid homeostazı parametrelerinin ortalama ve standart hataları

Parametreler	Kontrol	Enfekte	P
Total Tiyol (μ mol L ⁻¹)	488.19±16.11	436.61±18.61	P<0.05
Natif Tiyol (μ mol L ⁻¹)	371.35±17.02	312.62±13.08	P<0.05
Disülfid (μ mol L ⁻¹)	58.42±6.28	62.00±12.07	NS
Disülfid/Natif Tiyol (%)	16.69±2.26	22.52±6.38	NS
Disülfid/Total Tiyol (%)	11.95±1.20	13.37±1.81	NS
Natif Tiyol/Total Tiyol (%)	76.11±2.41	73.26±3.62	NS

NS: Non Significant

Ekinokokkoz, köpek tenyası *Echinococcus granulosus* ve onun larva evresi olan hidatik kist'in neden olduğu kronik seyirli zoonotik bir paraziter hastalıktır. Ara konakçıların iç organlarında değişken büyüklükte kistlerin ve köpeklerin bağırsağında yetişkin tenyanın oluşmasıyla karakterizedir Dünyanın birçok coğrafi bölgesinde yaygın hastalıklarından birisidir. Kist hidatik hastalığı her yıl halk sağlığı açısından milyonlarca para kaybına neden olmakta ve enfekte hayvanların veriminin düşmesine neden olmaktadır (Avcıoğlu, 2013; Bhutania ve Kajal, 2018).

Sitokinler bağışıklığın yanı sıra yangıyı başlatan ve düzenleyen peptit ya da glikoprotein yapısındaki maddelerdir (Merhan ve Bozukluhan, 2022). Sitokinler konak bağışıklığında önemli olup parazitin cinsi ve türü, konak içinde yerleştiği organ, metabolik ürünleri ve konak türüne bağlı olarak düzeyleri değişebilir (Dematteis ve ark., 2003; Bayraktar ve ark., 2005). Hidatik kist de parazite karşı gelişen hücresel ve humoral yanıtla bağlı olarak monosit, ranülosit gibi mononükleer hücrelerden, TNF- α , IL-1 ve IL-6 gibi yangı doğurucu sitokinler salınır (Haniloo ve ark., 2008). Hidatik kist hastalığında Th2 lenfositler tarafından salgılanan IL-4, IL-6 ve IL-10 hastalığa duyarlılıkla, Th1 hücreleri tarafından salgılanan IL-2 ve interferon gama ise koruyucu bağışıklık ile ilişkili olduğu bildirilmektedir (Zhang ve ark., 2003; Rigano ve ark., 2004). Beşeri hekimlikte yapılan çalışmalarda serum

sitokin düzeyinin arttığı bildirilmiştir (Bayraktar ve ark., 2005). Veteriner hekimlik de ise Çakır Zoroğlan ve Merhan (2023) trikofitozisli sığırlarda yaptıkları bir çalışmada kontrol grubuna göre enfekte grupta sitokin düzeylerinin arttığını, Hashem ve ark. (2020) brusellozisli ruminantlarda yaptıkları çalışmada ise TNF- α ve IL-6 seviyesinin arttığını, bunun yanı sıra Sevimli ve ark. (2015) hidatik kist ile enfekte sığırlarda yaptıkları çalışmada da enfekte grup kontrol grubu ile karşılaştırıldığında serum IL-6 düzeyinin arttığını bildirmişlerdir. Bu çalışmada da hidatik kist ile enfekte sığırlarda serum TNF- α ve IL-1 düzeylerinin arttığı belirlendi. Bu artışın nedeni parazite karşı oluşan hücresel ve humoral yanıt kaynaklı olabilir.

Fonksiyonel sülfhidril (-SH) grupları olarak bilinen tiyoller, hücrelerde oksidatif stresin oluşmasını önlemede hayati öneme sahiptirler (Kemp ve ark., 2008). Ortamda ROT bulunan tiyol grupları oksitlenir ve kükürt köprüleri olarak da bilinen disülfid bağlarına dönüştürülür. Bu dönüşüm, protein oksidasyonunun bir göstergesi olup tiyol/disülfid homeostazı bozulur (Jones ve Liang, 2009). Tiyol/disülfid homeostazı seviyeleri, oksidan ve antioksidan durumunun tam olarak değerlendirilmesine olanak tanıyan yeni ve otomatik bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Beşeri hekimlikte tiyol/disülfid homeostazı, diyabet, kardiyovasküler ve diğer bazı hastalıklarda kullanılan yeni bir biyobelirteçtir (Ates ve

ark., 2016; Elmas ve ark., 2017; Aydın ve ark., 2021). Veteriner hekimlikte ise endometritis, toksoplazmosis, ayak hastalıkları, gastrointestinal nematodlu koyunlarda, babesiosis ve canine distemper gibi köpeklerin çeşitli enfeksiyonlarının patogeneğinde yer aldığı bildirilmekle (Değirmençay ve ark., 2021; Emre ve ark., 2021; Schmidt ve ark., 2021; Devenci ve Erdal, 2022; Aydın ve ark., 2023; Tarhan ve ark., 2023) beraber oksidatif stres için yeni bir biyobelirteç olan tiyol/disülfid homeostazı veteriner hekimlik alanında yakın zamanda çalışılan bir parametredir. Sarkoptik uyuzlu koyunlarda kontrol grubuna disülfid/natif tiyol, disülfid/total tiyol ve natif tiyol/total tiyol seviyelerinde fark olmadığı, natif tiyol, total tiyol ve disülfid seviyelerinde ise azaldığı bildirilmiştir (Çamkerten ve ark., 2019). Yenidoğan ishali buzağılarda, ishali grup kontrol grubuna kıyasla natif tiyol ve total tiyol seviyeleri düşük, disülfid ve disülfid/natif tiyol seviyelerinin ise yüksek olduğu bildirilmiştir (Terzi ve ark., 2023). Bu çalışmada hidatik kist ile enfekte sığırlarda total tiyol ve natif tiyol düzeylerinin anlamlı olarak azaldığı belirlendi. Disülfid, disülfid/natif tiyol, disülfid/total tiyol ve natif tiyol/total tiyol düzeyleri ise anlamsızdı. Natif tiyol ve total tiyol seviyelerinin düşmesi, tiyol oksidasyonunun ve oksidatif stresin şiddetli olmasıyla açıklanabilir.

4. Sonuç

Çalışmadan elde edilen bulgular hidatik kistle enfekte sığırlarda tiyol/disülfid homeostazis belirteçlerinin kullanımının hastalığın patogeneğine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulduklarını, 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 yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.

Etik Kurul Onayı

Bu çalışmaya, KAÜ-HADYEK Başkanlığının 21.11.2022 tarih ve 2022/179 kodlu etik kurul onayı alındıktan sonra başlanmıştır.

Kaynaklar

- Ates, I., Kaplan, M., Yuksel, M., Mese, D., Alisik, M., Erel, Ö., Yilmaz, N., Guler, S., 2016. Determination of thiol/disulphide homeostasis in type 1 diabetes mellitus and the factors associated with thiol oxidation. *Endocrine*, 51(1): 47-51.
- Avcıoğlu, H., 2013. Sığırlarda karaciğer ve diğer iç organlarda görülen helmint hastalıkları (Ed: M.A. Özcel). *Veteriner Hekimliğinde Parazit Hastalıkları*, Meta Basım, İzmir, s. 204-207.
- Aydın, I.E., Savrun, S.T., Savrun, A., Onder, S., Neselioglu, S., Erel, O., Kasko Arici, Y., 2021. Assessment of oxidative stress with thiol disulfide homeostasis and ischemia-modified albumin level in acute urticaria. *Middle Black Sea Journal of Health Science*, 7(1): 115-121.
- Aydın, O., Özkurt, G., Çamkerken, İ., Eren, E., Yanar, K.E., Aktaş, M.S., 2023. Investigation of ischemia-modified albumin and thiol/disulfide homeostasis for the determination of oxidative stress in sheep with toxoplasmosis. *Small Ruminant Research*, 225: 107023.
- Bayraktar, M., Mehmet, N., Durmaz, R., 2005. Th1 and Th2 inducing cytokines in cystic echinococcosis. *Acta Parasitologica Turcica*, 29(3): 167-170.
- Bhutani, N., Kajal, P., 2018. Hepatic echinococcosis: A review. *Annals of Medicine and Surgery*, 36: 99-105.

- Çakır Zoroğlan, C., Merhan, O., 2023. Determination of levels of some acute phase proteins, tumor necrosis factor- α , interleukin-1 and interleukin-6 in cattle with trichophythisis. *Animal Health Production and Hygiene*, 12(1): 15-19.
- Çamkerten, İ., Çamkerten, G., Erdoğan, H., Ayan, A., Erdoğan, S., Ural, K., 2019. Serum thiol disulphide levels among sheep with sarcoptic mange. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 25(6): 865-868.
- Değirmençay, Ş., Çamkerten, G., Çamkerten, İ., Aktaş, M.S., 2021. An investigation of thiol/disulfide homeostasis and ischemia-modified albumin levels to assess the oxidative stress in dogs with canine distemper. *Veterinarski Arhiv*, 91(1): 39-49.
- Dematteis, S., Rottenberg, M., Baz, A., 2003. Cytokine response and outcome of infection depends on the infective dose of parasites in experimental infection by *Echinococcus granulosus*. *Parasite Immunology*, 25(4): 189-197.
- Deveci, M.Z.Y., Erdal, H., 2022. Determination of dynamic thiol-disulfide levels in dairy cattle with foot disease. *Veterinarski Arhiv*, 92(6): 657-666.
- Elmas, B., Karacan, M., Dervişoğlu, P., Kösecik, M., İşgüven, Ş.P., Bal, C., 2017. Dynamic thiol/disulphide homeostasis as a novel indicator of oxidative stress in obese children and its relationship with inflammatory-cardiovascular markers. *Anatolian Journal of Cardiology*, 18(5): 361-369.
- Emre, B., Korkmaz, Ö., Koyuncu, I., Çomaklı, S., Akçay, A., Zonturlu, A.K., Erel, Ö., 2021. Determination of thiol/disulphide homeostasis as a new indicator of oxidative stress in dairy cows with subclinical endometritis. *Veterinarski Arhiv*, 91: 137-148.
- Erel, O., Neselioglu, S., 2014. A novel and automated assay for thiol/disulphide homeostasis. *Clinical Biochemistry*, 47: 326-332.
- Garcia Moran, G.A., Parra-Medina, R., Cardona, A.G., Quintero-Ronderos, P., Garavito Rodriguez, E., 2013. Cytokines, chemokines and growth factors. In: J.M. Anaya, Y. Shoenfeld, A. Rojas-Villarraga, R.A. Levy, R. Cervera (Eds), *Autoimmunity: From Bench to Bedside*. El Rosario University Press, Bogota (Colombia), pp. 133-168.
- Haniloo, A., Ghasemi, F., Shikhi, A., Ghavami, M.B., 2008. Immunoregulatory cytokine (TGF- β and IL-10) responses in mice inoculated with protoscoleces and major hydatid fluid antigens of cystic echinococcosis. *Iranian Journal of Parasitology*, 3(3): 18-23.
- Hashem, M.A., El-Mandrawy, S.A., El-Diasty, M.M., Zidan, A.Z., 2020. Hematological, biochemical and immunological studies on brucellosis in cows and ewes in dakahlia and damietta governorates, Egypt. *Zagazig Veterinary Journal*, 48(1): 23-35.
- Jones, D.P., Liang, Y., 2009. Measuring the poise of thiol/disulfide couples *in vivo*. *Free Radical Biology & Medicine*, 47(10): 1329-1338.
- Kemp, M., Go, Y.M., Jones, D.P., 2008. Nonequilibrium thermodynamics of thiol/disulfide redox systems: a perspective on redox systems biology. *Free Radical Biology & Medicine*, 44(6): 921-937.
- Kükürt, A., Gelen, V., Başer, Ö.F., Deveci, A.H., Karapehlivan, M., 2021. Thiols: role in oxidative stress-related disorders. In: P. Atukeren (Ed), *Accenting Lipid Peroxidation*, IntechOpen, London, pp. 27-47.
- Merhan, O., Bozukluhan, K., 2022. Acute phase response and some acute phase proteins in animals. (Ed: G. Yıldız, M.S. Baran, O. Kaplan, Ö. Durna Aydın). *Current Multidisciplinary Studies in Veterinary Medicine I*, Iksad Publishing House, Ankara, s. 3-33.

- Rigano, R., Buttari, B., de Falco, E., Profumo, E., Ortona, E., Margutti, P., Scotta, C., Teggi, A., Siracusano, A., 2004. *Echinococcus granulosus*-specific T-cell lines derived from patients at various clinical stages of cystic echinococcosis. *Parasite Immunology*, 26(1): 45-52.
- Schmidt, E.M.D.S., Fachioli, D.F., de Oliveira, R.M., Almeida, F.A., Pariz, C.M., de Lima Meirelles, P.R., Costa, C., Tvarijonaviçute, A., Erel, O., Neselioglu, S., Ceron, J.J., Rubio, C.P., 2021. Changes in serum thiol-disulphide homeostasis in sheep with gastrointestinal nematodes. *Animals (Basel)*, 11(10): 2856.
- Sevimli, A., Sevimli, F.K., Şeker, E., Ulucan, A., Demirel, H.H., 2015. Acute-phase responses in cattle infected with hydatid cysts and microbial agents. *Journal of Helminthology*, 89(4): 471-479.
- Tarhan, M., Deger, Y., Oguz, B., Ozdek, U., 2023. Investigation of thiol-disulphide homeostasis, total oxidant-antioxidant and ischaemia-modified albumin levels in dogs with babesiosis. *Austral Journal of Veterinary Sciences*, 77(1): 21-29.
- Terzi, O.S., Kara, E., Şenel, Y., Ceylan, E., Neşelioglu, S., Erel, Ö., 2023. Dynamic thiol-disulphide homeostasis and ischemia modified albumin levels in neonatal calf diarrhea. *Ankara Universitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 70(1): 81-86.
- Tizard, I.R., 2004. Cytokines and the immune system. In: I.R. Tizard (Ed), *Veterinary Immunology: An Introduction*, Saunders, Pennsylvania, pp. 133-144.
- Zhang, W., Li, J., McManus, D.P., 2003. Concepts in immunology and diagnosis of hydatid disease. *Clinical Microbiology Reviews*, 16(1): 18-36.

Atf Şekli: Kaya, M.Ş., Merhan, O., 2024. Hidatik Kistli Sığırlarda Tümör Nekrozis Faktör- α , İnterlökin-1 Düzeyleri ve Tiyol/Disülfid Homeostazı. *MAS Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 9(Özel Sayı): 828–833.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.13922784>.

To Cite: Kaya, M.Ş., Merhan, O., 2024. Tumor Necrosis Factor- α , Interleukin-1 Levels and Thiol/Disulfide Homeostasis in Cattle with Hydatid Cyst. *MAS Journal of Applied Sciences*, 9(Special Issue): 828–833.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.13922784>.

Zebra İspinoz (*Taeniopygia guttata*) Kuşlarında Yumurta Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi

Fatma Tülin ÖZBAŞER BULUT ^{1*}, Sema ALAŞAHAN ²

¹ Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Zootečni Bölümü, Tekirdağ

² Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Zootečni Bölümü, Hatay

*Sorumlu yazar (Corresponding author): ftozbaser@nku.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 27.06.2024

Kabul Tarihi (Accepted): 06.08.2024

Özet

Zebra ispinozları iyi adaptasyon yetenekleri sayesinde kapalı ortamlarda da yetiştiriciliği kolay yapılan kuş türlerinden biridir. Türkiye’de Hint bülbülü olarak ta tanınan bu kuşlar ötüş kabiliyetleri ve dış görünüşleri nedeniyle meraklıları tarafından hobi amaçlı yetiştirilmektedirler. Mevcut araştırmada benzer bakım ve besleme koşulları altında kapalı kafeslerde (8 adet) çift olarak yetiştirilen ortalama 7 aylık yaşta olan Zebra ispinoz kuşlarından ilkbahar döneminde elde edilen yumurtalarda bazı kalite özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Toplanan yumurtalar tartılarak ağırlıkları belirlenmiş, şekil özellikleri kaydedilmiştir. Daha sonra her biri kırılarak iç ve dış yumurta kalite özellikleri saptanmıştır. Sonuç olarak kuşlarda yumurta dış kalite özelliklerinden ortalama yumurta ağırlığı, yumurta kabuk ağırlığı ve şekil indeks değerleri, sırasıyla, 1.07 ± 0.01 g, 0.08 ± 0.01 g ve % 67.91 ± 0.66 bulunmuştur. İç kalite özelliklerinden yumurta ak ve sarı oranı ile ak ve sarı indeks değerleri sırasıyla % 64.18 ± 0.30 ve % 27.82 ± 0.31 , % 7.87 ± 0.16 ve % 45.69 ± 0.61 dir. Yumurta sarısında ortalama renk skala değeri ise 4.65 ± 0.11 dir. Yumurta kalite özelliklerinin belirlenmesi embriyo gelişimi ve civciv kalite özelliği için önemlidir. Gerçekleştirilen bu ön çalışma bu türün yetiştiricilerine kuluçka sonuçlarının değerlendirilmesinde yardımcı olacağını düşünmekteyiz. İleriki çalışmalarda bu kuş türlerinde farklı üretim dönemlerinde yumurta kalitesinin ne şekilde etkileneceğinin araştırılmasını planlamaktayız.

Anahtar Kelimeler: Kuş, yumurta, kalite özellikleri, zebra ispinoz

Determination of Egg Quality Characteristics in Zebra Finch (*Taeniopygia guttata*)

Abstract

Zebra finches (*Taeniopygia Guttata*) are a bird species that are easy to breed indoors thanks to their adaptability. These birds, also known as Indian nightingales in Türkiye, are bred by enthusiasts for hobby purposes due to their singing ability and appearance. The present study aimed to examine some quality characteristics of the eggs obtained in the spring period from Sunda zebra finch birds, which are 7 months old on average, raised in pairs in closed cages (8 pieces) under similar care and feeding conditions. The weights and shape characteristics of the collected eggs were recorded. Each egg was then cracked and internal and external egg quality characteristics were determined. As a result, the mean egg weight, eggshell weight, and shape index values were found to be 1.07 ± 0.01 g, 0.08 ± 0.01 g, and $67.91\pm 0.66\%$, respectively. Albumen and yolk ratio and albumen and yolk index values of internal quality characteristics were $64.18\pm 0.30\%$ and $27.82\pm 0.31\%$, $7.87\pm 0.16\%$ and $45.69\pm 0.61\%$, respectively. The average of color scale value in egg yolk was 4.65 ± 0.11 . Determination of egg quality characteristics is essential for embryo development and chick quality characteristics. This preliminary study is considered to help the breeders of this species in the evaluation of hatching results. In future studies, we plan to investigate how egg quality will be affected in different production periods in these bird species.

Keywords: Bird, egg, quality characteristics, Zebra finch

1. Giriş

Zebra İspinozu (*Poephila guttata*, *Steganopleura guttata*, *Taeniopygia guttata* *Amadina castanotis*), Passeriformes takımının, Oscines alt takımının, Estrildidae familyasında yer alan ve çok sayıda alt türe sahip olan kuşlardır (Boruszewska ve ark., 2007). Avustralya'da doğal ortamda çalılık ve ağaçlar üzerinde yaşayan, son yüzyılda ise ev ortamında kafes kuşu olarak da yetiştiriciliği yapılan sosyal kuş türüdür (Balakrishnan ve ark., 2009; Anonim, 2024). Türkiye'de Hint Bülbülü olarak da tanınan bu kuşlar, dış görünüşleri, ayrıntılı seslendirme ve şarkı öğrenim yeteneğine sahip olmaları, kafes ortamına kolay adapte olmaları sayesinde meraklılarınca hobi amaçlı yetiştirilen hayvanlardır (Krause ve ark., 2017; Swaddle, 2019)

Zebra ispinozları tek eşli hayvanlardır. Bu kuşlarda seksüel dimorfizm görülmektedir (Zann, 1996). Erkekler dişilere göre daha kırmızı renkli gagaya ve renkli-süslü tüylere sahiptir. Günümüzde farklı renk yapılanmasına sahip çeşitli Zebra ispinoz kuşuna (gri, beyaz, kahverengi, kahverengi yanlı, siyah göğüs vb.) rastlanılmaktadır (Hoffman ve ark., 2014; Krause ve ark., 2017). Mevcut çalışmamızda kullanılan kuşlar beyaz renkli, kahverengi yanaklıdır. Bu kuşlarda kuyruk üzerinde ve kanat uçlarında çizgi şeklinde ve yanaklarda dairesel olarak açık kahverengi renge rastlanılmaktadır. Ayrıca bu kuşlarda göz yaşı izleri de bulunmaktadır. Zebra ispinozları gündüzleri aktif olan bir türdür (Maddock ve ark., 2001). Bu hayvanlarda üreme mevsimi değişkendir. Doğal ortamlarında yılın herhangi bir zamanında yoğun yağış alınan dönemden sonra çiftleşme davranışı sergileyebilirler (Vriends, 1997). Dişiler

yaşa bağlı değişmekle beraber her çiftleşme döneminde yuvaya 2-8 arasında yumurta bırakabilirler (Moghal ve Farooqui, 2017).

Kanatlı hayvan yetiştiriciliğinde üreme döneminde toplanan yumurtaların kalite özelliklerinin belirlenmesi, damızlık üretiminde embriyo gelişimi, kuluçkadan çıkım ve civciv kalitesinin değerlendirilmesinde yardımcı bilgiler sunabilmektedir (Tainika ve ark., 2024). Yumurta şekli ve kabuk yapısı, embriyonun korunması, beslenme ve gelişimde etkili olurken, yumurta ak ve sarı değerlilikleri embriyogenez sırasında embriyonun büyümesi ve canlılığının korunmasında rol oynamaktadır (Şenköylü, 2001; Liu ve ark., 2021). Farklı kanatlı türlerinde yumurta kalite özelliklerinin incelendiği çok sayıda çalışmaya rastlamak mümkündür (Sun ve ark., 2019; Eroğlu ve Erişir, 2020; Tabib ve ark., 2021). Yaptığımız literatür taramalarında, Zebra ispinozlarında bazı yumurta kalite özelliklerinin (yumurta ağırlığı, hacmi, kabuk por yoğunluğu, yumurta sarı renk değerliliği vb) değerlendirildiği az sayıda çalışmalara rastlanılırken (Gilbert ve ark., 2006; Griffith ve Gilby, 2013, Zanolla ve ark., 2013; Hoffaman ve ark., 2023), hem iç hem de dış kalite özelliklerinin detaylı bir şekilde incelendiği araştırmaya rastlanılmamıştır.

Bu araştırmanın amacı, kafes ortamında yetiştiriciliği yapılan Zebra ispinozlarında bazı iç ve dış yumurta kalite özelliklerinin incelenmesidir.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırma, kapalı kafes ortamında yetiştiriciliği yapılan 7 aylık yaştaki, kahverengi yanaklı beyaz Zebra ispinoz kuşlarından elde edilen yumurtalar üzerinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 1).



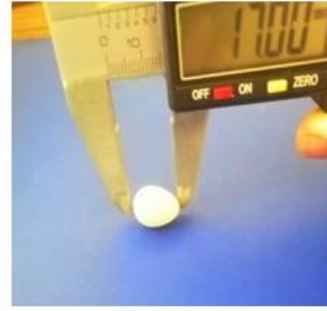
Şekil 1. Kahverengi yanaklı beyaz Zebra ispinoz çifti



A



B



C

Şekil 2. Yumurta dış kalite ölçümleri, A: Yumurta ağırlığının tartılması, B: Yumurta eninin ölçülmesi, C: Yumurta uzunluğunun ölçülmesi

Bu amaçla ilkbahar döneminde bir aylık süre içinde (1 Nisan-1 Mayıs aralığında) toplanan 41 adet yumurta ile çalışılmıştır. Kuşlar kapalı kafes ortamında benzer bakım-besleme şartlarında (21 ± 5 °C sıcaklık, % 65-70 nem içeren odalarda) yetiştirilmiştir. Her bir kafes içinde 1 çift kuş olmak üzere farklı yetiştiricilerde bulunan toplam 8 kafes kullanılmıştır. Kafes boyutları 37 x 29 x 21 cm dir. Kafesleri her birinin içerisinde yemlik, suluk, hasırdan yapılmış yuva bulunmaktadır. Vitamin ve mineral madde bakımından zengin kalamar kemiği ve gritler de kafeslere yerleştirilmiştir. Kuşlara yuvanın içerisine yerleştirilmesi için hasır ip, hindistan cevizi lifi, kuru otlar gibi malzemelerde de verilmiştir. Hayvanlar adlibitum olarak sarı darı, kırmızı darı, ak darı ve aspirden oluşan % 10 ham protein, % 5.6 ham selüloz, % 4.3 ham yağ, % 2.8 ham kül içeriğine sahip standart tohum karışımı ile beslenmiştir. Ayrıca çeşitli meyve, sebze (rendelenmiş, havuç, elma, pancar) günlük verilen yem bileşimine ilave

edilmiştir. Kuşlara Nisan ayının başlangıcından itibaren bir ay süre ile 14 saat aydınlık, 10 saat karanlık uygulanmıştır. Kuşlar takip edilmiş, belirli aralıklarda yuvalar kontrol edilerek, çıkan yumurtalar toplanmıştır. Işık/karanlık uygulanmasından sonraki yaklaşık 2 hafta içinde hayvanlar yumurta vermeye başlamıştır. Her bir kafes içindeki, yuva kutuları günlük sabah saat 8-9 aralığında kontrol edilerek yumurtalar toplanmıştır. Elde edilen yumurtaların ağırlıkları 0.01 g'a hassas terazi (Weightlab WL3002L, Shixin RD. Kengtou Industry Parks, Guangzhou China) yardımı ile bireysel olarak tartılmıştır. Tartım esnasında yumurtalara numara verilmiş, daha sonra metal kumpas (model Insize 1112-150, Insize Co. Ltd., China) yardımıyla yumurta boyu (mm) ve eni (mm) ölçülerek kayıt çizelgesine yazılmıştır. Yumurta ağırlığı, yumurta boyu ve eni değerleri kullanılarak formül yardımıyla aşağıdaki kalite özellik değerleri hesaplanmıştır.

Şekil indeksi= (kısa eksen(eni) / Uzun eksen(boyu)) X 100 (Rahn ve Paganelli, 1988)

Elongasyon = (Yumurta boyu / Yumurta eni) (Rahn ve Paganelli, 1988)

Yumurta yüzey alanı (cm²) = 4.835 × (Yumurta Ağırlığı)^{0.662} (Etches, 1996)

Kabuk kalınlığı (mm) = 0.0546 × (Yumurta ağırlığı)^{0.441} (Rahn ve Paganelli, 1989)

Kabuk yoğunluğu (g/cm³) = 1.945 x (Yumurta ağırlığı)^{0.014} (Harms, 1991)

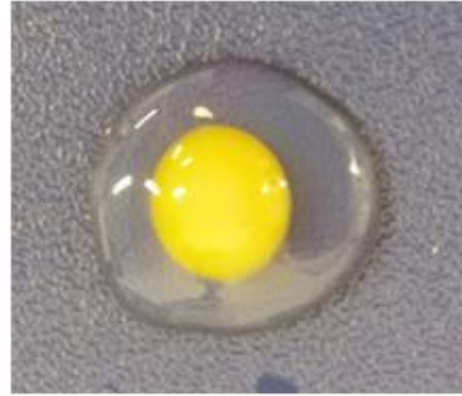
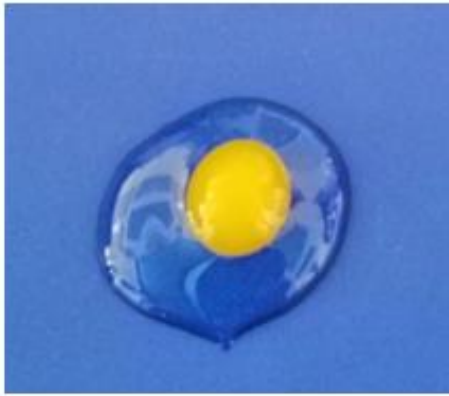
Yumurta Gözenek Sayısı-1= 1.041 × (Yumurta ağırlığı)^{0.504} (Hoyt ve ark., 1979)

Yumurta Gözenek yoğunluğu (Gözenek/cm²) = (Gözenek sayısı / Yumurta Yüzey alanı) (Paganelli ve ark., 1974)

Hacim (V, cm³) = [Yumurta boyu x (Yumurta eni)²x[0.6057-(0.0018 x Yumurta eni)]] (Narushin, 2005).

Yumurtaların kabuk ağırlıkları (g), düz bir zemin üzerine kırılan yumurtaların ak ve sarı kısımlarının ayrılması ve iç yüzeyi temizlenmesi ve 24 saat bekletilmesi sonucu tartılmalarıyla saptanmıştır. Yumurta iç kalite özelliklerinden ak

uzunluğu, ak genişliği ve derinliği değerleri ile sarı çap ve derinliği değerleri metal kumpas yardımı ile ölçülmüştür. Kırılan yumurtalarda yumurta akında, kalın ak kısmı görülürken, daha akışkan olan ince kısmı tespit edilememiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Yumurta ak ve sarı görünümü

Yumurtaların ak ve sarı oranı değerleri ile ak ve sarı indeks değerleri Doğan (2008) bildirdiği formüller yardımı ile hesaplanmıştır. Yumurta sarısında renk skalası, Roche yolk color kullanılarak gözlem yolu ile belirlenmiştir.

Çalışmada yumurtaların iç ve dış kalite özelliklerinin belirlenmesi amacıyla SPSS 22 paket programından yararlanılmıştır.

Yumurtaların kalite özellik değerleri için tanımlayıcı istatistik yapılarak minimum ve maksimum değerler ile ortalama değerler tabloda sunulmuştur.

3. Bulgular ve Tartışma

Araştırmada Zebra ispinozlarında ortalama yumurta ağırlığı değeri 1.07±0.01 g olarak bulundu (Tablo 1).

Tablo 1. Zebra ispinoz kuş yumurtalarında bazı iç ve dış yumurta kalite özellikleri

Özellikler	N	Minimum	Maksimum	Ortalama± SH
Yumurta ağırlığı (g)	41	1.00	1.15	1.07±0.01
Yumurta boyu (mm)	41	15.84	17.39	16.56±0.08
Yumurta eni (mm)	41	10.17	12.18	11.23±0.09
Şekil İndeksi (%)	41	61.82	73.19	67.91±0.66
Kabuk ağırlığı (g)	41	0.06	0.12	0.08±0.01
Kabuk kalınlığı (mm)	41	0.06	0.06	0.06±0.00
Kabuk yoğunluğu (g cm ⁻³)	41	1.95	1.95	1.95±0.00
Kabuk ağırlığı /Yumurta ağırlığı (%)	41	6.00	10.43	7.99±0.21
Hacim V (cm ³)	41	98.12	145.32	122.67±2.08
Yumurta yüzey alanı (cm ²)	41	3.98	4.39	4.16±0.02
Gözenek sayısı (adet)	41	1041	1117	1075±3.07
Elongasyon	41	1.37	1.62	1.48±0.01
Ak oranı (%)	41	60.18	68.57	64.18±0.30
Sarı oranı (%)	41	23.48	31.78	27.82±0.31
Ak indeks (%)	41	6.53	10.10	7.87±0.16
Sarı İndeks (%)	41	35.63	53.76	45.69±0.61
Yumurta sarısı rengi	41	3	6	4.65±0.11

SH: Standart hata

Bazı yumurta dış kalite özelliklerinin hesaplanmasında kullanılan ortalama yumurta boyu ve eni değerleri sırasıyla 16.56±0.08 mm ve 11.23±0.09 mm'dir. Bu değerler yardımı ile hesaplanan ortalama şekil indeks ve yumurta hacmi değerleri % 67.91±0.66 ve 110.02±1.89 cm³ olarak hesaplandı. Yumurta ağırlık değeri kullanılarak hesaplanan ortalama kabuk kalınlığı ve yoğunluğu değerleri ile elongasyon ve gözenek sayısı değerleri ise sırasıyla 0.06±0.00 mm ve 1.95±0.00 g/cm³ ile % 1.48±0.01 ve 1075±3.07 adet olarak bulundu. Yumurtalarda 0.06 mm ile 0.12 mm aralığında bulunan kabuk ağırlıklarının ortalama değeri 0.08±0.01 mm dir. Yumurta iç kalite özelliklerinde yumurta ak ve sarı oranı değerleri ile ak ve sarı indeks değerleri sırasıyla % 64.18±0.30 ve 27.82±0.31 ile %7.87±0.16 ve 45.69±0.61 olarak belirlendi. Yumurtaların sarı rengi Roche yolk color kullanılarak gözlem yolu belirlendiğinde, renklerin daha çok açık sarıya yakın olduğu, puanlamada ise 3 ile 6 arasında değerler alındığı görüldü. Çalışmada ortalama yumurta kalite özellikleri değerleri ile bu özellikler için alınan en küçük ve en büyük değerler Tablo 1 de belirtilmiştir.

Kanatlılarda yumurta şekli, tür, ırk, hat-soy için kalıtsal bir özelliktir. Ancak aynı tür-ırk ya da soy içinde üreme mevsimi, yaş ve beslenme-bakım şartlarına göre yumurta

şekli, ağırlığı ile kabuk ağırlığı değerleri bakımından farklılıklar görülebilmektedir. Gıda amaçlı tüketilen yumurtalarda yumurta şekli gerek pazarlama gerekse nakliye sırasında önem arz eder. Kuluçkalık yumurtalarda ise embriyonel gelişimde etkili rol üstlenir. Normalden daha küçük ya da daha büyük yumurtalar kuluçkalık olarak değerlendirilmezler. Mevcut çalışmamızda Zebra ispinoz yumurtalarda ortalama boy ve en değerleri sırasıyla 16.56 ve 11.23 mm dir. Elde edilen sonuçlar, Boruszewska ve ark. (2007)'nin bu kuşlar üzerinde yapmış oldukları çalışmada bildirdikleri ortalama boy (1.51 cm) ve en (1.14 cm) değerlerinden yüksektir. Yumurtalarda ortalama şekil indeks değeri % 67.91 olarak bulunmuştur. Kanatlılar üzerinde yapılan farklı araştırmalarda bu değer, su kuşu olarak nitelendirilen kazlarda elde edilen değerlere (% 65-82-66.94) benzer (Sarı ve ark., 2019; Eroğlu ve Erişir, 2022; Güncübeyoğlu ve ark., 2022), tavuk (% 79-91-80.79) (Tabib ve ark., 2021), hindi (% 71.9-74.55) (Erişir ve ark.,1999; Alaşahan ve ark., 2019) ördek (% 71.76) (Alaşahan ve ark., 2019) ve bıldırcın (% 79.54-88.00) (Özçelik, 2002; Çelik ve ark., 2014) türleri için bildirilen değerlerden düşük bulunmuştur.

Yumurta ağırlığı ve hacmi, kuluçkadan çıkan civcivin ağırlığını, büyümesini ve hayatta kalmasını etkileyebilmektedir

(Ulmer-Franco ve ark., 2010). Shanawany (1987) yumurta ağırlığı ile civciv çıkım ağırlığı arasında pozitif linear ilişki bulunduğunu bildirmektedir. Zebra ispinoz yumurtalarında ortalama yumurta ağırlığı değeri (1.06 g), kafes ortamında yetiştirilen Zebra ispinoz kuşları için bildirilen değerlerden düşük (1.10-1.35) (Gilbert ve ark., 2006; Griffith ve Gilby, 2013), vahşi ortamdan yakalanıp ilk yumurtasını kafes ortamında veren kuşlar (0.90-1.00 g) ve vahşi ortamda yaşayan (0.90-0.95 g) kuşlar için ise bildirilen değerlerden yüksek olduğu görülmüştür (Griffith ve Gilby, 2013). Bu farklılığın hayvanların yaşlarından ve klaç büyüklüklerinden kaynaklı olabileceğini düşünmekteyiz. Araştırmamızda yumurta boyu ve eni değerleri kullanılarak hesaplanan yumurta hacmi değeri (122.67 cm^3), Zanolla ve ark. (2013) bildirmiş oldukları değerden (1651.50 mm^3) düşüktür. Kullanılan hayvanların yaşının küçük olması, farklı beslenme rejimlerinin uygulanması, takip edilen yumurta dönemi ve genetik farklılıklar düşük olmasında etken olabilir.

Yumurta kabuğu embrioyu dış ortamdan koruyan, sahip olduğu gözenekler sayesinde yumurta iç ve dış ortam arasında gaz ve nem alışverişine yardımcı olan bir yapıdır. Kabuk kalitesi (ağırlık, kalınlık ve gözenek sayısı) embriyo gelişimde etkili rol üstlenir. Araştırmamızda ortalama kabuk ağırlığı değeri 0.08 g olarak tartılmıştır. Kabuk ağırlığının yumurta ağırlığına göre yüzde değeri % 7.99 dir. Şenköylü (2001), tavuklarda taze yumurtada kabuk ve kabuk zarlarının birlikte ağırlıkları için yumurta ağırlığının yaklaşık % 11 ini oluşturduğunu bildirmiştir. Sun ve ark.'nın (2023) yaptıkları çalışmada farklı kanatlı türlerinde bildirmiş oldukları ortalama kabuk ağırlığı değerlerinin, ortalama yumurta ağırlığı değerine göre yüzde değerliliğini hesapladığımızda, tavuk (% 9.74), ördek (% 10.00), kaz (% 10.06), hindi (% 9.18) ve bildircinlerde (% 8.90) bu oranın mevcut çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçtan yüksek olduğu, güvercinlerde (% 7.08) ise benzer olduğu görülmüştür. Tür, bakım-

besleme ve yaş faktörlerinin bu oranlamada etkili olduğu düşünülmektedir.

Kanatlı yetiştiriciliğinde, yumurtalarda bazı ölçümler kullanılarak oluşturulan matematiksel formüller yardımı ile, yumurtaları kırmadan çeşitli kalite özelliklerini tahmin etmek mümkündür. Bu durum yumurta bütünlüğü korunarak, yumurta kalitesinin tahmin edilmesinde ve yetiştiriciye ekonomik kazanç sağlamasında yardımcı olmaktadır (Alaşahan ve ark., 2013). Mevcut çalışmada matematiksel modelleme yöntemi ile tahmin edilen gözenek sayısı, Hoffaman ve ark. (2023), yüksek çevre sıcaklığına maruz kalan Zebra ispinozlarında kuluçkadan çıkan civcivlerin yumurta kabuğunu inceledikleri çalışmada elde ettikleri sonuçtan düşük çıkmıştır. Bu durum araştırmacıların da belirttiği gibi yüksek bir ısı stresine maruz kalan anneler, gelişim sırasında daha yüksek yoğunlukta kabuk gözeneklerine sahip yumurtalar üretmesi ile ilişkilendirilmiştir.

Yumurta iç kalite özellikleri embriyonun gelişimi ve beslenmesi ile yakından ilişkilidir. Yumurta ak ve sarı için bildirilen kalite özellikleri genetik, yaş, bakım besleme koşulları ile yumurta bekleme süresine göre farklılık gösterebilir (Sun ve ark., 2019, Tabib ve ark., 2020; Eroğlu ve Erişir, 2022). Çalışmada yumurta ak oranı (% 64.18) Sun ve ark. (2019) yapmış oldukları çalışmada tavuk (% 62.74), hindi (% 60.98), bildircin (% 60.95), ördek (% 57.60) ve kaz (% 52.03) türleri için bildirilen değerlerden yüksek, güvercin (% 73.56) için bildirilen değerlerden düşük bulunmuştur. Yumurta sarısı oranı (% 27.82) ise tavuk için bildirilen değere benzer, güvercin için bildirilen değerden yüksek, diğer kanatlı hayvan türleri için bildirilen değerlerden ise düşük bulunmuştur. Kanatlılarda yumurta sarısı, embriyonik gelişim için gerekli ana enerji kaynağı olan lipitleri içermektedir (Speake ve ark., 1998, Surai, 2002). Ayrıca ovulasyon öncesi anaç materyalden yavruya antioksidan maddelerin aktarıldığı oluşumdur (Rubolini ve ark., 2006).

Antioksidan maddeler, serbest radikal maddelerin embriyonik gelişim sırasında lipidlerin kullanılmasını bloke edici etkilerini yok etmektedir. Yumurta sarının rengi, sarısında bulunan antioksidan madde olan karotenoid içeriğinin bir temsilcisi olarak kullanılabilir (Bolund ve ark., 2009). Bolund ve ark. (2009) yapmış oldukları çalışmada Zebra ispinozlarında yumurta sarısı renginin bizim çalışmamızdan farklı olarak turuncuya yakın değer gösterdiğini bildirmiştir. Bu durumun beslenme-bakım koşullarının farklılığı ile ilişkili olabileceğini düşünmekteyiz.

4. Sonuçlar

Sonuç olarak, mevcut çalışmamızda beyaz tüylü, kahverengi yanaklı Zebra ispinoz kuşlarında yumurta kalite özellikleri incelenmiştir. Bu kuşlarda yumurta kalitesine ilişkin az sayıda çalışma dikkate alındığında sunulan veriler önem arz etmektedir. Ancak, araştırma ön çalışma olarak değerlendirilmiş olup Zebra ispinoza ait tek renk varyetesinde sayıca az örneklerle gerçekleştirilmiştir. Daha ayrıntılı sonuçlar için; birden çok renk varyetelerinin kullanılacağı ve farklı üreme mevsimlerinin de dahil edileceği ileri çalışmalarla devam ettirilmesinde fayda görmekteyiz.

Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulduklarını, 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

Anonim, 2024. Zebra ispinozları, (https://tr.wikipedia.org/wiki/Zebra_ispinozu), (Erişim tarihi: 20.04.2024).
Alaşahan, S., Çopur Akpınar, G., Bozkurt, E., 2013. Matematiksel formüller yardımıyla Japon bıldırcın yumurtalarında bazı dış kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Lalahan*

Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, 53: 91-99.

Alaşahan S., Garip, M., Çağlayan, T., Ateş, C.T., 2019. Halk elinde yetiştirilen kaz, ördek ve hindi yumurtalarının bazı dış kalite özelliklerinin incelenmesi. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 8(1): 21-25.

Bolund, E., Schielzeth, H., Forstmeier, W., 2009. Compensatory investment in zebra finches: females lay larger eggs when paired to sexually unattractive males. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 276: 707-715.

Boruszewska, K., Witkowski, A., Jaszczak, K., 2007. Selected growth and development traits of the Zebra Finch (*Poephila guttata*) nestlings in amateur breeding. *Animal Science Papers and Reports*, 25: 97-110.

Balakrishnan, C.N., Edwards, S.V., 2009. Nucleotide variation, linkage disequilibrium and founder-facilitated speciation in wild populations of the Zebra finch (*Taeniopygia guttata*). *Genetics*, 181: 645-660.

Cüneydioğlu, E., Erdem E., Yalçın, S., 2022. Effects of the breeder age on the egg yield and egg quality traits of Landes geese (*Anser anser*). *Tropical Animal Health and Production*, 54: 387.

Çelik, Ş., İnci, H., Söğüt, B., Şengül, T., Kayaokay, A., 2014. Japon bıldırcınlarında yumurta kalite özellikleri üzerine farklı tüy renginin etkileri. *Yüzüncü Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 24(3): 248- 256.

Doğan, H., 2008. Adana 'da satışa sunulan yumurtalarda sunuş çeşitliliği ve kalite değişimi üzerine bir çalışma. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Erişir, Z., Akıncı, Z., Poyraz, Ö., 1999. Hindi yumurtalarında bazı dış ve iç kalite özellikleri. *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*, 1(1): 35-39.

- Griffith, S.C., Gilby, A.J., 2013. Egg development time in the Zebra Finch *Taeniopygia guttata* varies with laying order and clutch size. *Ibis*, 155: 725–733.
- Gilbert, L., Williamson, K.A., Hazon, N., Graves, J.A., 2006. Maternal effects due to male attractiveness affect offspring development in the zebra finch. *Proceedings Biological Sciences*, 273(1595): 1765-1771.
- Harms, R.H., 1991. Specific gravity of eggs and eggshell weight from commercial layers and broiler breeders in relation to time of oviposition. *Poultry Science*, 70: 1099–1104.
- Hoffman, A.J., Dees, L., Wada H., 2023. Heat-induced maternal effects shape avian eggshell traits and embryo development and phenotype at high incubation temperatures. *Ecology and Evolution*, 13: e10546.
- Hoyt, D.F., Board, R.G., Rahn, H., Paganelli, C.V., 1979. The eggs of the Anatidae: Conductance, pore structure and metabolism. *Physiological Zoology*, 52(4): 438-450.
- Eroglu, M., Erisir, Z., 2022. The effects of breeder age and laying period on hatchability and some external egg quality characteristics in breeder geese. *Animal Science Papers and Reports*, 40: 89-98.
- Etches R.J., 1996. Reproduction in poultry. Cambridge: CAB International; 1996. p.318.
- Krause, E.T., KruÈger, O, Hoffman, J.I., 2017. The influence of inherited plumage colour morph on morphometric traits and breeding investment in zebra finches (*Taeniopygia guttata*). *PlosOne*, 12(11): e0188582
- Maddocks, S.A., Church, S.C., Cuthill, I.C., 2001. The effects of the light environment on prey choice by zebra finches. *The Journal of Experimental Biology*, 204: 2509-2515.
- Moghal, M.M., Farooqui, M., 2017. Behavior of domesticated Zebra Finches (*Taeniopygia guttata*) in colony and in individual cage and its effect on their breeding. *The Saudi Journal of Life Sciences*. 2(5): 155–157.
- Narushin, V.G., 2005. Egg geometry calculation using the measurements of length and breadth. *Poultry Science*, 84: 482–484.
- Özçelik, M., 2002. Japon bildircını yumurtalarında bazı dış ve iç kalite özellikleri arasındaki fenotipik korelasyonlar, *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 49: 67-72.
- Rahn, H., Paganelli, C.V., 1989. Shell mass, thickness and density of avian eggs derived from the tables of Schönwetter. *Journal fur Ornithologie*, 130: 59-68.
- Rubolini, D., Romano, M., Bonisoli Alquati, A., Saino, N., 2006. Early maternal, genetic and environmental components of antioxidant protection, morphology and immunity of Yellow-legged Gull (*Larus michahellis*) chicks. *Journal Compilation European Society For Evolutionary Biology*, 19: 1571-1584.
- Sarı, M., Buğdaycı, K.E., Akbaş A.A., Saatci, M., Oğuz, M.N., 2019. The effect of laying period on egg quality traits and chemical composition of Lindovskaya (Linda) geese reared under breeder conditions. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 43: 662-669.
- Şenköylü, N., 2001. Modern tavuk üretimi. Anadolu matbaası, İstanbul, Türkiye.
- Shanawany, M.M., 1987. Hatching weight in relation to egg weight in domestic birds. *World's Poultry Sciences Journal*, 43: 107-115.
- Speake, B.K., Murray, A.M, Noble, R.C., 1998. Transport and transformations of yolk lipids during development of the avian embryo. *Progress in Lipid Research*, 37: 1–32.
- Styrsky, J.D., Dobbs, R.C., Thompson, C.F., 2000. Food-supplementation does not override the effect of egg mass on fitness-related traits of nestling house wrens. *Journal of Animal Ecology*, 69: 690–702.

- Surai, P.F., Speake, B.K., Sparks, N.H.C., 2001. Carotenoids in avian nutrition and embryonic development 1. absorption, availability and levels in plasma and egg yolk. *Journal of Poultry Science*, 38: 1-27.
- Sun, C., Liu, J. Yang, N., Xu, G., 2019. Egg quality and egg albumen property of domestic chicken, duck, goose, turkey, quail, and pigeon. *Poultry Science*, 98: 4516-4521.
- Swaddle, J.P., 2019. Zebra Finches, *Encyclopedia of Animal Behavior (Second Edition)*, Pp: 279-284.
- Tabıb, I., Onbaşılar, E.E., Yalçın, S., 2021. The effects of cage type, oviposition time and egg storage period on the egg quality characteristics of laying hens, *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 68: 329-336.
- Tainika, B., Abdallah, N., Damaziak, K., Waithaka Ng'ang'a Z., Shah, T., Wójci, W., 2024. Egg storage conditions and manipulations during storage:effect on egg quality traits, embryonic development, hatchability and chick quality of broiler hatching eggs. *World's Poultry Science Journal*, 80: 75-107.
- Ulmer-Franco, A.M., Fasenko, G.M., O'Dea Christopher, E.E., 2010. Hatching egg characteristics, chick quality, and broiler performance at 2 breeder flock ages and from 3 egg weights. *Poultry Science*, 89: 2735-2742.
- Vriends, M., 1997. *The Zebra Finch*. New York: Howell Book House.
- Zanollo, V., Griggio, M., Myers, S., Robertson, J., Stangoulis, J., Guild, G., Kleindorfer, S., 2013. Maternal investment in Diamond Firetails *Stagonopleura guttata*: female spot numbers predict egg volume and yolk lutein content. *Acta Ornithologica*, 48: 253-262.
- Zann, R.A., 1996. *The Zebra Finch: A Synthesis of Field and Laboratory Studies (Oxford Ornithology Series)*.

Atıf Şekli: Özbaşer Bulut, F.T., Alaşahan, S., 2024. Zebra İspinoz (*Taeniopygia guttata*) Kuşlarında Yumurta Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *MAS Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 9(Özel Sayı): 834-842. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.13922830>.

To Cite: Özbaşer Bulut, F.T., Alaşahan, S., 2024. Determination of Egg Quality Characteristics in Zebra Finch (*Taeniopygia guttata*). *MAS Journal of Applied Sciences*, 9(Special Issue): 834-842. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.13922830>.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi Çayır-Mera ve Doğal Vejetasyonlarında Yer Alan Bazı *Onobrychis* Türlerinde Ot Kalite Özelliklerinin BelirlenmesiEsmâ AYDIN¹, Mehmet BAŞBAĞ^{2*}¹ Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Diyarbakır² Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Diyarbakır*Sorumlu yazar (Corresponding author): mbasbag@dicle.edu.tr**Geliş Tarihi (Received):** 27.06.2024**Kabul Tarihi (Accepted):** 06.08.2024**Özet**

Bu çalışma, Güneydoğu Anadolu Bölgesi çayır-mera ve doğal vejetasyonlarında yer alan 9 farklı *Onobrychis* türünde (*O. aequidentata*, *O. altissima*, *O. caput-galli*, *O. carduchorum*, *O. crista-galli*, *O. galegifolia*, *O. kotschyana*, *O. megataphros* ve *O. transcaucasica*) bazı ot kalite özelliklerini belirlemek amacıyla 2023 yılında yürütülmüştür. Araştırmada türler arasında ham protein (HP) % 14.99-21.42, asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) % 15.60-27.44, nötral deterjanda çözünmeyen lif (NDF) % 32.35-45.30, asit deterjanda çözünmeyen protein (ADP) % 0.7-1.1, kuru madde (KM) % 88.70-92.46, sindirilebilir kuru madde (SKM) % 67.53-76.75, kuru madde tüketimi (KMT) % 2.65-3.71, nispi yem değeri (NYD) 141.1-210.8, potasyum (K) % 0.40-2.53, kalsiyum (Ca) % 1.45-2.51, magnezyum (Mg) % 0.26-0.32, fosfor (P) % 0.15-0.42, Ca/P 3.75-16.67 ve K/(Ca+Mg) 0.14-1.38 aralıklarında değişim göstermiştir. Sonuç olarak, türler arasında incelenen kalite özellikleri bakımından en iyi değerler sırasıyla *O. carduchorum*, *O. megataphros* ve *O. transcaucasica*'dan elde edilirken, en düşük kalite değerleri ise *O. kotschyana*, *O. galegifolia* ve *O. crista-galli*'den elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Onobrychis*, türler, ot kalitesi, mineral maddeler**Determination of Forage Quality Characteristics in Some *Onobrychis* Species in Meadow-Pastures and Natural Vegetation in Southeastern Anatolia Region****Abstract**

This study was carried out in 2023 to determine some forage quality traits in 9 different *Onobrychis* species (*O. aequidentata*, *O. altissima*, *O. caput-galli*, *O. carduchorum*, *O. crista-galli*, *O. galegifolia*, *O. kotschyana*, *O. megataphros* and *O. transcaucasica*) located in the meadows-pastures and natural vegetation of the Southeastern Anatolia Region. In the research, among the species, crude protein (CP) was 14.99-21.42%, acid detergent insoluble fiber (ADF) was 15.60-27.44%, neutral detergent insoluble fiber (NDF) was 32.35-45.30%, acid detergent insoluble protein (ADP) was 0.7-1.1%, dry matter (DM) was 88.70-92.46%, digestible dry matter (DDM) was 67.53-76.75%, dry matter intake (DMI) was 2.65-3.71%, relative feed value (RFV) was 141.1-210.8, potassium (K) was 0.40-2.53%, calcium (Ca) was 1.45-2.51%, magnesium (Mg) was 0.26-0.32%, phosphorus (P) was 0.15-0.42%, Ca/P 3.75-16.67 and K/(Ca+Mg) 0.14-1.38 ranges. As a result, the best values in terms of quality traits examined among the species were obtained from *O. carduchorum*, *O. megataphros* and *O. transcaucasica*, respectively, while the lowest quality values were obtained from *O. kotschyana*, *O. galegifolia* and *O. crista-galli*.

Keywords: *Onobrychis*, species, forage quality, minerals

1. Giriş

Ülkemizde çayır-mera alanı 14.616.687 ha, Güneydoğu Anadolu bölgesinde ise çayır-mera alanları 1.012.576 ha olup ülke genelinin % 6.92'sini oluşturmaktadır (Seydoşoğlu ve ark. 2019 a,b; Çetik Yeşilova ve Başbağ, 2024; Seydoşoğlu ve Başbağ, 2024). *Onobrychis* cinsi baklagiller familyası (Fabaceae=Leguminosae) içerisinde önemli bir takson zenginliğine sahiptir. Dünya'da tek ve çok yıllık olarak yaklaşık 170 takson yer alırken (Lock ve Simpson, 1991; Yakovlev ve ark., 1996; Maberley, 1997; Karamian ve ark., 2012), Ülkemizde ise 70 taksonun doğal olarak yetiştiği bildirilmiştir (Aktoklu, 1995; İnce, 2007; Avcı, 2010; Açıköz, 2021). Bu yabancı türler, Baltık Denizi'nden, Akdeniz, Ön Asya ve Sibirya'ya kadar uzanan çok geniş bir alana yayılmıştır. Özellikle Orta Asya'dan Anadolu'ya kadar uzanan bölge yabancı korunga türlerince çok zengindir. Korunga cinsindeki tür zenginliğine karşılık, bunlardan sadece adi korunga veya korunga olarak adlandırılan (*Onobrychis viciifolia* Scop.) tarımsal açıdan önemlidir. Korunga kurağa dayanıklı, otu besleyici ve hayvanlar tarafından tercih edilen bir bitki olup, tüketen hayvanlarda şişkinlik yapmaması (Açıköz, 2021), protein, kalsiyum, fosfor ve diğer mineral maddelerce zengin olması (Tıknazoğlu, 2009) önemli üstünlükleridir. Farklı *Onobrychis* türleri üzerinde yapılan

araştırmalarda ham protein (HP) % 10.88-29.17, ADF % 18.91-41.79, NDF % 25.91-53.89, SKM % 56.35-88.9, KMT % 2.23-4.63, NYD 97.26-266.3 aralıklarında değişirken (Killen, 2008; Elmalı ve Kaya, 2012; Azuhnwi ve ark., 2013; Badieh ve ark. 2013; Navasardyan, 2013; Ülger ve Kaplan, 2016; Bhattarai, 2017; Özköse, 2018; Davazdahemami ve ark., 2020; Kapp-Bitter ve ark., 2021; Demiroğlu ve ark., 2021; Biligetü ve ark., 2021; Sayar ve ark., 2022; Çaçan ve ark., 2023; Abebe ve ark. 2024; Kovalenko ve ark., 2024), makro mineral maddelerden K % 2.00-3.28, Ca % 0.40-3.05, Mg % 0.12-0.66, P % 0.12-0.64, Ca/P 2.90-5.53, K/(Ca+Mg) % 0.88-3.08 aralıklarında değişim göstermiştir (Navasardyan, 2013; Özköse, 2018, Sayar ve Han, 2023; Abebe ve ark., 2024; Çaçan ve Kökten, 2024; Kovalenko ve ark., 2024). Bu çalışmada, Güneydoğu Anadolu Bölgesi çayır-mera ve doğal vejetasyonlarında yer alan bazı *Onobrychis* türlerinde hayvan beslenmesi açısından önemli olan bazı ot kalite özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırmanın materyalini, Güneydoğu Anadolu Bölgesinin farklı lokasyonlarından 2023 yılında toplanan *Onobrychis* cinsine ait 9 türün bitki örnekleri oluşturmaktadır. Türlerin toplandığı lokasyonlar, coğrafi koordinatları ve toplanma tarihleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. *Onobrychis* türlerinin kromozom sayıları ve toplandığı lokasyonlara ait bilgiler

Türler	2n*	Lokasyon	Enlem	Boylam	Rakım (m)	Tarih
<i>Onobrychis caput-galli</i> (L.) Lam.	14	Kilis	36° 46' 37.4478"	37° 16' 40.1406"	624	06.05.2023
<i>Onobrychis galegifolia</i> Boiss.	16	Diyarbakır (Silvan)	37° 56' 02.2"	40° 16' 38.5"	703	15.05.2023
<i>Onobrychis megataphros</i> Boiss.	32	Şanlıurfa (Karacadağ)	37° 46' 30.378"	39° 47' 1.4382"	1469	21.05.2023
<i>Onobrychis carduchorum</i> C.C. Townsend	14	Diyarbakır (Çüngüş)	38° 12' 10.206"	39° 19' 50.9874"	990	10.05.2023
<i>Onobrychis aequidentata</i> (Sibth. et Sm.) D'Urv.	28	Adıyaman (Kâhta)	37° 52' 41.1774"	38° 54' 13.4928"	736	06.05.2023
<i>Onobrychis crista-galli</i> (L.) Lam.	28	Şırnak (Cizre)	37° 15' 44.2"	42° 07' 46.2"	500	07.05.2023
<i>Onobrychis kotschyana</i> Fenzl.	14	Diyarbakır (Silvan-2)	38° 08' 04.0"	40° 53' 37.9"	664	15.05.2023
<i>Onobrychis altissima</i> Grossh.	14	Gaziantep (Araban)	37° 27' 06.3"	37° 42' 16.1"	551	06.05.2023
<i>Onobrychis transcaucasica</i> Grossh.	28	Siirt	37° 52' 12.2"	41° 49' 45.6"	638	07.05.2023

*Sepet, 2007

Onobrychis türlerine ait herbaryum ve ot örnekleri bitkilerin çiçeklenme döneminde alınmıştır. Bitkilerin tür teşhisleri Dicle Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü emekli öğretim Üyesi Prof. Dr. Selçuk ERTEKİN tarafından yapılmıştır. Her bir türden yaklaşık 200'er g yeşil ot numunesi bitkilerin kök boğazından kesilerek alınmış ve kurutma dolabında (Memmert ULM 800) 70 °C'de 48 saat kurutulduktan sonra (Anonim, 2001), laboratuvar tipi değirmende (IKA, A11) öğütülmüştür. Daha sonra numuneler 1 mm çaplı numune eleğinde (Retsch, DIN-ISO 3310/2) elenerek analize hazır hale getirilmiştir. Türlerin kalite analizleri Dicle Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi laboratuvarında NIRS (Near Infrared Spectroscopy-Foss Model 6500) analiz cihazı ile yapılmıştır. Analizde ham protein (HP), asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF), nötral deterjanda çözünmeyen lif (NDF), Ca, K, Mg ve P değerleri ölçülmüştür. Ayrıca tespit edilen ADF ve NDF yardımıyla sindirilebilir kuru madde (SKM), kuru madde tüketimi (KMT) ve nispi yem değerleri (NYD) de hesaplanarak bulunmuştur. Hesaplamalarda aşağıdaki formüller kullanılmıştır (Morrison 2003).

$$SKM= 88.9 - (0.779 \times ADF)$$

$$KMT= 120 / NDF$$

$$NYD= (SKM \times KMT) / 1.29$$

Araştırma sonucunda özelliklere ait veriler JMP-Pro13 istatistiki paket programında tesadüf blokları deneme desenine göre analiz edilmiştir. Ortalamalar arasındaki farklılıklar, $LSD_{(0.05)}$ çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır. Scatter plot modeline göre temel bileşenler analizi GenStat for Windows (Genstat, 2009) istatistiki paket programında, korelasyon tablosu ise JMP-Pro-13 paket programında yapılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Ham protein

Farklı *Onobrychis* türlerinde HP oranları % 14.99-21.42 aralıklarında değişmiş ve ortalama % 18.27 bulunmuştur. Türler içerisinde en yüksek HP oranını *O.*

carduchorum verirken, bunu istatistiksel olarak farklı gruplarda yer alan *O. megataphros* ve *O. transcaucasica* takip etmiştir. En düşük değer ise istatistiksel olarak aynı grupta yer alan *O. galegifolia* ve *O. kotschyana*'dan elde edilmiştir (Tablo 2). Çalışmada ham protein oranına ilişki elde edilen bulgular Killen (2008) (% 15.5-18.9), Elmalı ve Kaya (2012) (% 12.9-19.1), Azuhnwi ve ark. (2013) (% 19.2-19.4), Navasardyan (2013) (% 14.6-20.2), Ülger ve Kaplan (2016) (% 12.3-15.9), Bhattarai (2017) (% 13.4-17.5), Davazdahemami ve ark. (2020) (% 18.6-23.8), Biligetu ve ark. (2021) (% 15.0-17.1), Demiroğlu ve ark. (2021) (% 17.6-19.8), Sayar ve ark. (2022) (% 14.0-15.7), Abebe ve ark. (2024) (% 16.4-18.8), Çağan ve ark. (2023) (% 14.2-17.7), Kovalenko ve ark. (2024)'nın bulguları (% 15.9-18.1) ile uyumlu bulunurken, Özköse (2018) (% 10.9-12.7) ile Kapp-Bitter ve ark. (2021)'nin bulgularından (% 12.8) yüksek, Badiéh ve ark. (2013)'nin bulgularından (% 25.4-29.2) ise düşük bulunmuştur. Bu farklılıklar muhtemelen çalışılan genotipler ve ekolojik koşullardan kaynaklanmıştır.

Ham protein oranı, kaba yemin kalitesini belirleyen önemli karakterlerden birisi olup, bu değer mükemmel olduğunca yüksek olması arzu edilir.

3.2. Asit deterjanda çözünmeyen lif

Farklı *Onobrychis* türlerinde ADF oranları % 15.60-27.44 arasında değişmiştir (ort. % 22.50). Türlerden en düşük ADF oranı *O. galegifolia*'dan elde edilirken, bunu istatistiksel olarak farklı grupta yer alan sırasıyla *O. megataphros*, *O. transcaucasica* ve *O. carduchorum* türleri takip etmiştir. En yüksek ADF oranı ise *O. kotschyana*'dan elde edilmiştir (Tablo 2). ADF oranına ilişkin elde edilen bulgular, Elmalı ve Kaya (2012) (% 24.6-33.6), Badiéh ve ark. (2013) (% 18.9-27.0), Aufrère ve ark. (2013) (% 14.5-35.7), Davazdahemami ve ark. (2020) (% 24.4-36.4), Biligetu ve ark. (2021) (% 23.0-25.2), Abebe ve ark. (2024)'nin bulguları (% 26.1-31.1) ile uyumlu iken, Killen (2008) (% 31.7-35.1), Azuhnwi ve ark. (2013) (% 28.8-31.5), Ülger ve Kaplan (2016) (%

32.0-41.8), Bhattarai (2017) (% 34.9-41.6), Demiroğlu ve ark. (2021) (% 34.9-37.5), Kapp-Bitter ve ark. (2021) (% 40.9), Sayar ve ark. (2022) (29.5-32.7), Çağan ve ark. (2023)'nın bulgularından (% 30.1-34.2) düşük bulunmuştur. Kaba yemlerde ADF değeri, bitki hücre duvarının yapısında bulunan selüloz, lignin ve çözilemeyen protein miktarını ifade eder (Aşçı ve Acar, 2018) ve bu değer düşük olması istenir (Van Soest, 1994).

3.3. Nötral deterjanda çözünmeyen lif

Farklı *Onobrychis* türlerinde NDF oranları % 32.35-45.30 arasında bulunmuştur (ort. % 40.12). Türlerden en düşük NDF oranını *O. megataphros* verirken, en yüksek NDF oranı ise *O. aequidentata* ve istatistiksel olarak benzer grupta yer alan *O. crista-galli*'den elde edilmiştir (Tablo 2). NDF oranına ilişkin elde edilen bulgular literatür bulguları ile uyumlu bulunmuştur [Killen (2008) (% 41.4-44.5), Elmalı ve Kaya (2012) (% 33.4-45.8), Azuhnwi ve ark. (2013) (% 34.1-37.2), Badieh ve ark. (2013) (% 25.9-40.1), Aufrère ve ark. (2013) (% 20.0-45.5), Ülger ve Kaplan (2016) (% 42.6-53.9), Bhattarai (2017) (% 37.6-45.8), Davazdahemami ve ark. (2020) (% 34.6-45.0), Biligetu ve ark. (2021) (% 32.0-34.3), Demiroğlu ve ark. (2021) (% 43.5-49.0), Kapp-Bitter ve ark. (2021) (% 44.4), Sayar ve ark. (2022) (% 39.5-43.2), Abebe ve ark. (2024) (% 37.4-46.3), Çağan ve ark. (2023) (% 42.5-47.2)].

Kaba yemlerde NDF bitki hücre duvarının yapısında bulunan hemiselüloz, selüloz, lignin, kütin ve çözilemeyen protein miktarını ifade eder (Aşçı ve Acar, 2018). Kaba yemlerde NDF oranının kuru madde bazında % 25-32 arasında olması istenir (Tekçe ve Gül, 2014). NDF'nin bu değeri (% 32) aşması nispetinde yemin kalitesinin o ölçüde düşeceği anlamına gelmektedir. Ancak, üzerinde çalışılan türlerin tamamı bu değer üzerinde bulunmuştur.

3.4. Asit deterjanda çözünmeyen protein

Farklı *Onobrychis* türlerinde ADP oranları % 0.7-1.1 arasında elde edilmiştir

(ort. % 0.9). En düşük ADP oranı *O. carduchorum*'dan elde edilirken, en yüksek ADP oranı ise *Onobrychis crista-galli*'den elde edilmiştir (Tablo 2).

Kaba yemlerde sindirilemeyen protein miktarını ortaya koyan ADP değerinin mümkün olduğunca düşük olması istenir (Aşçı ve Acar, 2018).

3.5. Kuru madde

Farklı *Onobrychis* türlerinde KM oranları % 88.70-92.46 arasında değişmiştir (ort. % 90.69). En yüksek KM değerini *O. megataphros* ve *O. aequidentata* verirken, en düşük değer ise *O. crista-galli*'den elde edilmiştir (Tablo 2). KM oranına ilişkin elde edilen bulgular, Kapp-Bitter ve ark. (2021) (% 92.8), Abebe ve ark. (2024)'nın bulguları (% 89.2-90.6) ile uyumlu bulunmuştur. Kaba yemlerde KM'nin yüksek olması, yemin besin maddelerince zengin olacağı anlamına gelmektedir. Ancak KM analizi, yemdeki organik yapıda uçucu özellikte besin maddelerini içermediğinden sadece KM analiz sonucu, yemin besleme değerini ortaya koymaz (Kutlu, 2008).

3.6. Sindirilebilir kuru madde

Farklı *Onobrychis* türlerinde SKM oranları % 67.53-76.75 arasında elde edilmiştir (ort. % 71.38). En yüksek SKM *O. galegifolia*'dan elde edilirken, en düşük SKM değeri ise *O. kotschyana* vermiştir (Tablo 2). SKM oranına ilişkin elde edilen bulgular, Elmalı ve Kaya (2012) (% 62.7-69.7), Badieh ve ark. (2013) (% 67.9-74.2), Aufrère ve ark. (2013) (% 61.1-77.6), Davazdahemami ve ark. (2020) (% 66.2-77.3), Biligetu ve ark. (2021) (% 69.3-71.0), Kapp-Bitter ve ark. (2021) (% 57.0-88.9), Abebe ve ark. (2024) (% 64.7-68.6) ile uyumlu bulunurken, Killen (2008) (% 61.6-64.2), Azuhnwi ve ark. (2013) (% 64.4-66.5), Ülger ve Kaplan (2016) (% 56.4-64.0), Bhattarai (2017) (% 56.5-61.7), Demiroğlu ve ark. (2021) (% 59.7-61.7), Sayar ve ark. (2022) (% 63.4-65.9), Çağan ve ark. (2023) (% 61.6-64.2)'nın bulgularından ise yüksek bulunmuştur. SKM değeri, kaba yemlerde ADF ile ilişkili

bir parametre olup, yem kalitesi açısından yüksek olması arzu edilir.

3.7. Kuru madde tüketimi

Farklı *Onobrychis* türlerinde KMT oranları % 2.65-3.71 arasında bulunmuştur (ort. % 3.02). En yüksek KMT oranı *O. megataphros*'dan elde edilirken en düşük KMT değeri ise *O. kotschyana*, *O. crista-galli* ve *O. aequidentata*'dan elde edilmiştir (Tablo 2). KMT oranına ilişkin elde edilen bulgular literatür bulguları ile uyumlu bulunmuştur [Killen (2008) (% 2.70-2.90), Elmalı ve Kaya (2012) (% 2.62-3.58), Azuhnwı ve ark. (2013) (% 3.23-3.52), Badieh ve ark. (2013) (% 3.00-4.63), Aufrère ve ark. (2013) (% 2.64-6.00), Ülger ve Kaplan (2016) (% 2.23-2.82), Bhattarai (2017) (% 2.62-3.19), Davazdahemami ve ark. (2020) (% 2.66-3.47), Biligetu ve ark. (2021) (% 3.50-3.75), Demiroğlu ve ark. (2021) (% 2.45-2.76), Kapp-Bitter ve ark. (2021) (% 2.70), Sayar ve ark. (2022) (% 2.81-3.06), Abebe ve ark. (2024) (% 2.59-3.21), Çaçan ve ark. (2023) (% 2.54-2.82)]. KMT değeri yemlerde NDF ile ilişkili bir parametre olup, bu değer yem kalitesi açısından yüksek olması arzu edilir.

3.8. Nispi yem değeri

Farklı *Onobrychis* türlerinde NYD 141.1-210.8 arasında değişim göstermiştir (ort. 167.7). Araştırmada en yüksek NYD değeri *O. caput-galli*'den elde edilirken, en düşük NYD ise istatistiksel olarak benzer grupta yer alan sırasıyla *O. crista-galli*, *O. kotschyana* ve *O. galegifolia*'dan elde edilmiştir (Tablo 2). NYD'ye ilişkin elde edilen bulgular, Killen (2008) (130.0-144.0), Elmalı ve Kaya (2012) (127.5-193.3), Azuhnwı ve ark. (2013) (181.3-160.9), Badieh ve ark. (2013) (157.6-266.3), Aufrère ve ark. (2013) (125.2-361.0), Bhattarai (2017) (114.7-152.7), Davazdahemami ve ark. (2020) (159.6-177.8), Biligetu ve ark. (2021) (187.9-206.4), Sayar ve ark. (2022) (139.9-156.7), Abebe ve ark. (2024) (130.0-170.7) ile uyumlu bulunurken, Ülger ve Kaplan (2016) (97.3-139.8), Demiroğlu ve ark. (2021) (113.4-132.0) ile Kapp-Bitter ve ark. (2021) (119.5)'nın bulgularından yüksek bulunmuştur. NYD değeri yonca için 100 olarak belirlenmiş olup, bu değer altına düştükçe yem kalitesi de düşmektedir (Richardson, 2001). Dolayısıyla üzerinde çalışılan türlerin tamamı bu değer üzerinde bulunmuştur.

Tablo 2. *Onobrychis* türlerinin kalite özelliklerine ait ortalamalar ve oluşan gruplar

Genotip	HP	ADF	NDF	ADP	DM	SKM	KMT	NYD
<i>O. aequidentata</i>	18.28 de	26.01 b	45.30 a	1.1 b	92.33 ab	68.64 d	2.65 e	161.9 d
<i>O. altissima</i>	17.77 ef	23.39 c	40.82 c	0.8 d	89.99 e	70.68 c	2.94 d	176.6 c
<i>O. caput-galli</i>	18.63 d	24.73 bc	40.07 c	0.8 d	90.98 c	69.64 cd	3.00 d	210.8 a
<i>O. carduchorum</i>	21.42 a	20.67 d	35.50 e	0.7 f	92.25 b	72.80 b	3.38 b	191.1 b
<i>O. crista-galli</i>	17.54 f	24.56 c	44.28 ab	1.1 a	88.70 h	69.77 c	2.71 e	141.1 e
<i>O. galegifolia</i>	14.99 g	15.60 e	40.43 c	1.0 c	90.64 d	76.75 a	2.97 d	146.6 e
<i>O. kotschyana</i>	15.62 g	27.44 a	43.96 b	0.7 e	89.23 g	67.53 e	2.73 e	142.9 e
<i>O. megataphros</i>	20.65 b	20.03 d	32.35 f	0.7 e	92.46 a	73.30 b	3.71 a	161.1 d
<i>O. transcaucasica</i>	19.51 c	20.05 d	38.43 d	0.8 d	89.61 f	73.28 b	3.12 c	177.4 c
Ortalama	18.27	22.50	40.12	0.9	90.69	71.38	3.02	167.7
LSD _(0.05)	0.69**	1.37**	1.26**	0.02**	0.12**	1.07**	0.10**	7.94**
CV (%)	2.19	3.56	1.83	1.38	0.07	0.87	1.92	2.76

** $P \leq 0,01$ ve * $P \leq 0,05$ düzeyinde önemlidir. Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir.

3.9. Potasyum (K)

Farklı *Onobrychis* türlerinde mineral maddelerden K değerleri % 0.40-2.53 arasında değişmiştir (ort. % 1.69). Genotipler arasında en yüksek K değeri istatistiksel olarak aynı grupta yer alan *O. megataphros* ve *O. carduchorum*'dan elde edilirken, en düşük değer ise *O.*

galegifolia'dan elde edilmiştir (Tablo 3). K değerine ilişkin elde edilen bulgular, Özköse (2018) (% 2.40-3.11), Çaçan ve Kökten (2024) (% 1.90-2.31), Kovalenko ve ark. (2024) (% 2.00-2.40)'nın bulgularıyla uyumlu iken, Sayar ve Han (2023)'ın bulgularından (% 3.08-3.28) düşük çıkmıştır. Potasyum bitkilerde

metabolik, fizyolojik ve biyokimyasal işlevlerde görev alan bir element olup, verimi, kaliteyi ve soğuğa dayanıklılığı artırmaktadır (Kacar, 2005). Hayvanlar ise süt üretimi, sinir uyarı iletimi, kas kasılması ve birtakım enzimatik olaylar için K'ya ihtiyaç duymaktadırlar (Lemus, 2013).

3.10. Kalsiyum

Farklı *Onobrychis* türlerinde Ca oranı % 1.45-2.51 arasında değişmiştir (ort. % 1.83). Genotipler arasında en yüksek Ca değeri *O. galegifolia*'dan elde edilirken, bunu istatistiksel olarak farklı bulunan *O. caput-galli* ve *O. carduchorum* izlemiştir. En düşük değer ise *O. kotschyana*'dan elde edilmiştir (Tablo 3). Ca değerine ilişkin elde edilen bulgular, Navasardyan (2013) (% 1.74-3.05), Çağan ve Kökten (2024) (% 1.78-1.90) ile Kovalenko ve ark. (2024)'nın bulguları (% 1.71-1.81) ile uyumlu bulunurken, Özköse (2018) (% 0.41-1.29), Sayar ve Han (2023) (% 1.09-1.20) ile Abebe ve ark. (2024)'nın bulgularından (% 0.73-1.13) ise yüksek bulunmuştur.

Kalsiyum hayvanların özellikle iskelet, diş gibi kemik yapılarının önemli bir elementi olup, eksikliğinde genç hayvanlarda kemiklerin yumuşamasına, yaşlı hayvanlarda kemiklerin bozuk şekilli olmasına, kümes hayvanlarında ise yumurtaların ince kabuklu olmasına neden olmaktadır (Sabah ve Çelik, 2001).

3.11. Magnezyum

Farklı *Onobrychis* türlerinde Mg % 0.26-0.32 arasında değişmiştir (ort. % 0.29). Türler arasında en yüksek Mg değeri istatistiksel olarak aynı grupta yer alan *O. aequidentata* ve *O. crista-galli*'den elde edilirken, en düşük değer ise *O. kotschyana* ve *O. megataphros*'dan elde edilmiştir (Tablo 3). Mg değerine ilişkin elde edilen bulgular, Çağan ve Kökten (2024)'nın bulguları (% 0.30-0.33) ile uyumlu iken, Özköse (2018) (% 0.37-0.66) ile Sayar ve Han (2023)'ın bulgularından (% 0.12-0.14) ise düşük bulunmuştur. Magnezyum, sinir sisteminin aşırı duyarlılığını azaltarak sakinleşmeye yardımcı olduğu için "antistres minerali" olarak da bilinir.

Enzimlerin harekete geçirilmesi ve kandaki şekerin enerjiye dönüştürülmesinde rol alır. Koyunlarda Mg noksanlığında, bacaklarda kasılma, başın geriye doğru kaldırılması şeklinde ortaya çıkan çayır tetanisine neden olmaktadır (Ensminger ve ark., 1990).

3.12. Fosfor

Farklı *Onobrychis* türlerinde fosfor oranı (P) % 0.15-0.42 arasında değişmiştir (ort. % 0.33). Türler arasında en yüksek P değeri *O. megataphros*'dan elde edilirken, bunu istatistiksel olarak farklı gruplarda yer alan *O. carduchorum* ve *O. kotschyana* takip etmiştir. En düşük değer ise *O. galegifolia*'dan elde edilmiştir (Tablo 3). P değerine ilişkin elde edilen bulgular, Navasardyan (2013) (% 0.35-0.60), Özköse (2018) (% 0.12-0.23), Sayar ve Han (2023) (% 0.25-0.26), Abebe ve ark. (2024) (% 0.25-0.27) ile Çağan ve Kökten (2024)'in bulgularıyla (% 0.34-0.39) uyumlu bulunurken, Kovalenko ve ark. (2024)'nın bulgularından (% 0.59-0.64) ise düşük çıkmıştır. Fosfor, kemik için önemli bir bileşendir ve metabolik yollara katılan çeşitli organik bileşiklerde bulunur (Kidambi ve ark., 1990), hayvanların enerji metabolizmasında görev alır (Lemus, 2013). Fosfor noksanlığında, hayvanın iştahının bozulması, büyümenin yavaşlaması, durgunluk, dizlerin içe doğru bükülmesinden kaynaklanan çarpık bacaklılık gibi belirtiler ortaya çıkmaktadır (Ensminger ve ark., 1990). Korunga bitkisi, fosfor bakımından hayvancılık için önemli bir fosfor kaynağıdır (Tıknaçoğlu, 2009).

3.13. Kalsiyum / Fosfor

Farklı *Onobrychis* türlerinde Ca/P 3.75-16.67 arasında değişmiştir (ort. 6.30). Türler arasında en yüksek Ca/P değeri *O. galegifolia*'dan elde edilirken, bunu istatistiksel olarak farklı grupta yer alan *O. caput-galli* ve *O. crista-galli* izlemiştir. En düşük değer ise *Onobrychis megataphros*'dan elde edilmiştir (Tablo 3). Ca/P değerine ilişkin elde edilen bulgular, Navasardyan (2013) (4.97-5.08), Özköse (2018) (3.32-5.63), Sayar ve Han (2023) (4.28-4.96), Abebe ve ark. (2024) (2.92-

4.19), Çaçan ve Kökten (2024)'in bulguları (% 4.78-5.49) ile uyumlu bulunurken, Kovalenko ve ark. (2024) bulgularından (2.83-2.90) yüksek çıkmıştır. Bir çok araştırmacı hayvan beslemesinde kullanılacak yemlerde Ca:P oranının büyük önem arz ettiğini ve bu oranın 1:1 ile 2:1 arasında olması gerektiğini ve bu oranın 2'den fazla olması durumunda hayvanlarda zehirlenmelere yol açacağını vurgularken (Ayan ve ark., 2010; Albu ve ark., 2012; Grzegorzcyk ve ark., 2017), Açıkgoz (2021)'in bildirisine göre Reid ve Jung (1974) yem bitkilerinde ideal Ca/P oranının 2.0 olarak kabul edildiğini, bu oranın 3-5, hatta daha da fazla olabileceği, ancak yüksek Ca/P oranına sahip bitkilerle beslenen hayvanlarda süt humması ve yem etkinliğinde bir azalmanın görülebileceğini bildirmişlerdir.

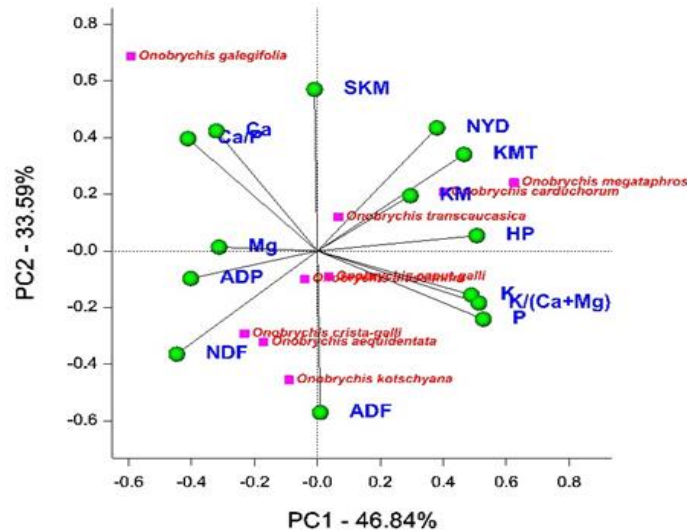
3.14.Potasyum/(Kalsiyum+Magnezyum)

Farklı *Onobrychis* türlerinde K/(Ca+Mg) 0.14-1.38 arasında değişmiştir (ort. 0.83). Türler arasında en yüksek değer *O. megataphros*'dan elde edilirken bunu istatistiksel olarak farklı gruplarda yer alan *O. carduchorum* ve *O. crista-galli* izlemiştir. En düşük değer ise *O. galegifolia*'dan elde edilmiştir (Tablo 3). K/(Ca+Mg) değerine ilişkin elde edilen bulgular, Çaçan ve Kökten (2024) (0.88-1.07), Kovalenko ve ark. (2024) (1.17-1.33)'nın bulguları ile uyumlu bulunurken, Özköse (2018) (1.60-3.08) ile Sayar ve Han (2023)'ın bulgularından (2.35-2.57) ise düşük bulunmuştur. K/(Ca+Mg) oranının da 2.2'den yüksek olması, hayvanlarda tetani hastalığı riskini oluşturmaktadır (Aydın ve Uzun, 2002). Üzerinde çalışılan tüm genotiplerin K/(Ca+Mg) oranları bu değerden düşük bulunmuştur.

Tablo 3. *Onobrychis* türlerinin kalite özelliklerine ait ortalamalar ve oluşan gruplar

Türler	K	Ca	Mg	P	Ca/P	K/(Ca+Mg)
<i>O. aequidentata</i>	1.80 c	1.75 e	0.32 a	0.32 e	5.45 c	0.87 d
<i>O. altissima</i>	1.37d e	1.73 e	0.28 c	0.34 cd	5.07 d	0.68 g
<i>O. caput-galli</i>	1.93 b	1.96 b	0.29 c	0.34 d	5.83 b	0.86 d
<i>O. carduchorum</i>	2.48 a	1.91 c	0.30 b	0.39 b	4.87 d	1.12 b
<i>O. crista-galli</i>	1.97 b	1.81 d	0.32 a	0.31 e	5.82 b	0.92 c
<i>O. galegifolia</i>	0.40 f	2.51 a	0.31 b	0.15 f	16.67 a	0.14 h
<i>O. kotschyana</i>	1.34 e	1.45 g	0.26 d	0.35 c	4.14 e	0.78 e
<i>O. megataphros</i>	2.53 a	1.58 f	0.26 d	0.42 a	3.75 f	1.38 a
<i>O. transcaucasica</i>	1.43 d	1.74 e	0.28 c	0.34 cd	5.10 d	0.71 f
Ortalama	1.69	1.83	0.29	0.33	6.30	0.83
LSD _(0.05)	0.7**	0.04**	0.01**	0.01**	0.28**	2.02**
CV (%)	2.46	1.30	1.37	1.99	2.63	1.31

**P<0,01 ve *P<0,05 düzeyinde önemlidir. Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir.



Şekil 1. İncelenen özelliklerin ve *Onobrychis* türleri arasındaki ilişkinin vektör grafiği yardımıyla scatterplot biplot grafiğinde gösterimi

Scatter plot biplot tekniği ile incelenen özellikler ve *Onobrychis* türleri arasındaki ilişki Şekil 1’de bulunmaktadır. Yapılan biplot analizinde iki boyutlu PCA skoru PC1 % 46.84 ve PC2 % 33.59, toplam varyasyonun (PC1+PC2) ise % 80.43 olduğu kaydedilmiştir. Vektörlerle gösterimde vektörler arasındaki açı görünümüm daralması söz konusu parametreler arasında olumlu ve yüksek korelasyon olduğunu (K ile K/(Ca+Mg), K ile P, NYD ile KMT) ve özelliklerin birbirlerine yakın konumda olduğunu göstermektedir (Yan ve Tinker, 2006; Başbağ ve ark., 2021). Görseldeki vektörler arasındaki açı görünümünün genişlemesi özellikler arasındaki korelasyonun zayıflığını (KM ile ADF, HP ile ADF) ve açının 90 °C’e eşit olması özellikler arasında ilişki olmadığını kanıtlamaktadır. Görselde koordinat düzleminin tersi yönde konumlanan ADP, Ca/P, NDF, Ca ve Mg değerlerinin diğer özellikler ile negatif ilişki içerisinde olduğunu göstermektedir (Şekil 1). Ayrıca sektörlerde yer alan türler buldukları sektörde yer alan özellikler bakımından en yüksek değeri temsil etmektedir. Buna göre, *O. kotschyana*, *O. crista-galli* ve *O. aequidentata* ADF ve NDF yönünden, *O. megataphros*, *O. carduchorum* ve *O. transcaucasica* NYD, KMT, KM, HP, K, P ve K/(Ca+Mg) yönünden, *O. galegifolia* Ca, Mg, ADP ve Ca/P yönünden en yüksek ortalamaları temsil etmiştir (Yan ve Tinker, 2006).

Ayrıca koordinat düzleminde saat tersi yönünde yer alan Ca, Ca/P, Mg, ADP ve NDF koordinat düzleminin saat yönünde yer alan özellikler ile negatif ilişkili olduğu görülmektedir. Başbağ ve ark., (2021) yaptıkları araştırmada ADF ile NDF ve Ca, Mg ve ham proteinin birbiriyle pozitif korelasyon gösterdiğini, ancak SKM ile KM arasında negatif korelasyon olduğunu saptamışlardır.

Scatter plot biplot grafikleri özellikler arasındaki ilişkiyi görsel olarak birbirine yakınlıklarını gösterebilirken özellikler arasındaki ilişkinin önemlilik seviyesini göstermemektedir. Bu nedenle korelasyon analizine ihtiyaç duyulmaktadır. Araştırmada incelenen özellikler arası ilişkiyi önemlilik düzeyine göre belirlemek amacıyla pairwise korelasyon analizi yapılmıştır (Tablo 4). Yapılan korelasyon analizinde ise; HP ile KM, KMT, NYD, K, P ve K/(Ca+Mg); KM ile KMT, NYD; ADF ile NDF; NDF ile ADP, ADP ile Mg; SKM ile KMT, NYD, Ca ve K/(Ca+Mg); KMT ile NYD, K ve K/(Ca+Mg); K ile P ve K/(Ca+Mg); Ca ile Mg ve Ca/P; P ile K/(Ca+Mg) arasında olumlu ve çok önemli ilişkiler bulunurken, HP ile NDF ve Ca/P; KM ile NDF, ADF ile SKM, KMT, NYD, Ca ve Ca/P; NDF ile SKM, KMT, NYD; ADP ile KMT, NYD ve P; K ile Ca; Ca ile P, Ca/P ve K/(Ca+Mg); Mg ile P; P ile Ca/P; Ca/P ile de K/(Ca+Mg) arasında olumsuz ve çok önemli ilişkiler bulunmuştur.

Tablo 4. *Onobrychis* türlerinin kalite özellikleri arasındaki ilişkinin pairwise korelasyon analizi sonuçları

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. HP	1													
2. KM	0.56**	1.00												
3. ADF	-0.12	-0.22	1.00											
4. NDF	-0.69**	-0.51**	0.61**	1.00										
5. ADP	-0.45*	-0.23	0.10	0.66**	1.00									
6. SKM	0.12	0.22	-1.00**	-0.61**	-0.10	1.00								
7. KMT	0.71**	0.54**	-0.57**	-0.99**	-0.64**	0.57**	1.00							
8. NYD	0.61**	0.51**	-0.74**	-0.98**	-0.55**	0.74**	0.97**	1.00						
9. K	0.83**	0.47*	0.27	-0.45*	-0.30	-0.27	0.50**	0.34	1.00					
10. Ca	-0.30	0.10	-0.68**	-0.02	0.32	0.68**	-0.03	0.16	-0.51**	1.00				
11. Mg	-0.13	0.06	-0.05	0.47*	0.74**	0.05	-0.48*	-0.38	-0.11	0.54**	1.00			
12. P	0.76**	0.29	0.39*	-0.44*	-0.57**	-0.39*	0.48*	0.29	0.86**	-0.81**	-0.50**	1.00		
13. Ca/P	-0.59**	-0.06	-0.64**	0.12	0.38*	0.64**	-0.16**	0.04	-0.75	0.91**	0.40*	-0.93**	1.00	
14. K/(Ca+Mg)	0.77**	0.43*	0.31	-0.46*	-0.35	-0.31	0.52**	0.34	0.97**	-0.66**	-0.29	0.91**	-0.81**	1.00

**; $P \leq 0,01$ ve *; $P \leq 0,05$ düzeyinde önemlidir.

4. Sonuç

Farklı *Onobrychis* türlerinde, incelenen bazı önemli yem kalite parametreleri (HP, ADF, NDF, SKM, KMT ve NYD) bakımından en iyi değerler sırasıyla *O. carduchorum*, *O. megataphros* ve *O. transcaucasica*'dan elde edilirken, en düşük kalite değerler ise *O. kotschyana*, *O. galegifolia* ve *O. crista-galli*'den elde edilmiştir.

Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulduklarını, 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 Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

Abebe, D.G., Cherkos, S.D., Ejeta, T.T., Dejene, M., Shignato, T.K., Geletu, A.S., 2024. Nutritional and chemical composition of sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) accessions in mid-altitude of soddo and abeshgie woredas of Ethiopia. *Journal of Animal and Feed Research*, 14(3): 171-184.

Açıkgöz, E., 2021. Yem Bitkileri (1. Cilt). Tarım ve Orman Bakanlığı Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü Yayını, Ankara.

Aktoklu, M., 1995. Türkiye'de yetişen *Onobrychis* Miller (*Fabaceae*) türlerinin revizyonu. Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya.

Albu, A., Pop, I.M., Radu-Rusu, C., 2012. Calcium (Ca) and phosphorus (P) concentration in dairy cow feeds. *University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Iasi*, 57(17): 70-74.

Anonim, 2001. Tarımsal değerleri ölçme denemeleri teknik talimatı, Fiğ türleri (*Vicia species* L.). Tarım ve Köyüşleri

Bakanlığı, Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü, Ankara.

Aşçı, Ö.Ö., Acar, Z., 2018. Kaba yemlerde kalite. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Yayınları, Ankara.

Aufrère, J., Theodoridou, K., Mueller-Harvey, I., Yu, P., Andueza, D., 2013. Ruminal dry matter and nitrogen degradation in relation to condensed tannin and protein molecular structures in sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) and lucerne (*Medicago sativa*). *The Journal of Agricultural Science*, 152(2): 333-345.

Avcı, M.A., Özköse, A., Tamkoc, A., 2013. Study of Genotype x Environment Interaction on Agricultural and Quality in Sainfoin (*Onobrychis sativa*) Genotypes. *Journal of Animal Veterinary Advances*, 12(4): 428-430.

Ayan, I., Mut, H., Asci, O.O., Basaran, U., Acar, Z., 2010. Effect of manure application on the chemical composition and nutritive value of rangeland hay. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(13): 1852-1857.

Aydın, İ., Uzun, F., 2002. Çayır-Mera Amenajmanı ve Islahı. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı No:9, Samsun.

Azuhnwi, B.N., Hertzberg, H., Arrigo, Y., Gutzwiller, A., Hess, H.D., Mueller-Harvey, I., Torgerson, P.R., Kreuzer, M., Dohme-Meier, F., 2013. Investigation of sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) cultivar differences on nitrogen balance and fecal egg count in artificially infected lambs. *Journal of Animal Science*, 91: 2343-2354.

Badieh, M.M.S., Hejazi, S.M.H.Z., Aghdaei, S.R.T., Naghavi, M.R., Jafari, A.A., 2013. Prediction of quality parameters in *Onobrychis sativa* L. by near infrared reflectance spectroscopy. *Annals of Biological Research*, 4(5): 295-300.

- Başbağ, M., Sayar, M.S., Çağan, E., 2021. Kargı kamışı (*Arundo donax* L.) bitkisinde farklı biçim zamanlarının ot verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi, (Ed: İ. Cengizler, S. Duman). Ziraat, Orman ve Su Ürünlerinde Araştırma ve Değerlendirmeler-I, Gece Kitaplığı, Ankara, s. 35-50.
- Bhattarai, S., 2017. Characterization of diverse germplasm of sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) using agromorphological traits and AFLP molecular markers. Ms Thesis, University of Saskatchewan, Saskatoon, Canada.
- Biligetü, B., Jefferson, P.G., Lardner, H.A., Acharya, S.N., 2021. Evaluation of sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) for forage yield and persistence in sainfoin-alfalfa (*Medicago sativa*) mixtures and under different harvest frequencies. *Canadian Journal of Plant Science*, 101(4).
- Çağan, E., Kökten, K., 2024. Korunga genotiplerinin makro element içerikleri açısından incelenmesi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 10(1): 156-164.
- Çağan, E., Kökten, K., Koç, A., 2023. Determination of high yield and quality sainfoin genotypes (*Onobrychis viciifolia* Scop.) for the Bingöl province of Turkey. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 26(3): 619-628.
- Çetik Yeşilova, E. Başbağ, M., 2024. Determination of herbage quality characteristics in some *Trigonella* species in meadow-pasture and natural vegetation of the Southeastern Anatolia region. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 8(1): 15-24.
- Davazdahemami, S., Alizadeh, M., Zeinali, H., Jalali, S., 2020. Yield and nutritive value of sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) populations in different cuttings. *Iranian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 9(1): 1-9.
- Demiroğlu, G.T., Geren, H., Özkan, Ş.S., 2021. Farklı tohumluk miktarlarının korunga (*Onobrychis sativa* L.)'nın bazı verim ve kalite özellikleri üzerine etkileri. *MAS Journal of Applied Sciences*, 6(4): 968-976.
- Elmalı, D.A., Kaya, I., 2012. The effects of different harvesting time on nutrient content of sainfoin (*Onobrychis sativa* L.) and vetch (*Vicia sativa* L.). *Journal of Lalahan Livestock Research Institute*, 52(2): 39-45.
- Ensminger, M.E., Oldfield, J.E., Heinemann, W.W., 1990. Feeds & nutrition, second edition. The Ensminger Publishing Company, California, U.S.A.
- Genstat, 2009. Genstat for Windows (12th edition) Introduction. Vsn International, Hemel Hempstead.
- Grzegorzczak, S., Alberski, J., Olszewska, M., Grabowski, K., Bałuch-Małecka, A., 2017. Content of Calcium and Phosphorus and the Ca:P ratio in selected species of leguminous and herbaceous plants. *Journal of Elementology*, 22(2): 663-669.
- Kapp-Bitter, A.N., Dickhoefer, U., Kaptijn, G., Pedan, V., Perler, E., Kreuzer, M., Leiber, F., 2021. On-farm examination of sainfoin supplementation effects in dairy cows in a roughage-based feeding system: Indicators of protein utilization. *Livestock Science*, No: 248.
- Kidambi, S.P., Matches, A.G., Bolger, T.P., 1990. Mineral concentrations in alfalfa and sainfoin as influenced by soil moisture level. *Agronomy Journal*, 82: 229-236.
- Killen, M., 2008. Sainfoin an Alternative Forage. University of Wyoming, Powell Research and Extension Center, USA. (<https://agresearch.montana.edu/wtarc/producerinfo/agronomy-nutrient-management/Sainfoin/SainfoinProd.pdf>), (Erişim Tarihi: 05.09.2024).
- Morrison, J.A., 2003. Illinois Agronomy Handbook. Hay and Pasture, Chapter 6. Rockford Extension Center. (<http://extension.cropsciences.illinois.edu/handbook/pdfs/chapter06.pdf>), (Erişim Tarihi: 11.10.2018).

- Navasardyan, M.A., 2013. The quality indices of wild growing sainfoin species (*Onobrychis* Mill.) of armenia. *Annals of Agrarian Science*, 11(1): 1-6.
- Özköse, A., 2018. Effects of location x cultivars interaction on crude protein and mineral contents in sainfoin. *Journal of International Environmental Application & Science*, 13(1): 20-26.
- Kacar, B., 2005. Potasyumun bitkilerde işlevleri ve kalite üzerine etkileri. *Tarımda Potasyumun Yeri ve Önemi Çalıştayı*, 3-4 Ekim, Eskişehir, s.209.
- Karamian, R., Behjou, A.M., Ranjbar, M., 2012. Anatomical findings of *Onobrychis* sect. *Heliobrychis* (*Fabaceae*) in Iran and their taxonomic implications. *Turkish Journal of Botany*, 36: 27-37.
- Kovalenko, V.P., Tonkha, O., Fedorchuk, M., Butenko, A., Toryanik, V., Davydenko, G., Bordun, R., Kharchenko, S., Polyvanyi, A., 2024. The influence of elements of technology and soil-climatic factors on the agrobiological properties of *Onobrychis Viciifolia*. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, 25(5): 179-190.
- Kutlu, H.R., 2008. Yem Değerlendirme ve Analiz Yöntemleri Ders Notları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Adana.
- Lock, J.M., Simpson, K., 1991. Legumes of West Asia, a check-list. - Royal Bot. Gardens, Kew.
- Reid, R.L., Jung, G.A., 1974. Effects of Elements other than nitrogen on the nutritive value of forage. In: D.A Mays (Ed.) Forage Fertilization, ASA Pub. p. 395-435.
- Richardson, C., 2001. Relative Feeding Value (RFV), an Indicator of Hay Quality. OSO Extension Fact F2117. Toll Free Number: 1-866-457-2377, Agriculture Knowledge Centre, Canada.
- Sabah, E., Çelik, M.Y., 2001. İncehisar (Afyon) mermer artıklarının hayvan yemi katkı maddesi olarak kullanılabilirliğinin araştırılması. *Türkiye III. Mermer Sempozyumu*, Bildiriler Kitabı, 3-5 Mayıs, Afyon.
- Sepet, H., 2007. Türkiye’de Yetişen Bazı *Onobrychis* Miller (*Fabaceae*) Türleri Üzerinde Sitotaksonomik Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Seydoşoğlu, S., Çağan, E., Sevilmiş, U. 2019. Determination of botanical composition yield and pasture quality rating of infertile pastures in Kozluk district of Batman province of Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28 (4A):3388-3394
- Seydoşoğlu, S., Kökten, K., Saruhan, V., Sevilmiş, U. 2019. Status and health of some natural pastures in south east anatolia region of Turkey. *Range Managment and Agroforestry*, 40(2): 181-187
- Seydoşoğlu, S., Başbağ, M., 2024. Herbage quality of eight native hordeum ecotypes collected from natural grassland & pasture ecology of southeastern Anatolia. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 34(3): 462-474.
- Mabberley, D.J., 1997. The plant book. A portable dictionary of the vascular plants, 2nd ed. -Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Sayar, M.S., Han, Y., Basbag, M., 2022. Forage yield and forage quality traits of sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) genotypes and evaluations with biplot analysis. *Fresenius Environmental Bulletin*, 31(4): 4009-4017.
- 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): 1-13.
- Tekçe, E., Gül, M., 2014. Ruminantların beslenmesinde ADF ve NDF’nin önemi. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 9(1): 63-73.
- Tıknaçoğlu, B., 2009. Yem bitkileri tarımı ve silaj yapımı. Samsun İl Tarım Müdürlüğü Çiftçi Eğitimi ve Yayım Şubesi yayını, Samsun.

Ülger, İ., Kaplan, M., 2016. Yerel korunga (*Onobrychis sativa*) popülasyonlarında potansiyel besleme değeri, gaz ve metan üretimi yönünden farklılıklar. *Alinteri Ziraat Bilimler Dergisi*, 31: 42-47.

Van Soest, P.J., 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2nd Edition, Cornell University Press, Ithaca, 476.

Yakovlev, G.P., Sytin, A.K., Roskov, Y.R., 1996. Legumes of northern Eurasia, a check-list. -Royal Bot. Gardens, Kew.

Yan, W., Tinker, N.A., 2006. Biplot analysis of multienvironment trial data: Principles and applications. *Canadian Journal of Plant Science*, 86: 623-645.

Atf Şekli: Aydın, E., Başbağ, M., 2024. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Çayır-Mera ve Doğal Vejetasyonlarında Yer Alan Bazı *Onobrychis* Türlerinde Ot Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *MAS Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 9(Özel Sayı): 843–854.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.13923619>.

To Cite: Aydın, E., Başbağ, M., 2024. Determination of Forage Quality Characteristics in Some *Onobrychis* Species in Meadow-Pastures and Natural Vegetation in Southeastern Anatolia Region. *MAS Journal of Applied Sciences*, 9(Special Issue): 843–854.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.13923619>.

Square ZLindley Distribution: Statistical Properties, Simulation and Applications in Sciences

Nouara LAZRI ¹, Halim ZEGHDOUDI ^{2*}, Amine SAKRI ¹, Raman VINOTH ³

¹Higher School of Management Sciences Annaba, Algeria

²Badji Mokhtar-Annaba University, Laboratory of Probability and Statistics, Algeria

³Imam Abdulrahman Bin Faisal University Dammam, Saudi Arabia

*Corresponding author: halim.zeghdoudi@univ-annaba.dz

Received: 01.07.2024

Accepted: 15.08.2024

Abstract

An extension of the current ZLindley distribution, the new one-parameter Square ZLindley distribution (SZLD) is presented in this paper. It is possible to utilise the suggested model with both left-symmetric and left-skewed data sets. The shape of the SZLD will be discussed. Additionally included are quantile functions, moment generation functions, mean lifespan functions, Rényi entropy, order statistics, and survival and hazard functions. To effectively convey the usefulness of the suggested distribution, statistical features like moments, modes, quantile functions, and moment generator functions are produced. Using the maximum likelihood estimation method, parameters were computed. A comprehensive simulation analysis is conducted to assess these suggested estimators' performance using MLE for various parameter values two real-world datasets are used to illustrate the applicability and flexibility of the newly suggested distribution. Additional statistical inferences on the SZLD are supplied by data fitting, simulation studies, and graphing, utilising R and Maple tools.

Keywords: ZLindley distribution, moments, reliability analysis, simulation

1. Introduction

In many fields, including as actuarial science, management, engineering, physics, biology, hydrology, and computer science, the modelling and analysis of lifetime data is essential. Traditional probability distributions have been applied to a range of data sizes. When classical or traditional probability models are unable to adequately describe real-world data, significant issues occur. Consequently, it is imperative to enhance the flexibility of existing probability models by adding more parameters or combining two distributions. Various approaches to include components in the primary model have been recorded in academic research. Surveys conducted by Azzalini (1985), Bourguignon et al. (2014), Eugene et al. (2002) and Shawet al. (2009) are recommended for a comprehensive analysis of generalisation methods used on baseline distributions. These websites are excellent sources for additional research

and provide insightful analyses on the topic. The statistical literature has suggested a number of one-parameter models, such as the Lindley, exponential, Zeghdoudi, Shanker, XLindley, new XLindley, and Xgamma, to alter lifespan data. The purpose of this article is, firstly, to propose and study a new distribution with one parameter using the square transformation. It may be used in a wide variety of areas, including biology, engineering, astronomy, actuarial science, and medicine. On the other hand, the new distribution has an increased risk rate and a decreasing average residual life function. This new distribution may attract research attention. The new one-parameter polynomial exponential distribution (NPED) is a new statistical family that was recently introduced by Beghriche et al. (2022) and Saaidia et al. (2024). The probability density function (p.d.f) of this distribution defines.

$$f_{NPED}(t, \theta) = \frac{P(t, \theta)e^{-\theta t}}{\sum_{k=0}^n a_{k, \theta} \frac{k!}{\theta^{k+1}}} ; t, \theta > 0 \quad (1)$$

Where, $P(t, \theta) = \sum_{k=0}^n a_{k, \theta} t^k$, and $a_{k, \theta}$ depend on k and θ .

The ZLindley distribution (ZLD) is derived as a specific instance of equation (1), when $n = 1, a_{0, \theta} = 1 + 2\theta, a_{1, \theta} = \theta$ as follows

$$f(t) = \frac{\theta}{2(1 + \theta)} (1 + 2\theta + \theta t)e^{-\theta t}, \quad t, \theta > 0$$

The following are the main objectives of our study: The objective is to identify its qualities and provide a new enlargement of the Square ZLindley distribution. to use the maximum likelihood estimation technique to determine the parameters of the new distribution. Applying the suggested distribution to two real datasets.

2. Derivation of the Square ZLindley Model

The Square ZLindley distribution (SZLD) is obtained by applying a following transformation $Y = T^{\frac{1}{2}}$, where T follows the ZLindley distribution. The random variable Y is distributed according to the SZLD, which is symbolically represented as $Y \sim SZLD(\theta)$. The cumulative distribution function (CDF) of the SZLD is obtained in the following manner:

$$F(y) = 1 - \left(1 + \frac{\theta y^2}{2(1 + \theta)}\right) e^{-\theta y^2}, \quad (2)$$

The corresponding probability density function (PDF) is

$$f(y) = \frac{\theta y(1 + 2\theta + \theta y^2)}{(1 + \theta)} e^{-\theta y^2}. \quad (3)$$

2.1. Shape of SZLD

The limiting behavior of PDF at the upper limit is given in the following

$$\lim_{y \rightarrow 0} f(y) = 0.$$

The limiting pattern at the upper limit is

$$\lim_{y \rightarrow \infty} f(y) = 0.$$

Theorem 1. The limiting behavior of PDF at the lower limit is

Theorem 1. The density function of the SZLD is unimodal behavior start from zero where the mode is

$$Mode = 2^{-\frac{1}{2}} \left\{ \frac{-(4\theta - 1) + \sqrt{(9 + 8\theta + 16\theta^2)}}{2\theta} \right\}^{\frac{1}{2}}.$$

Proof. Firstly, we determine the first derivative of the PDF for Y of the SZLD as follows:

$$\frac{\partial f(y)}{\partial y} = \frac{\theta(-2\theta^2 y^4 - y^2(4\theta^2 - \theta) + (1 + 2\theta))e^{-\theta y^2}}{(1 + \theta)},$$

Then equating the previous equation to zero and solving if for y, we have the SZLD modes as follows: .

$$Mode = 2^{-\frac{1}{2}} \left\{ \frac{-(4\theta - 1) + \sqrt{(9 + 8\theta + 16\theta^2)}}{2\theta} \right\}^{\frac{1}{2}}, \text{ and } \frac{\partial^2 f(mode)}{\partial y^2} < 0.$$

Since, The PDF of the SZLD is unimodal behavior start from zero.

3. Statistical Properties

The main goal of this section is to derive various statistical properties of the proposed distribution. The moments and related measures, quantile function, mean residual

life function, actuarial measure, and order statistics are some examples of these characteristics.

3.1. Moments

The rth moments of SZLD are

$$\mu'_r = \int_0^{\infty} \frac{\theta y^{r+1}(1+2\theta+\theta y^2)}{(1+\theta)} e^{-\theta y^2} dy$$

$$\mu'_r = \frac{\theta^{-\frac{r}{2}}(r+4(1+\theta))\Gamma\left(1+\frac{r}{2}\right)}{4(1+\theta)}. \quad (4)$$

The first four moments about the origin are obtained by taking $r = 1, 2, 3$, and 4.

$$\mu'_1 = \frac{\theta^{-\frac{1}{2}}(5+4\theta)\Gamma\left(\frac{3}{2}\right)}{4(1+\theta)}. \quad (5)$$

$$\mu'_2 = \frac{\theta^{-1}(6+4\theta)\Gamma(2)}{4(1+\theta)}. \quad (6)$$

$$\mu'_3 = \frac{\theta^{-\frac{3}{2}}(7+4\theta)\Gamma\left(\frac{5}{2}\right)}{4(1+\theta)}. \quad (7)$$

$$\mu'_4 = \frac{\theta^{-2}(8+4\theta)\Gamma(3)}{4(1+\theta)}. \quad (8)$$

Additionally, by using moments around the origin, we can determine the i th central moments of Y as follows:

$$\mu_i = E(y - \mu)^i = \sum_{m=0}^{\infty} (-1)^m \binom{i}{m} \mu_1^m \mu'_{i-m}.$$

$$E(X) = \mu'_1 = \frac{\theta^{-\frac{1}{2}}(5+4\theta)\Gamma\left(\frac{3}{2}\right)}{4(1+\theta)}$$

and

$$VAR(X) = \mu'_2 - (\mu'_1)^2 = \frac{4(6+4\theta)(1+\theta) + (5+4\theta)^2\Gamma\left(\frac{3}{2}\right)^2}{16\theta(1+\theta)^2}$$

The formulas for calculating the coefficient of variance, coefficient of skewness, and kurtosis can be obtained using the following equations.

$$CV = \frac{SD(x)}{Mean(x)} = \frac{\sqrt{Var(X)}}{E(X)} = \frac{\sqrt{4(6+4\theta)(1+\theta) + (5+4\theta)^2\Gamma\left(\frac{3}{2}\right)^2}}{(5+4\theta)\Gamma\left(\frac{3}{2}\right)}$$

$$\gamma_1 = \frac{\mu'_3 - 3\mu'_2\mu'_1 + 2(\mu'_1)^3}{(\mu'_2 - (\mu'_1)^2)^{\frac{3}{2}}} = \frac{E(X^3)}{(Var(X))^{\frac{3}{2}}} = \frac{16(1 + \theta)^2(7 + 4\theta)\Gamma\left(\frac{5}{2}\right)}{\left(4(6 + 4\theta)(1 + \theta) + (5 + 4\theta)^2\Gamma\left(\frac{3}{2}\right)^2\right)^{\frac{3}{2}}}$$

and

$$\gamma_2 = \frac{\mu'_4 - 4\mu'_3\mu'_1 + 6\mu'_2(\mu'_1)^2 - 3(\mu'_1)^4}{(\mu'_2 - (\mu'_1)^2)^2} = \frac{E(X^4)}{(Var(X))^2} = \frac{128(8 + 4\theta)(1 + \theta)^3}{\left(4(6 + 4\theta)(1 + \theta) + (5 + 4\theta)^2\Gamma\left(\frac{3}{2}\right)^2\right)^2}$$

Table 1 provides certain numerical values of the mean, variance, coefficient of skewness, and coefficient of kurtosis for a few chosen parameter values.

Table 1. Some computational statistics of SZL distribution

θ	Mean	Var	CV	Skewness	Kurtosis
0.10	3.4394	26.375	1.4932	0.52194	0.54887
0.50	1.4622	4.8047	1.4991	0.53552	0.57757
1.0	0.99701	2.244	1.5025	0.54375	0.59576
2.0	0.67888	1.0442	1.5052	0.55058	0.61141

3.2. Quantile Function

As can be shown from Eq. (2), the quantile

function F is continuous and strictly increasing, and is thus defined as

$$\text{Quantile} = y_p = F_Y^{-1}(p) \quad (9)$$

Theorem 2. For $p = F_Y(y)$, using the Lambert W function the expression of the quantile function is obtainable, for any $\theta > 0$, the y_p of SZLD is:

$$y_p = \left\{ -\frac{2(1 + \theta)}{\theta} - \frac{1}{\theta} W_{-1}[(p - 1)2(1 + \theta)e^{-2(1 + \theta)}] \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (10)$$

where W_{-1} is the negative branch of the Lambert W function.

Proof: For any $\theta > 0$, suppose $0 < p < 1$

From cdf of SZLD, The equation $p = F_Y(y)$ will be solved for y .

$$1 - \left(1 + \frac{y^2\theta}{2(1 + \theta)} \right) e^{-\theta y^2} = p$$

$$[2(1 + \theta) + y^2\theta]e^{-\theta y^2} = 2(1 - p)(1 + \theta) \quad (11)$$

Multiply both sides of Eq. (11) by $e^{-2(1 + \theta)}$ we get

$$[2(1 + \theta) + y^2\theta]e^{-\theta y^2} e^{-2(1+\theta)} = 2(1 - p)(1 + \theta)e^{-2(1+\theta)}$$

$$-[2(1 + \theta) + y^2\theta]e^{-[2(1+\theta)+\theta y^2]} = 2(p - 1)(1 + \theta)e^{-2(1+\theta)}$$

Applying the Lambert W function on both sides we get

$$W[-[2(1 + \theta) + y^2\theta]e^{-[2(1+\theta)+\theta y^2]}] = W[2(p - 1)(1 + \theta)e^{-2(1+\theta)}] \tag{12}$$

As we know that $W[ze^z] = z$, then Eq. (10) becomes

$$-[2(1 + \theta) + \theta y^2] = W[2(p - 1)(1 + \theta)e^{-2(1+\theta)}]$$

For $\theta > 0$ and $y > 0$, $2(1 + \theta) + y^2\theta > 0$ and it is also checked $2(p - 1)(1 + \theta)e^{-2(1+\theta)} \in \left(\frac{1}{e}, 0\right)$ since $0 < p < 1$

3. Thus, by using the properties of the negative branch W_{-1} of the Lambert W function. Hence

$$-[2(1 + \theta) + \theta y^2] = W_{-1}[2(p - 1)(1 + \theta)e^{-2(1+\theta)}]$$

$$y_p = \left\{ -\frac{2(1 + \theta)}{\theta} - \frac{1}{\theta} W_{-1}[2(p - 1)(1 + \theta)e^{-2(1+\theta)}] \right\}^{\frac{1}{2}}.$$

Table 2 shows some quantiles of the SZLD, which have been calculated from the closed form expression for $F_Y^{-1}(p)$

p	$\theta = 0.01$	$\theta = 0.1$	$\theta = 1.5$	$\theta = 3$
0.01	1. 4074	0.42851	$9. 1502 \times 10^{-2}$	$6. 1873 \times 10^{-2}$
0.05	3. 1506	0.96157	0.20658	0.13975
0.1	4. 4675	1. 3671	0.29583	0.20024
0.25	7. 1738	2. 2092	0.48756	0.33058
0.4	9. 3191	2. 8834	0.64776	0.44005
0.5	10. 681	3. 3136	0.75285	0.51218
0.6	12. 084	3. 7578	0.86337	0.58831
0.75	14. 487	4. 5201	1. 0568	0.72226
0.9	18. 067	5. 6574	1. 3514	0.92778

3.3. Moment Generating Function

The moment-generating function is derived as follows

$$M_Y(t) = E(e^{ty}) = \int_0^\infty e^{ty} f(y) dy$$

$$M_Y(t) = \int_0^{\infty} e^{ty} \frac{\theta y(1 + 2\theta + \theta y^2)}{(1 + \theta)} e^{-\theta y^2} dy \quad (13)$$

We know that $e^{ty} = \sum_{r=0}^{\infty} \frac{(ty)^r}{r!}$

Eq. (13) will be

$$M_Y(t) = \sum_{r=0}^{\infty} \frac{t^r}{r!} \left(\frac{\theta^{-\frac{r}{2}} (r + 4(1 + \theta)) \Gamma\left(1 + \frac{r}{2}\right)}{4(1 + \theta)} \right). \quad (14)$$

3.4. Rényi Entropy

Rényi entropy can be derived as

$$H_R(H) = \frac{1}{1-H} \ln \left[\int_{-\infty}^{\infty} (f(y))^{\eta} dy \right], \eta > 0, \eta \neq 1 \quad (15)$$

When $Y \sim \text{SZLD}$, then

$$\int_0^{\infty} (f(y))^{\eta} dy = \int_0^{\infty} \left[\frac{\theta y(1 + 2\theta + \theta y^2)}{(1 + \theta)} e^{-\theta y^2} \right]^{\eta} dy$$

$$\int_0^{\infty} (f(y))^{\eta} dy = \frac{\theta^{\eta} (1 + 2\theta)^{\eta}}{(1 + \theta)^{\eta}} \int_0^{\infty} \left(1 + \frac{\theta y^2}{1 + 2\theta} \right)^{\eta} y^{\eta} e^{-\theta \eta y^2} dy$$

Using the following binomial expansion

$$(1 + z)^n = \sum_{i=1}^{\infty} \binom{n}{i} z^i$$

$$\left(1 + \frac{\theta y^2}{1 + 2\theta} \right)^{\eta} = \sum_{i=1}^{\infty} \binom{\eta}{i} \left(\frac{\theta y^2}{1 + 2\theta} \right)^i = \sum_{i=1}^{\infty} \binom{\eta}{i} \frac{\theta^i}{(1 + 2\theta)^i} y^{2i}$$

$$\int_0^{\infty} (f(y))^{\eta} dy = \frac{\theta^{\eta} (1 + 2\theta)^{\eta}}{(1 + \theta)^{\eta}} \sum_{i=1}^{\infty} \binom{\eta}{i} \frac{\theta^i}{(1 + 2\theta)^i} \int_0^{\infty} y^{2i+\eta} e^{-\theta \eta y^2} dy$$

Substitute $\theta \eta y^2 = t$

if $y \rightarrow 0$ then $t \rightarrow 0$ and $y \rightarrow \infty$ then $t \rightarrow \infty$

$$y^2 = \frac{t}{\theta \eta} \quad \text{and} \quad y = \left(\frac{t}{\theta \eta} \right)^{\frac{1}{2}} \quad \text{and also} \quad 2\theta \eta y dy = dt$$

$$dy = \frac{dt}{2\theta \eta y} = \frac{dt}{2\theta \eta \left(\frac{t}{\theta \eta} \right)^{\frac{1}{2}}}$$

$$\int_0^\infty (f(y))^n dy = \frac{\theta^\eta (1 + 2\theta)^\eta}{(1 + \theta)^\eta} \sum_{i=1}^\infty \binom{\eta}{i} \frac{\theta^i}{(1 + 2\theta)^i} \frac{1}{2(\theta\eta)^{\frac{2i+\eta-1}{2}}} \int_0^\infty t^{\left(\frac{2i+\eta-1}{2}\right)} e^{-t} dt$$

$$\int_0^\infty (f(y))^n dy = \frac{\theta^\eta (1 + 2\theta)^\eta}{2(1 + \theta)^\eta} \sum_{i=1}^\infty \binom{\eta}{i} \frac{\theta^i}{(1 + 2\theta)^i} \frac{1}{(\theta\eta)^{\frac{\eta+1}{2}+i}} \Gamma\left(\frac{2i + \eta + 1}{2}\right)$$

Hence Eq. (15) becomes

$$H_R(H) = \frac{1}{1-H} \ln \left\{ \frac{\theta^\eta (1 + 2\theta)^\eta}{2(1 + \theta)^\eta} \sum_{i=1}^\infty \binom{\eta}{i} \frac{\theta^i}{(1 + 2\theta)^i} \frac{1}{(\theta\eta)^{\frac{\eta+1}{2}+i}} \Gamma\left(\frac{\eta + 1}{2} + i\right) \right\} \quad (16)$$

3.6. Survival and Hazard function

The survival function of SZLD is

$$S(y) = \left(1 + \frac{\theta y^2}{2(1 + \theta)} \right) e^{-\theta y^2}, \quad (17)$$

The hazard function is obtained as

$$h(y) = \frac{2\theta y(1 + 2\theta + \theta y^2)}{2 + 2\theta + \theta y^2}. \quad (18)$$

3.7. Mean Residual Life Function

$$m(t) = \frac{1}{S(t)} \int_t^\infty yf(y) dy - t \quad (19)$$

Consider an integral part

$$\begin{aligned} \int_t^\infty yf(y) dy &= \int_t^\infty \frac{\theta y^2(1 + 2\theta + \theta y^2)}{(1 + \theta)} e^{-\theta y^2} dy \\ \int_t^\infty yf(y) dy &= \frac{\theta}{(1 + \theta)} \left[(1 + 2\theta) \int_t^\infty y^2 e^{-\theta y^2} dy + \theta \int_t^\infty y^4 e^{-\theta y^2} dy \right] \\ \int_t^\infty yf(y) dy &= \frac{\theta}{(1 + \theta)} \left[\frac{(1 + 2\theta)}{2\theta^{\frac{3}{2}}} \Gamma\left(\frac{3}{2}, t^2\theta\right) + \frac{1}{2\theta^{\frac{5}{2}}} \Gamma\left(\frac{5}{2}, t^2\theta\right) \right] \quad (20) \end{aligned}$$

Incorporating Eq. (20) into Eq. (19), we get the following expression

$$m(t) = \frac{1}{S(t)} \left\{ \frac{1}{2(1 + \theta)\theta^{\frac{1}{2}}} \left[(1 + 2\theta)\Gamma\left(\frac{3}{2}, t^2\theta\right) + \Gamma\left(\frac{5}{2}, t^2\theta\right) \right] \right\} - t. \quad (21)$$

3.8. Order Statistics

The random variables $Y_{(i)}$, $Y_{(n)}$, and $Y_{(m)}$,

represents order statistics of high, minimum, and maximum ranks. Below are PDFs for i th order statistics.

$$f_{(i,n)} = \frac{n!}{(i-1)!(n-i)!} g(y)[G(y)]^{i-1}[1-G(y)]^{n-i}$$

Using pdf and cdf of SZLD, the pdf of $Y_{i,n}$ is given defined below:

$$f_{(i,n)} = \frac{n!}{(i-1)!(n-i)!} \left[1 - \left(1 + \frac{\theta y^2}{2(1+\theta)} \right) e^{-\theta y^2} \right]^{i-1} \left[\left(1 + \frac{\theta y^2}{2(1+\theta)} \right) e^{-\theta y^2} \right]^{n-i} \frac{\theta y(1+2\theta+\theta y^2)}{(1+\theta)} e^{-\theta y^2} \quad (22)$$

The pdf of the smallest order statistic is

$$f_{(1,n)} = \frac{n\theta}{(1+\theta)} y(1+2\theta+\theta y^2) e^{-\theta y^2} \left[\left(1 + \frac{\theta y^2}{2(1+\theta)} \right) e^{-\theta y^2} \right]^{n-1} \quad (23)$$

The pdf of the largest order statistic is

$$f_{(n,n)} = \frac{n\theta}{(1+\theta)} y(1+2\theta+\theta y^2) e^{-\theta y^2} \left[1 - \left(1 + \frac{\theta y^2}{2(1+\theta)} \right) e^{-\theta y^2} \right]^{n-1} \quad (24)$$

4. Parameter Estimation and Simulation Study

In this section, the maximum likelihood (ML) estimate approach is used to determine the SZLD parameters. The mathematical formulas for the procedure are derived. Additionally, an analysis using a Monte Carlo simulation is performed for

a range of sample sizes ($n = 20, 50, 100, 150,$ and 500) and parameter combinations.

4.1. ML Estimation

Consider $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$ be a random sample of size n from SZLD. Then the likelihood function is subsequently obtained as follows

$$\prod_{i=1}^n f(y) = \prod_{i=1}^n \left[\frac{\theta y_i(1+2\theta+\theta y_i^2)}{(1+\theta)} e^{-\theta y_i^2} \right] \quad (25)$$

The log-likelihood function is

$$l(L) = n \log(\theta) - n \log((1+\theta)) + \sum_{i=1}^n \log(y_i) + \sum_{i=1}^n \log(1+2\theta+\theta y_i^2) - \theta \sum_{i=1}^n y_i^2 \quad (26)$$

Now differentiate Eq. (26) with respect to parameter, respectively.

$$\frac{\partial l(L)}{\partial \theta} = \frac{n}{\theta(1+\theta)} + \sum_{i=1}^n \frac{2+y_i^2}{(1+2\theta+\theta y_i^2)} - \sum_{i=1}^n y_i^2 \quad (27)$$

Equation (27) been solved simultaneously in order to yield the ML estimations of the

parameter, which equate to zero. However, the solutions to these equations have no

closed form. Therefore, numerical methods are applied.

4.2. Simulation Study

The performance of the SZLD distribution is assessed using the N=5000 repetitions of the Monte Carlo simulation research. MSE, coverage probability (CP) of 95%, and absolute bias are used to elaborate on MLE performance. Different sets of actual parameter values are applied.

For the simulation, sample sizes of n=15, 30, 80, 150, and 300 will be taken into account. The results of the simulation investigation are given in Table 3 below. The estimated values of parameters with absolute bias and MSE are obtained using simulated data. The findings indicate that bias and MSE are decreased with larger sample sizes.

Table 3. Simulation using MLEs for different values of θ .

Para.	n	Estimates	MSE	biais
		$\hat{\theta}$	$\hat{\theta}$	$\hat{\theta}$
$\theta = 0.10$	15	0.1119	$1.4154 \cdot 10^{-4}$	$1.1897 \cdot 10^{-2}$
	30	0.1000	$8.0866 \cdot 10^{-5}$	$8.9925 \cdot 10^{-3}$
	80	0.1021	$4.5238 \cdot 10^{-6}$	$2.100 \cdot 10^{-3}$
	150	0.1009	$8.4092 \cdot 10^{-7}$	$9.1701 \cdot 10^{-4}$
	300	0.1005	$3.2694 \cdot 10^{-7}$	$5.7179 \cdot 10^{-4}$
$\theta = 0.75$	15	0.7702	$4.1032 \cdot 10^{-4}$	$2.0256 \cdot 10^{-2}$
	30	0.7652	$2.3302 \cdot 10^{-4}$	$1.5265 \cdot 10^{-2}$
	80	0.7543	$1.9042 \cdot 10^{-5}$	$4.3637 \cdot 10^{-3}$
	150	0.7541	$1.7336 \cdot 10^{-5}$	$4.1636 \cdot 10^{-3}$
	300	0.7511	$1.3448 \cdot 10^{-6}$	$1.1596 \cdot 10^{-3}$
$\theta = 2$	15	2.2131	$4.5423 \cdot 10^{-2}$	0.2131
	30	2.1051	$1.1062 \cdot 10^{-2}$	0.1051
	80	2.0401	$1.6146 \cdot 10^{-3}$	$4.0182 \cdot 10^{-2}$
	150	2.0230	$5.3003 \cdot 10^{-4}$	$2.3022 \cdot 10^{-2}$
	300	2.0064	$4.1260 \cdot 10^{-5}$	$6.4234 \cdot 10^{-3}$

5. Application of SZLD Distribution

In this section, we compare the SZLD to the baseline ZL distribution and some other renowned probability models available in the literature. We compare the fits with the following probability models; Zlindley (Saaidia et al.2024), two-parameter L1 (Shanker et al.2013), two-parameter L2 (Shanker et al.2013), quasi lindley(Shanker

et al.2013) , new quasi lindley (Shanker et al.2013), gamma Lindley(Nadjar et al.2016), power Xlindley (B. Meriem et al.2022), XLindely (S. Chouia et al.2021), new Xlindley(N. Khodja et al.2023), Lindley (Lindley, D. V.1958) and Xgamma (S. Sen et al.2016) distributions. The model selection is carried out using the following statistics:

$$AIC = -2L + 2p, \quad BIC = -2L + p \log(n), \quad CAIC = -2L + \frac{2pn}{n - p - 1}$$

5.1. Data Set I:

For DDT in Kale data

A numerical vector including 15 measurements of the pesticide DDT in kale, measured using diverse pesticide residue

measuring methods and expressed in ppm (parts per million). The observations are: 2.79, 2.93, 3.22, 3.78, 3.22, 3.38, 3.18, 3.33, 3.34, 3.06, 3.07, 3.56, 3.08, 4.64, 3.34 (see Finsterwalder (1976)).

Table 4. The ML estimates, -2 log-likelihood, AIC, BIC, and CAIC for Data Set I

Model	density	$\hat{\theta}$	$\hat{\gamma}$	AIC	BIC	-2L	CAIC
two-paramete r L1	$\frac{\theta^2 (\gamma + x) e^{-\theta x}}{\gamma \theta + 1}$	0.622391	0.000855 2	58.7414 8	60.1575 8	54.7414 8	59.7414 8
gamma Lindley	$\frac{\theta^2 ((\gamma + \gamma \theta - \theta) x + 1) e^{-\theta x}}{\gamma (\theta + 1)}$	0.598546	20.45021	58.9675 7	60.3836 7	54.9675 7	59.9675 7
quasi Lindley	$\frac{\theta (\gamma + x \theta) e^{-\theta x}}{\gamma + 1}$	0.89774	0.000693 9	67.4954 4	68.9115 5	63.4954 4	68.4954 4
new quasi Lindley	$\frac{\theta^2 (\theta + \gamma x) e^{-\theta x}}{\gamma + \theta^2}$	0.593307	24.60633	58.9076 1	60.3237 1	54.9076 1	59.9076 1
two paramete r L2	$\frac{\theta^2 (1 + \gamma x) e^{-\theta x}}{\gamma + \theta}$	0.595902	23.3598	59.0653 2	60.4814 2	55.0653 2	60.0653 2
Power XLindley	$\frac{\alpha \theta^2 (2 + \theta + x^\alpha) x^{\alpha-1} e^{-\theta x^\alpha}}{(\theta + 1)^2}$	1.44965	0.381104	106.811 8	108.227 9	102.811 8	107.811 8
ZLindley	$\frac{\theta (1 + 2\theta + \theta x) e^{-\theta x}}{2(\theta + 1)}$	0.419023 7	/	66.0677 5	66.7758	64.0677 5	66.3754 4
Square ZLindley	$\frac{\theta x (1 + 2\theta + \theta x^2) e^{-\theta x^2}}{(\theta + 1)}$	0.134680 2	/	45. 115	45. 823	43. 115	45. 423

5.2. Data Set II:

The second data set is illustrated below and is utilized by 14. The figures collected indicate the breaking stress of carbon fibers 50mm in length (GPa). The observations are: 0.39, 0.85, 1.08, 1.25, 1.47, 1.57, 1.61, 1.61, 1.69, 1.80, 1.84, 1.87, 1.89, 2.03, 2.03, 2.05, 2.12, 2.35, 2.41, 2.43, 2.48, 2.50, 2.53,

2.55, 2.55, 2.56, 2.59, 2.67, 2.73, 2.74, 2.79, 2.81, 2.82, 2.85, 2.87, 2.88, 2.93, 2.95, 2.96, 2.97, 3.09, 3.11, 3.11, 3.15, 3.15, 3.19, 3.22, 3.22, 3.27, 3.28, 3.31, 3.31, 3.33, 3.39, 3.39, 3.56, 3.60, 3.65, 3.68, 3.70, 3.75, 4.20, 4.38, 4.42, 4.70, 4.90 (See Staudte and Sheather (1990)).

Table 5. The ML estimates, -2 log-likelihood, AIC, BIC, and CAIC for Data Set II.

Model	density	θ	γ	AIC	BIC	-2L	CAIC
two-parameter L1	$\frac{\theta^2 (\gamma + x) e^{-\theta x}}{\gamma \theta + 1}$	0.73366	0.0005	228.0497	232.429	224.0497	228.2402
gamma Lindley	$\frac{\theta^2 ((\gamma + \gamma \theta - \theta)x + 1) e^{-\theta x}}{\gamma (\theta + 1)}$	0.7201	54.8936	228.413	232.792	224.413	228.604
quasi Lindley	$\frac{\theta (\gamma + x \theta) e^{-\theta x}}{\gamma + 1}$	1.0899	0.000302	241.962	246.341	237.962	242.153
new quasi Lindley	$\frac{\theta^2 (\theta + \gamma x) e^{-\theta x}}{\gamma + \theta^2}$	0.7217	54.88575	228.505	232.884	224.505	228.695
two parameter L2	$\frac{\theta^2 (1 + \gamma x) e^{-\theta x}}{\gamma + \theta}$	0.7226	71.85723	228.534	232.914	224.534	228.725
Power XLindley	$\frac{\alpha \theta^2 (2 + \theta + x^\alpha) x^{\alpha-1} e^{-\theta x^\alpha}}{(\theta + 1)^2}$	1.5686	0.39675	423.317	427.697	419.317	423.508
ZLindley	$\frac{\theta (1 + 2\theta + \theta x) e^{-\theta x}}{2(\theta + 1)}$	0.4948	/	261.059	263.248	259.059	261.121
Zeghdoudi	$\frac{\theta^3 x (1 + x) e^{-\theta x}}{2 + \theta}$	0.9688	/	215.452	217.641	213.452	215.514
XLindley	$\frac{\theta^2 (2 + \theta + x) e^{-\theta x}}{(1 + \theta)^2}$	0.5149	/	256.929	259.118	254.929	256.991
Exponential	$\theta e^{-\theta x}$	0.3624	/	267.988	270.178	265.988	268.051
New-XLindley	$\frac{\theta (1 + \theta x) e^{-\theta x}}{2}$	0.5787	/	253.322	255.512	251.322	253.385
Lindley	$\frac{\theta^2 (1 + x) e^{-\theta x}}{(1 + \theta)}$	0.5902	/	246.768	248.957	244.768	246.831
Xgamma	$\frac{\theta^2 \left(1 + \frac{\theta}{2} x^2\right) e^{-\theta x}}{1 + \theta}$	0.8211	/	249.439	251.628	247.439	249.5014
Square ZLindley	$\frac{\theta x (1 + 2\theta + \theta x^2) e^{-\theta x^2}}{(\theta + 1)}$	0.1742	/	191.421	192.132	189.421	191.732

6. Conclusion

A novel one-parameter distribution that is proposed and studied is called the "Square ZLindley distribution." Among the mathematically derived properties of SZLD are moments and related metrics. In addition, reliability parameters, hazard function, and mean residual life are obtained. The estimation of the SZLD parameters is done using the well-known likelihood technique. The generated MLEs are assessed using an extensive simulation study. Towards the end of this paper, the applicability of the new model is demonstrated using two real datasets. Out of a few popular distributions, the SZLD provides the best match. Potential directions for future research include examining maximum likelihood functions under various censoring schemes to increase the adaptability of the Square ZLindley hybrid model. The Square ZLindley hybrid distribution's parameter estimation could also be improved by investigating Bayesian estimation methods that include appropriate priors and risk functions.

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

Azzalini, A., 1985. A class of distributions which includes the normal ones. *Scandinavian Journal of Statistics*, 12(2): 171–178.

Al-aqtash, R., Lee, C., Famoye, F., 2014. Gumbel-Weibull Distribution: Properties and Applications. *Journal of Modern Applied Statistical Methods*, 13(2): 201–225.

Aarset, M.V., 1987. How to identify a bathtub hazard rate. *IEEE Transactions on Reliability*, 36(1): 106–108.

Benatmane, C., Zeghdoudi, H., Ezzebsa, A., Bouchahed, L., 2021. Note on quasi lindley distribution: Some remarks and corrections. *Asian Journal of Probability and Statistics*, 15(4): 324–329.

Beghriche, A., Zeghdoudi, H., Raman, V., Chouia, S., 2022. New polynomial exponential distribution: properties and applications. *Statistics in Transition New Series*, 23(3): 95–112.

Bourguignon, M., Silva, R.B., Cordeiro, G.M., 2014. The Weibull- G Family of Probability Distributions. *Journal of Data Science*, 12(1): 53–68.

Chouia, S., Zeghdoudi, H., 2021. The XLindley Distribution: Properties and Application. *Journal of Statistical Theory and Applications*, 20(2): 318.

Ghitany, M.E., Al-mutairi, D.K., Balakrishnan, N., Al-enezi, L.J. 2013. Power Lindley distribution and associated inference. *Computational Statistics & Data Analysis*, 64: 20–33.

Eugene, N., Lee, C., Famoye, F., 2002. Beta-normal distribution and its applications. *Communications in Statistics*, 31(4): 497–512.

Finsterwalder, C.E. 1976. Collaborative study of an extension of the Mills et al method for the determination of pesticide residues in food. *Journal of Analytical Chemistry*, 59: 169–171.

Lindley, D.V., 1958. Fiducial distributions and bayes' theorem. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*: 102–107.

Shanker, R., Amanuel, A.G., 2013. A new quasilindley distribution. *International Journal of Statistics and systems*, 8(2): 143–156.

Messaadia, H., Zeghdoudi, H., 2018. Zeghdoudi distribution and its applications. *International Journal of Computing Science and Mathematics*, 9(1): 58–65.

- Meriem, B., Gemeay, A.M., Almetwally, E.M., Halim, Z., Alshwarbeh, E., Abdulrahman, El-Nedjar, S. Zeghdoudi, H. 2016. On gamma lindley distribution: Properties and simulations. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 298:167–174.
- Raouf, A. Hussam, E., 2022. The Power XLindley Distribution: Statistical Inference, Fuzzy Reliability, and Covid-19 Application. *Journal of Function Spaces*, 1–21
- Murthy, D.N.P., Xie, M., Jiang, R., 2004. Weibull Models.
- Shaw, W.T., Buckley, I.R.C., 2009. The alchemy of probability distributions: beyond Gram-Charlier expansions, and a skew-kurtotic-normal distribution from a rank transmutation map. RePEc:arx:papers:0901.0434: 1–8.
- Shanker, R., Sharma, S., Shanker, R. 2013. A two-parameter lindley distribution for modeling waiting and survival times data. *Applied Mathematics*, 4(2).
- Sen, S., Maiti, S.S., Chandra, N. 2016. The xgamma distribution: Statistical properties and application, *Journal of Modern Applied Statistical Methods*, 15(1): 774–788.
- Saaidia, N., Belhamra, T., Zeghdoudi, H., 2024. On ZLindley distribution: statistical properties and applications. *Studies in Engineering and Exact Sciences*, 5(1): 3078–3097.
- Staudte, R.G., Sheather, S.J. 1990. Robust Estimation and Testing. Wiley.
- Shanker, R., 2015. Shanker distribution and its applications. *International Journal of Statistics and Applications*, 5(6): 338–348.
- Shanker, R. Mishra, A. 2013. A two-parameter lindley distribution. *Statistics in Transition new series*, 14(1): 45–56.

To Cite: Lazri, N., Zeghdoudi, H., Sakri, A., Vinoth, R., 2024. Square ZLindley Distribution: Statistical Properties, Simulation and Applications in Sciences. *MAS Journal of Applied Sciences*, 9(Special Issue): 855–868.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.13926087>.

The Effect of Different Planting Densities on Yield, Yield Components and Some Quality Characteristics of Virginia (Sun-Cured) Tobacco in Manisa Province

Rıza Can PADIR ¹, Sıdıka EKREN ^{1*}

¹ Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, İzmir

*Corresponding author: sidika.ekren@ege.edu.tr

Received: 02.07.2023

Accepted: 18.08.2024

Abstract

This study was conducted in 2023 under Manisa / Karayenice ecological conditions. The aim of the study was to determine the yield and yield components and some chemical properties of sun-cured virginia tobacco variety with different planting densities. Three different planting densities (40x70 cm, 50x70 cm and 60x70 cm) were applied in the study which was carried out with 3 replications according to randomized blocks experimental design. Plant height (cm), number of leaves (per plant⁻¹), leaf width (cm), leaf length (cm), yield (kg ha⁻¹), total alkaloid (nicotine) (%) and total reducing sugar (%) were analyzed. As a result of the results obtained from the experiment; plant height 184-190 cm; yield 409-434 kg da⁻¹; total alkaloid (nicotine) content 1.738-2.360%; total reducing sugar content 1.94-3.92%. It was concluded that it is suitable for sun-cured virginia tobacco cultivation in the region; when yield and yield components are considered, 50x70 cm planting density and when chemical properties are prioritized, 60x70 cm planting density can be recommended.

Keywords: Virginia tobacco, sun-cured, planting density, yield

1. Introduction

Tobacco, which has an important place in the agriculture and economy of our country, provides a wide range of employment opportunities from production to sale. However, tobacco farmers give up tobacco cultivation due to some reasons such as changes in legal regulations and the difficulty of cultivation. Tobacco sector and scientists have researched and tried to find solutions for this decrease in tobacco production in our country with tobacco types that can be substituted. Approximately 85% of the world tobacco production is composed of Virginia, burley and oriental tobacco types (Anonymous, 2022). Turkey is a country that has made a reputation and created a brand with oriental tobaccos in world tobacco production. Their small leaves are used to add aroma to cigarette blends with their unique color and smell (Şahin and Ekren; 2021). Due to the difficulties in agricultural production and the high average age of producers, inadequacies in price policies and legal regulations, there has been a significant decrease in tobacco production in our country in the last 20 years. Changes in the number of tobacco producers and the amount of production in Turkey are indicated by regions and tobacco types. When the years 2003 and 2023 are compared in terms of the number of producers, a decrease of 87.6% and 38.2% is observed in terms of the amount of production (Anonymous, 2023).

In the Aegean Region, the private sector started to grow Aegean tobacco in Hatay and Adıyaman provinces due to the fact that tobacco producers quit tobacco production over the years. After a while, Virginia tobacco production started in these provinces. The aim here is to compensate for the decline in production in the Aegean Region. Although, there are differences in terms of quality, a product that can be used in cigarette blends is obtained. However, when the amount of product to be obtained from unit area is compared in terms of virginia and oriental tobacco, it is seen that

the yield value of virginia tobacco is higher. Another compensation for this decrease in production is provided through imports.

In recent years, the gap between tobacco import and export amounts has widened. While Turkey used to be a tobacco exporting country, it has become an importing country (Ekren et al., 2021). The information and data given above indicate that the rate of oriental tobacco use in cigarettes has decreased. There are cigarette companies that have invested in our country and have been operating for many years. These companies use imported tobacco as raw material in cigarettes rather than tobacco produced in Turkey. In Article 12 of the Official Gazette No. 31294 dated November 4, 2020, a paragraph was added to Article 6 of the Law No. 4733 (Anonymous, 2020). With this added paragraph, the private sector accelerated Virginia tobacco production. Due to the high drying costs of these tobaccos, they started to grow sun-cured Virginia (SCV) tobacco by drying in the sun instead of flue-cured Virginia (FCV) tobacco in Hatay, Adıyaman and then in the Aegean Region. The first Virginia tobacco production activities in Turkey started in 1938. However, the desired success was not fully achieved in the first stage (Küçüközden, 1995). Despite the economic policies implemented after this date, production continued intermittently. Later, with the amendment made to the Tobacco and Tobacco Monopoly Law No. 1177, domestic and foreign capital was granted the right to establish cigarette factories in the country. On the one hand, multinational companies started to establish cigarette factories in the country, and on the other hand, they tried to grow Virginia and burley tobaccos needed for the cigarettes they would produce in our country; they started the production of these tobaccos in Adapazarı, Düzce and its surroundings, Manyas and Gönen (Usturalı, 1995; Ekren, 2000; Çamaş et al., 2014). Due to the high drying costs of Virginia tobacco, it did not bring the desired success in production.

Since the unit price spent on production was higher than imports, they again resorted to importing Virginia tobacco. In the light of this information, it is thought that sun-cured Virginia tobacco production will continue in our country today and in the coming years. This situation has made it a necessity for us to be successful in the field of Virginia tobacco production and to ensure the continuity of this situation.

This study was carried out to determine the effects of different planting densities on yield and yield components and some chemical properties of Virginia (Sun-cured) tobacco under Manisa / Karayenice ecological conditions. It is our greatest hope that the obtained findings and evaluations will guide the practitioners.

2. Materials and Methods

The research was conducted in Karayenice village of Manisa province during the tobacco production period of 2023. K326 Virginia tobacco variety was used as plant material in the experiment. It

was determined that the soil of the land where the experiment was conducted was sandy clay loam, organic matter content was at medium levels, lime content was at medium levels, pH level was slightly alkaline, the amount of available Fe, K and N was sufficient, and the amount of available P was at medium levels. When the climatic data of the year in which the study was conducted were compared with the long years, it was observed that the temperature values were the same. The highest average temperature of 28.9 °C was recorded in July and August. If a comparison is made in terms of total precipitation amount, the average precipitation amount for the year 2023 was approximately half of the average precipitation amount for many years. Based on the available data, almost no precipitation fell in Manisa in July and August (Figure 1). Lack of rainfall in the region is not a desirable situation for Virginia (Sun-cured) tobacco.

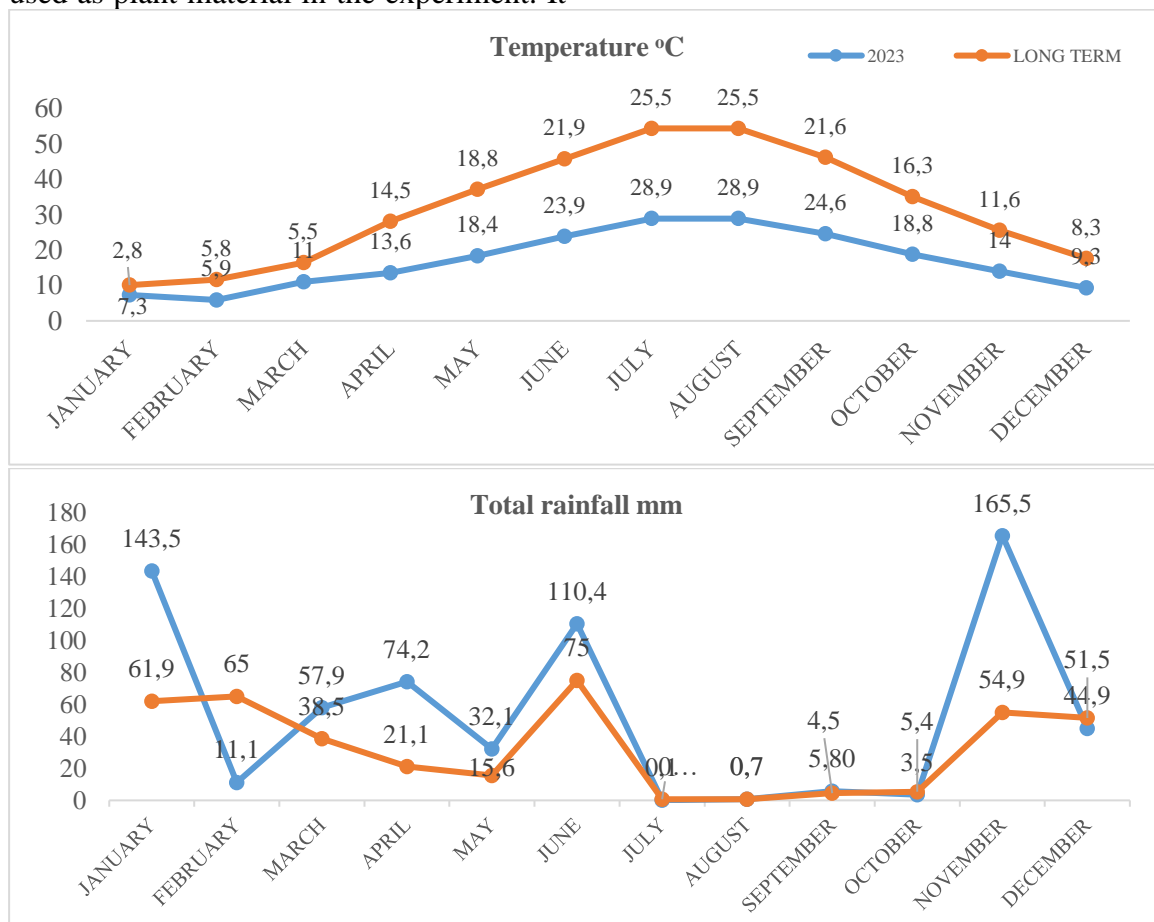


Figure 1. Climate data of Manisa province where the research was conducted (2023 and long years) (Anonymous, 2023b)

Since the tobacco seeds were very small, they were sown on March 1 to obtain seedlings. The experimental land was deep plowed with a plow in the fall and tillage was done with a disc harrow and cultivator in the spring. On April 18, 2023, 15-15-15 compound fertilizer was applied at 50 kg/ha. The healthy seedlings obtained were planted in the field on May 18, 2023 and life water was given after planting. Three different planting densities were applied to tobacco seedlings: 40x70 cm, 50x70 cm and 60x70 cm. The research was carried out in a total area of 1500 m² with 3 replications according to the randomized blocks experimental design. After planting, hoeing was done 2 times (June 8th and 22th, 2023) and drip irrigation was done seven times (June 2th, July 3th, July 8th, July 13th, July 18th, July 20th, August 3th, 2023). Tobacco was not subjected to top-cutting. Harvesting was done in five hands on July 29th, August 7th, August 31th, September 20th and October 21th, 2023. The crushed tobacco leaves were arranged in the machine and kept in the shade for one day and dried by sun curing method. Plant height (cm), leaf width (cm), leaf length (cm), number of leaves (per/plant), yield(kg/ha⁻¹) (Anonymous, 2006), total alkaloid nicotine (%) (Anonymous, 1969) (Lindsay, 1973) and total reducing sugar (%) (Sekin, 1979) were analyzed. The statistical analysis of

the data obtained was subjected to analysis of variance with the help of Totem Stat statistical program (Açıkgöz et al., 2004).

3. Research Results and Discussion

3.1.Plant height

The effect of different planting densities on plant height is shown in Figure 2. Plant height varied between 184-190 cm and the highest plant height was obtained with a row spacing of 60x70 cm. The number of plants per unit area and the distribution of plants per unit area, the distance between rows and above rows, are determined by planting density. As the row spacing of the plants decreases, they form a taller structure due to the lack of sufficient light and the decrease in plant nutrients (Bukan et al., 2010, Tepecik and Ongun, 2020). It was found that plant height of virginia tobacco varied between 89.1-123.2 cm with different planting densities in Adıyaman province (Vural and Ekren, 2021). They determined plant heights as 104.7 cm, 106.3 cm and 107.3 cm in 120x55 cm, 107x55 cm and 90x60 cm planting density, respectively (Usman et al., 2017). In our study, it was observed that the results obtained regarding plant height were higher than the mentioned literatures. It is thought that this may be due to the cultivated region and cultural treatments applied.

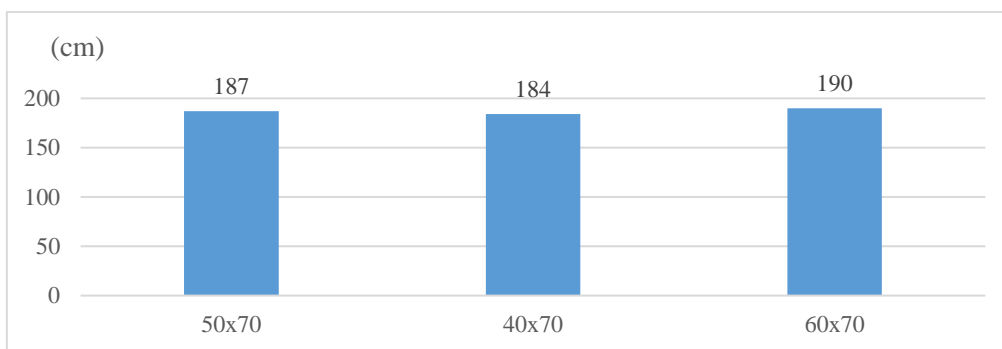
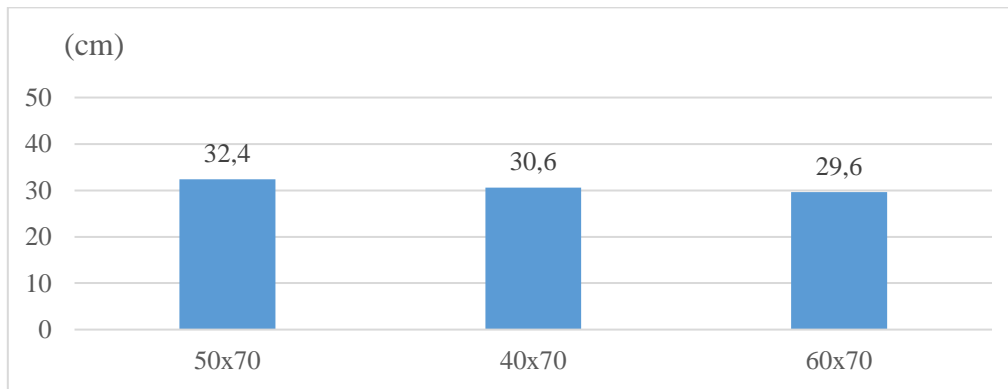


Figure 2. Effect of different planting densities on plant height (cm)

3.2. Leaf width and length

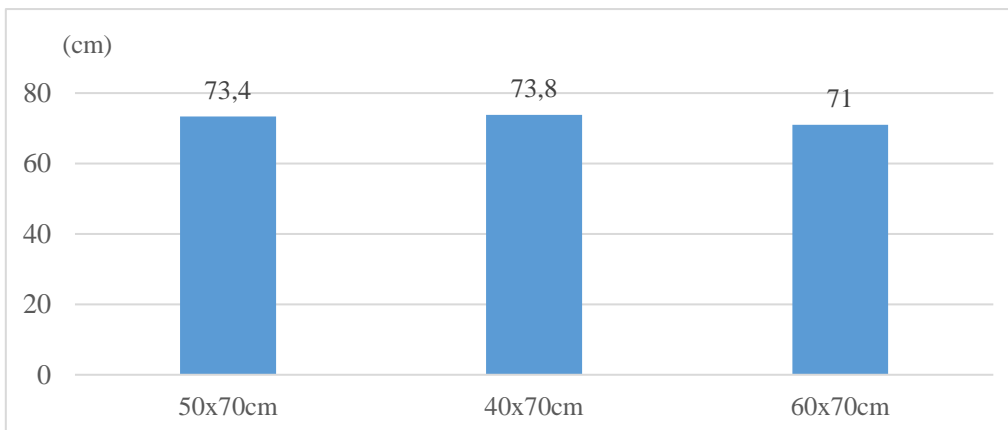
As shown in Figures 3 and 4, the highest leaf width and length were obtained at 50x70 cm with 32.4 cm and 40x70 cm planting density with 73.8 cm. It was determined that the leaf length and leaf width of virginia tobaccos varied between 53.8-67.1 cm and 21.4-30.3 cm, respectively, in Erbaa, Tokat conditions (Ayan, 1994). In a study conducted with 6 different virginia tobacco varieties under Manyas conditions, the lowest leaf length (61.0 cm) and width (25.9 cm) were obtained in 117x46 cm planting density and

the highest leaf length (70.5 cm) and width (34.3 cm) were obtained in 112x51 cm planting density (Küçüközden, 1995). It is seen that the results obtained in our study regarding leaf dimensions are not very compatible with the literature values mentioned above. The seedling quality applied (Karabulut and Ekren, 2024) and also the differences arising from the ecological characteristics of the land where the experiment was conducted are important in determining the leaf width and length.



LSD (%1): 3.873*

Figure 3. Effect of different planting densities on leaf width (cm)



LSD (%1): 6.538*

Figure 4. Effect of different planting densities on leaf length (cm)

3.3. Number of leaves

It was observed that the number of leaves varied between 32-35 leaves plant⁻¹ and the

highest number of leaves was reached at 60x70 cm planting norm (Figure 5). It was determined that dry leaf yield increased as

the number of leaves per plant decreased (Patel et al., 1986). As the distance between and above the rows increases, more daylight can be utilized and the number of leaves per plant increases and leaves with thicker leaf texture (heavy bodied) are obtained. On the contrary, fewer and thinner leaves (light bodied) are formed (Mantesa et al., 2019). The number of leaves in virginia tobacco

grown under Manyas conditions was found to be 20.06-36.6 per plant⁻¹ (Keskiner, 1993; Küçüközden, 1995). In Adıyaman ecological conditions, the number of leaves of Virginia tobacco was found to be 25.5-32.9 per/plant (Vural and Ekren, 2021). It can be said that the findings obtained in our study are compatible with the information and findings mentioned above.

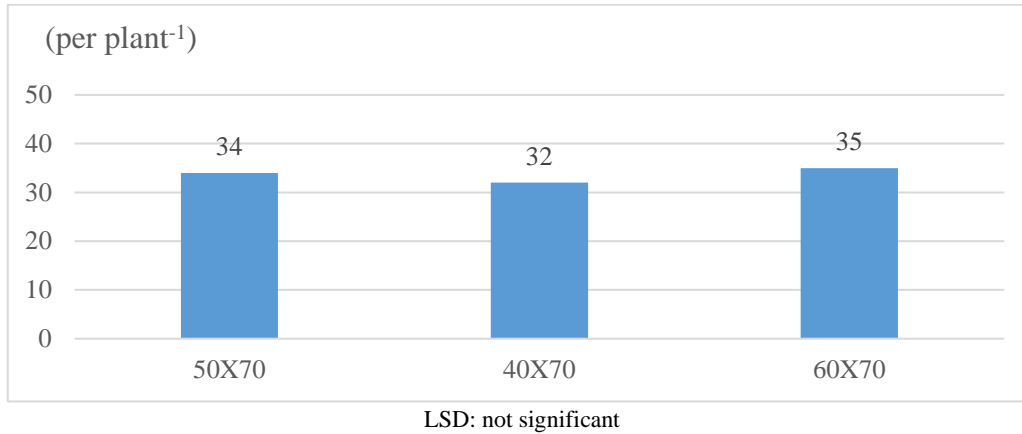
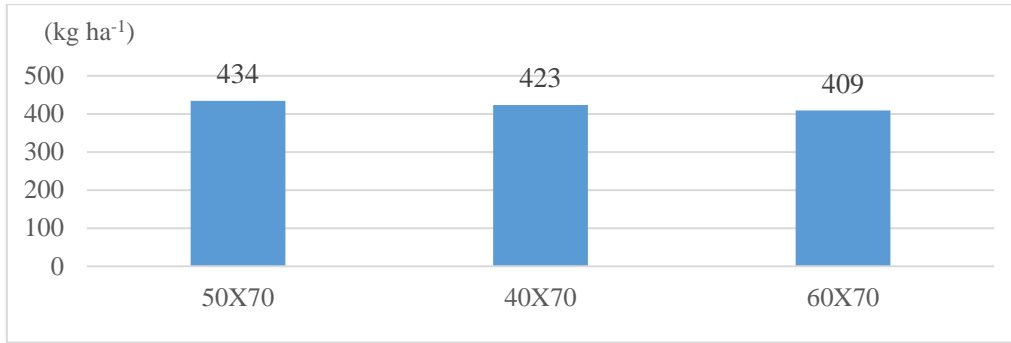


Figure 5. Effect of different planting densities on the number of leaves (per/plant)

3.4. Yield

One of the most important parameters determining the yield is the number of plants per decare and in our study, it was found that yields varied between 409-434 kg ha⁻¹. The highest yield was obtained at 50x70 cm planting norm (Figure 6). Papenfuz and Quin (1984) stated that dense planting increases leaf tobacco yield as it increases the number of plants per decare. Eğilmez (1984) stated that dense planting did not increase the yield at the expected level. Chaplin et al. (1968) found that yield increased as the distance between rows increased. Küçüközden (1995) determined dry leaf tobacco yield as 314.1 kg ha⁻¹ at a planting density of 112x51 cm and 327.6 kg ha⁻¹ at a planting density of 117x46 cm in his research conducted with different planting

densities. Usturalı (1995) found that virginia tobacco yield varied between 156.0-353.6 kg ha⁻¹ and average leaf tobacco yield was 254.2 kg ha⁻¹ in his study conducted in Düzce region. Ayan (1994) obtained the highest yield value as 263.63 kg ha⁻¹ in his study conducted in Karakaya town of Erbaa district of Tokat province. In a study on different planting densities in Adıyaman province, the highest yield was obtained from 110x38 cm planting norm with 500.9 kg ha⁻¹ and the lowest yield was obtained from 80x35 cm with 336 kg/ha⁻¹ (Vural and Ekren, 2021). It is seen that the yield values we obtained in our study are compatible with the findings of the researchers mentioned above.



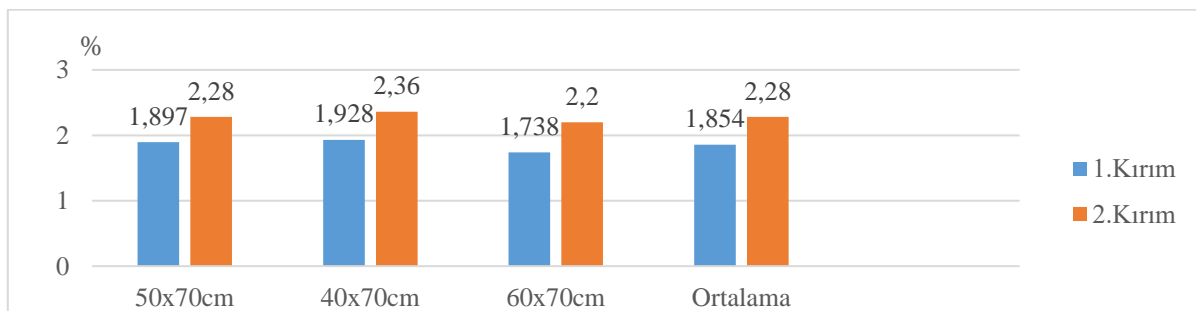
LSD (%1): 18.321*

Figure 6. Effect of different planting densities on yield (kg/ha⁻¹)

3.5. Total alkaloid (nicotine) content

The harvests obtained in our research were combined in two hand groups and chemical analyzes were evaluated in this way. In the 1st harvest, nicotine content was 1.738-1.928%; in the 2nd harvest it was 2.20-2.36%. In both harvests, the lowest nicotine content was obtained from 60x70 cm and the highest was obtained from 40x70 cm planting density (Figure 7). Nicotine accumulation in virginia tobacco starts after planting and continues at an increasing rate until the leaves mature. It is especially higher after the top break stage than before the top break stage (Mumba and Banda, 1990; Hu et al., 1999, 2000; Cao et al., 1989; JU Xiao-Tang, 2004). As the planting distance increases, the proportion of nitrogenous compounds in the plant and therefore nicotine amounts increase. In dense plantings, it is known that nicotine

ratio decreases as a result of decreased competition between plants for nitrogen (Bilalis, 2015). In a study conducted with different row spacing and nitrogen doses, the lowest nicotine content was found in the control treatment at 40 cm row spacing with 1.21% and the highest was found in the 80 kg N/ha treatment at 55 cm row spacing with 1.85% (Menteşe et al., 2019). Usturalı (1995) found that the average nicotine content in Virginia tobaccos grown in Düzce region was 1.79% and the nicotine content in Virginia tobaccos grown in Adıyaman varied between 0.79-2.36% (Vural and Ekren, 2024). Some researchers found that the amount of nicotine in virginia tobacco varied between 1.5-3.5% (Collins and Hawks, 1993; Keskiner, 1993; Ekren, 2000). It is seen that the results we obtained are compatible with the literature findings.



LSD (%1): 0.218*

Figure 7. Effect of different planting densities on total alkaloid (nicotine) content (%)

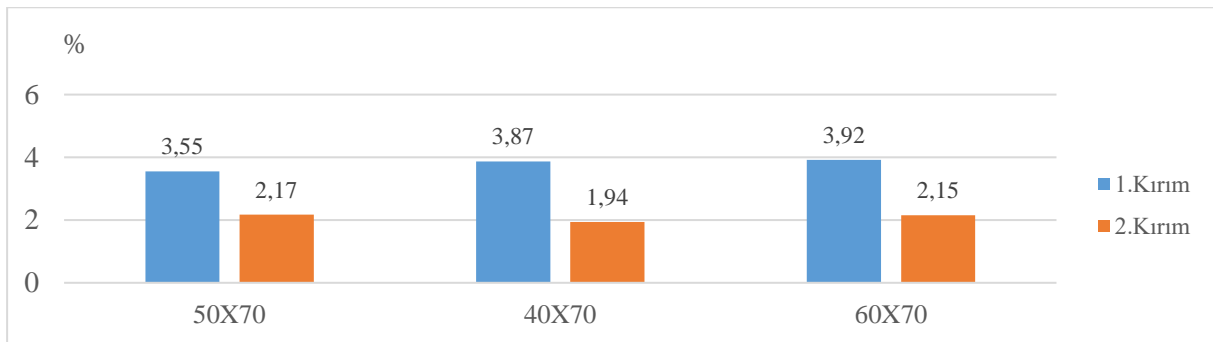
3.6. Total reducing sugar

As in the total alkaloid content, the harvests were combined in two hand groups in total reducing sugar content and the

chemical analyses were evaluated in this way. The highest content was obtained from 40x70 cm planting norms with 3.87% in the first harvest and from 50x70 cm planting

norms with 2.17% in the second harvest (Figure 8). Soluble carbohydrates have a positive effect on tobacco quality in virginia tobacco (Akehurst, 1981) and it was reported that tobacco quality is good when the reducing sugars are between 12-25% (Collins and Hawks, 1993), whereas the amount of sugars decreases as it goes towards poor quality (Aksu, 1967; Sekin, 1979). It was also found that the soil structure of the region had a significant effect on sugar content (Tuncay et al., 1985). As the planting density decreased, the amount of reducing sugars increased (Elliot, 1976). In studies on different planting densities, it was observed that the highest sugar content was in the middle hand group with 7.56%, followed by the

lower hand group with 6.64% and the upper hand group with 4.57% (Vural and Ekren, 2021). The sugar amounts obtained in our study were lower than the rates mentioned above. It can be said that the main factor that makes the difference here may be due to the drying method, as the variety, cultural processes, climate and soil characteristics of the region affect the amount of sugar. Because virginia tobacco is dried in ovens under controlled temperature and humidity conditions with flue-curing drying method. Starch turns into sugars without being completely broken down. When we dry the same tobacco with the sun curing drying method, since the drying time is longer than the flue-curing method, the starch breaks down and turns into sugar.



LSD (%1): 1.150*

Figure 8. Effect of different planting densities on total reducing sugar content (%)

4. Conclusion and Recommendations

✓ As a result of the data obtained from our research, it is seen that Manisa province, which is an important production center in Turkish tobacco cultivation, is a promising production region for sun-cured virginia tobacco cultivation.

✓ It was concluded that the results obtained in terms of yield and yield components were at acceptable values for sun-cured virginia tobacco.

✓ It was determined that the data obtained in terms of the analyzed chemical properties are values that can be used in cigarette blends.

✓ The obtained data lead to the belief that it would be useful to test sun-cured virginia tobacco in other tobacco production centers of the Aegean Region and interpret the results.

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

- Açıkgöz, N., İlker, E., Gökçöl, A., 2004. Biyolojik araştırmaların bilgisayarda değerlendirilmeleri. Ege Üniversitesi Tohum Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi Yayın No:2 Bornova/İzmir.
- Akehurst, B.C., 1981. Tobacco, 2nd ed.; Tropical agricultural series; Logman Inc.: New York, NY, USA, 736p.
- Aksu, S., 1967. Tütün kimya ve teknolojisi. Tekel Enst. Yayınları A Serisi No: 11, İstanbul.
- Anonymous, 1969. Bestimmung Der Alkaloide in Tabakerzeugnissen. Deutschenormen. DK. 663. 57. 543. 062. 547. 94 DIN 1024.
- Anonymous, 2006. TSE 1000 Türk Tütünleri Standardı UDK 633.71. Ankara.
- Anonymous, 2020, www.resmigazete.gov.tr (Erişim tarihi: 4.07.2022)
- Anonymous, 2022, www.universalcorp.com (Erişim tarihi: 4.07.2022)
- Anonymous, 2023a. www.tarimorman.gov.tr (Erişim tarihi: 10.09.2023)
- Anonymous, 2023b. www.meteor.gov.tr (Erişim tarihi: 30.06.2023)
- Ayan, A.K., 1994. Flue-cured virginia (*Nicotiana tabacum* L.) tütünlerinde farklı tepe kırım seviyelerinin verime ve bazı kalite karakterleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Bilalis, D.J., Travlos, I.S., Portugal, J., Tsioros, S., Papastylianou, Y., Papatheohari, Y., Avgoulas, C., Tabaxi, I., Alexopoulou, E., Kanatas, P.J., 2015. Narrow row spacing increased yield and decreased nicotine content insun-cured tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). Industrial Crops and Products 75(2015): 212–217.
- Bukan, M., Budimir, A., Boic, M., Sarcevic, H., Kozumplik, V., 2010. Effect of within-row spacing on agronomic and morphological characteristics of the flue-cured tobacco cultivars. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 75: 27–31.
- Cao, Z.H., Li, C.L., Zhou, X.R., 1989. Dry matter accumulation and nicotine content as affected by soil environments. *China Tobacco Science and Technology*, 5: 2933.
- Chaplin, J.F., Ford, Z.T., Pitner, J.B., Currin, R.E., 1968. Effect of row and within-row spacing on yield and quality of Flue-cured tobacco. *Agronomy Journal*, 60(3): 314-316.
- Collins, W.K., Hawks, S.N., 1993. Principle of Flue-cured Tobacco Production. N.C. Bulletin No: 11. Bern. Switzerland.
- Çamaş, N., Kurt, D., Kınay, A., 2014. Türkiye’de flue cured virginia ve burley tütünlerinin yetiştirilme teknikleri ve üretim çalışmaları. Mucizeden Belaya Yolculuk “Tütün” sayfa: ISBN: 978-605-4534-3 Tarihçi Kitabevi.
- Eğilmez, Ö., 1984. Trakya tütün çeşidinde değişik kültür yöntemlerini verim ve kalite bakımından araştırılması. Doktora Tezi, Tekel Enstitüleri, İstanbul.
- Ekren, S., 2000. Virginia (Flue-Cured) tütününün işlenmesi ve redrying işleminin kimyasal bileşime etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Ekren, S., Geren, H., Cevik, O., 2021. Farklı azot dozlarının flue-cured (virginia) tütününde verim ve bazı verim özelliklerine etkisi. *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi*, 5(1): 202-209.
- Elliot, J.M., 1976. Effects of height of topping and plant spacing of flue-cured tobacco on certain properties of the cured leaves and smoke cigarettes. *Coresta Inf. Bull.* (1): 86-97.
- Hu, G.S., Han, J.F., Mu, L., 1999. Study on accumulation characteristics of nicotine in flue-cured tobacco. *Fujian Tobacco*, 2: 31-32.
- Ju, X.T., Liu, X.J., Zhang, F.S., 2004. Nitrogen transformations in a chinese aquic cambisol applied urea with dicyandiamide or plant residues. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 35(17&18): 397-416.

- Karabulut, Y., Ekren, S., 2024. Float tray sistem ile tütün fidesi yetiştiriciliği. *MAS Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 9(3): 601–617.
- Keskiner, H., 1993. Bazı flue-cured tütün çeşitlerinin manyas koşullarındaki verim ve kalite özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Küçüközden, R., 1995. Altı farklı virginia tütün genotipinin manyas koşullarında verim ve kaliteleri üzerine araştırma. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Lindsay, H., 1973. A clorimetric estimation of reducing sugars in potatoes. *Potato Res.* 16: 176-179.
- Mantesa, Z., Dalga, D., Shanka, D., 2019, Effect of nitrogen rate and intra-row spacing on yield components and quality of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) under irrigation condition at achura in wolaita zone, southern Ethiopia. *International Journal of Research in Agriculture and Forestry*, 6(9): 13-22.
- Mumba, P.P., Banda, H.L., 1990. Nicotine content of flue tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) at different stages of growth. *Tropical Science*, 30: 179-183.
- Papenfuz, H.D., Quinn, F.M., 1984. Tobacco in the physiology of field crops.
- Patel, N.M., Patel, S.H., Patel, C.P. 1986. Effects of topping levels on bidi tobacco. Indian Society of tobacco Science, India.
- Sekin, S., 1979. Tütünde bazı analiz yöntemleri üzerinde araştırmalar. Ege bölgesi tütünlerinin kimyasal bileşimleri ve fermantasyon sırasında meydana gelen değişimler. Doçentlik Tezi, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Agronomi-Genetik Kürsüsü, İzmir.
- Şahin, O., S. Ekren., 2021. Yüksek nikotinli oriental tütün hatlarının belirlenmesi. *MAS Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 7(4): 959–974.
- Tepecik, M., Ongun, A., 2020. Kırım zamanlarına göre şark tipi tütünün bazı kalite parametrelerinin belirlenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 7(2): 156-162.
- Tuncay, H., Sekin, S., Özçam, A., 1985. Akhisar-Manisa bölgesinde tütün yetiştirilen toprakların toprak özellikleri ve toprak özellikleri ile tütün kalitesi arasındaki ilişkiler. Doğa Türk Tarım ve Ormancılık.
- Usman, H., Qahar, A., Bano, N., Ahmad, M., Iqbal, M.O., Shah, M., Ali, S., Zeeshan, M., Ahmad, F., 2017. Effect of plant spacing on quantitative and qualitative characteristics of fcv tobacco hybrids. *International Journal of Environmental Sciences & Natural Resources*, 4(3): 555-640.
- Usturalı, A., 1995. Düzce yöresi virginia tütünlerinde vegetasyon boyunca bitki besin maddesi alınımı ile verim ve kalite ilişkilerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Vural, D., S. Ekren., 2021. Adıyaman ilinde farklı dikim sıklıklarının virginia (sun-cured) tütününün verim verim komponentleri ve bazı kalite özellikleri üzerine etkisi. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 6(4): 852-865.

To Cite: Padır, R.C., Ekren, S., 2024. The Effect of Different Planting Densities on Yield, Yield Components and Some Quality Characteristics of Virginia (Sun-Cured) Tobacco in Manisa Province. *MAS Journal of Applied Sciences*, 9(Special Issue): 869–878.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.13927464>.

The Role of K-Humate and Iron Oxide Nanoparticles for Nutrient Accumulation Under Salinity Stress Condition in Cotton (*Gossypium hirsutum* L.)

Hatice Kübra GÖREN ^{1*}, Uğur TAN ¹, Seçil KÜÇÜK KAYA ², Öner CANAVAR ¹

¹ Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Aydın

² Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Aydın

*Corresponding author: hkubra.goren@adu.edu.tr

Received: 02.07.2024

Accepted: 18.08.2024

Abstract

Salinity stress poses a significant challenge to cotton (*Gossypium hirsutum* L.) production, particularly during early growth stages. The present study investigates the effects of iron oxide nanoparticles (Fe (II, III) oxide NPs), K-humate, and their combination on nutrient accumulation in cotton plants under saline conditions. Cotton seedlings were subjected to both saline and non-saline environments, with treatments applied to assess their impact on nutrient uptake in the stem and root sections. Principal Component Analysis (PCA) was employed to evaluate nutrient variability across different treatments. Results showed that Fe (II, III) oxide NPs and K-humate enhanced nutrient balance under saline conditions by promoting nutrient uptake and mitigating salinity-induced nutrient imbalances, particularly for potassium (K), sodium (Na), phosphorus (P), and iron (Fe). The combined treatment of iron oxide nanoparticles (Fe (II, III) oxide NPs) and K-humate demonstrated a synergistic effect, improving nutrient interactions and it may contribute to plant resilience. These findings suggest that the use of nanomaterials, particularly in combination with organic compounds like K-humate, holds potential for enhancing cotton tolerance to salinity stress due to alleviating nutrient imbalances caused by salinity stress.

Keywords: Cotton, salinity stress, K-humate, iron oxide nanoparticles, nutrient accumulation

1. Introduction

Saline stress represents a significant challenge to cotton production, primarily due to the crop's moderate salt tolerance, with a salinity threshold of approximately 7.7 dS m^{-1} (Han, 2023; Rahman, 2023). Notwithstanding this tolerance, cotton plants suffer considerable yield losses when subjected to salinity, particularly during crucial growth phases such as germination and seedling development (Guo et al. 2020). The physiological impacts of salinity stress include osmotic stress, ion toxicity and impaired nutrient uptake, which collectively impede plant growth and development (Ergin et al. 2021). The available evidence suggests that cotton is particularly susceptible to saline conditions during the germination and early seedling stages, where growth inhibition is most pronounced (Wang et al. 2020; Rahman, 2023).

The physiological responses of cotton to saline stress are characterised by intricate mechanisms, including the regulation of ion homeostasis and the expression of specific genes associated with salt tolerance. For example, studies have demonstrated that the expression of genes involved in Na^+ transport is markedly altered in saline conditions, thereby impairing the plant's capacity to maintain ionic equilibrium (Wang et al. 2019; Su et al. 2020). Furthermore, the function of microRNAs in regulating salt stress responses has been emphasised, with specific miRNAs identified as crucial regulators of reactive oxygen species (ROS) metabolism, which is vital for maintaining cellular integrity under stress conditions (Ma, 2023). Moreover, the utilisation of exogenous compounds, such as melatonin, has been demonstrated to facilitate seed germination and osmotic regulation in the presence of salt stress, thereby offering promising avenues for the

alleviation of the detrimental effects of salinity (Wang et al. 2021; Gören, 2024).

Furthermore, the interaction between salinity and other abiotic stresses, such as drought and alkaline conditions, intensifies the adverse effects on cotton growth. The combined effects of saline and alkaline stress have been demonstrated to be more deleterious than the effects of either stressor alone, resulting in greater reductions in biomass and overall plant health (Ibrahim et al. 2018). The physiological markers, such as shoot potassium content, have been proposed as indicators for the screening of cotton genotypes for osmotic and salt tolerance, underscoring the significance of genetic diversity in the development of resilient cotton varieties.

Salinity stress represents a significant environmental challenge that has a deleterious impact on plant growth and productivity, particularly in crops such as cotton. The physiological impacts of salinity include osmotic stress, ion toxicity, and nutrient imbalances, which collectively impede plant development and yield (Zhang, 2023). Salinity results in elevated concentrations of sodium (Na^+) and chloride (Cl^-) ions in the soil, which can impede the uptake of essential nutrients such as potassium (K^+), nitrogen (N), and phosphorus (P) (García-Caparrós et al., 2016). This imbalance in nutrients can result in stunted growth, reduced photosynthetic rates and, ultimately, lower yields (Sakamoto et al. 2021).

Recent studies have investigated the potential of various nanomaterials, including khumate and iron nanoparticles (Fe (II,III) oxide NPs), to alleviate the adverse effects of salinity stress on plants. Khumate, a natural organic compound derived from humic substances, has been demonstrated to facilitate enhanced nutrient uptake and improve soil structure, which can be

advantageous in saline conditions (Asl et al. 2019; Öztürk Erdem, 2024). The application of khumate may assist in maintaining a favourable K^+/Na^+ ratio, thereby promoting enhanced physiological responses in plants subjected to salinity stress (Asl et al. 2019).

In contrast, iron nanoparticles have been demonstrated to enhance salt tolerance in a range of plant species, including cotton. The interaction of Fe (II,III) oxide NPs with plant systems has been demonstrated to enhance antioxidant enzyme activities, which play a pivotal role in mitigating oxidative stress caused by salinity (Aazami et al. 2021). For example, the application of iron nanoparticles has been linked to increased chlorophyll content and enhanced photosynthetic efficiency, which are essential for sustaining growth under saline conditions (Mozafari et al. 2018). Furthermore, Fe (II,III) oxide NPs can facilitate improved ion regulation within plant cells, thereby reducing the toxic effects of excessive Na^+ accumulation (Aazami et al. 2021).

In conclusion, the utilisation of khumate and iron nanoparticles represents a promising avenue for the alleviation of salinity stress in cotton, thereby enhancing plant health and productivity. These materials facilitate not only the uptake of nutrients and ion regulation but also the overall physiological resilience of plants in adverse conditions. Future research should prioritise the elucidation of the specific mechanisms by which these nanomaterials exert their beneficial effects, as well as the optimisation of their application rates and methods for maximum efficacy. The aim of this study is to investigate the effects of FeO_3 NPs, K-humate, and the combination of FeO_3 NPs + K-humate on nutrient accumulation in cotton plants under

salinity stress. Specifically, the study focuses on how these treatments influence the nutrient balance in the stem and root sections of cotton seedlings during the seedling stage. The findings aim to provide insights into potential mechanisms that enhance plant growth and development under saline conditions, contributing to sustainable strategies for improving cotton tolerance to salinity stress.

2. Materials and Methods

In order to evaluate the effects of salinity stress and the role of microparticles on plant growth, a two-factor randomised plot experiment was conducted using *Gossypium hirsutum* L.(Carisma) as the plant material. The objective of the experiment was to examine the plant's response to salinity stress and to ascertain the impact of Fe (II,III) oxide nanoparticles and K-humate (Kh) treatments. A randomised block design was employed, and the seedbed consisted of a mixture of 50% perlite and 50% peat, placed in transparent pots with a volume of 1.2 L. These pots, measuring 9 cm in width and 18 cm in height, were selected to provide sufficient space for root development and maintain adequate soil fertility. The experiment was conducted in a growth chamber with temperature settings maintained at 24-26°C during the day and 18±2°C at night, along with a 12-hour photoperiod. The photosynthetic process and plant growth were promoted by the use of red light at a wavelength of 630 nm. The sowing process commenced on 30 November 2023, with three seeds planted at a depth of 2 cm in each pot. Each pot was initially irrigated with 50 mL of water to optimise germination conditions, and subsequent irrigation was carried out at two-week intervals to support seedling emergence. The irrigation water is described below. The irrigation solution comprised 10 L of

water, which was prepared with the following nutrients and applied equally in all conditions. The fertilizer solution comprised 4g of NPK (15:15:15), 2g of urea, and 20ml of liquid fertilizer (Multimicro® Fluid). The calculation of the NaCl concentration was as follows: The salt concentration in the irrigation water was calculated according to the following formula:

1 dS m⁻¹ is equivalent to 10 mM NaCl, or 0.584 g L⁻¹. 130 mM NaCl is equivalent to 13 dS m⁻¹, or 7.592 g NaCl L⁻¹.

On 8 December 2023, the experiment commenced with two groups: a saline treatment group and a non-saline control group. The plants in the saline group were subjected to salt stress, whereas those in the control group were cultivated under non-saline conditions. The sixth set of leaves from the plants cultivated under non-saline conditions was harvested. All treatments were subject to periodic measurement and irrigation was provided every two days with 100 ml of water per pot.

2.1. Nanoparticle treatment

Iron oxide nanoparticles were procured from Sigma-Aldrich (product number 637106-25G, lot number MKBT3736V, particle size: 50-100 nm) and the concentration was adjusted to 0.3 mg/100 mL. The solution of K-humate was prepared at a concentration of 0.3 g/L. In this study, the plant nutrient elements were determined using the ICP-OES device in the laboratory of the Department of Soil Science and Plant Nutrition at Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture.

3. Findings

Principal component analysis (PCA) is a powerful statistical approach to analyze and simplify complex and extensive datasets. In the case of cotton grown under conditions of optimal irrigation, the total variation was divided

into seven principal components (PCs), as detailed in Table 1. It is noteworthy that the first three PCs exhibited eigenvalues greater than 1, indicating that they are significant in explaining the variation among traits (Figure 1A). The cumulative contribution of the first three PCs accounted for 90.845% of the total variability in traits, thereby reflecting their strong association with these traits in nonsaline conditions. In the analysis of nutrient accumulation under normal conditions, notable trait correlations and variability patterns were observed. Sodium, zinc, and copper exhibited a strong positive correlation with each other, while they showed a strong negative correlation with manganese, calcium, and phosphorus. Furthermore, a strong negative correlation was observed between potassium and iron. The length of the vectors originating from the biplot's centre depicted the correlations among traits. Among the nutrients, potassium, iron, sodium, zinc, and copper were associated with vectors of considerable length, indicating a high degree of variation among these traits. In contrast, calcium exhibited the lowest degree of variability, as indicated by its shortest vector length. This information is illustrated in Figure 1A, which provides a visual representation of the correlations and variability among traits under normal (nonsaline) conditions. In the case of cotton grown under saline conditions, the total variation was also divided into seven principal components (PCs), as detailed in Table 1. Once more, the first two PCs exhibited eigenvalues greater than 1, indicating their significance in explaining the variation among traits (Figure 1B). The PCA results derived from data obtained under saline conditions revealed that the cumulative contribution of the first three PCs accounted for 90.982% of the total variability in traits, reflecting their strong

association with these traits in saline conditions. The analysis of nutrient accumulation under salinity revealed a strong positive correlation between iron, sodium, zinc, and copper, while they showed a strong negative correlation with calcium. Additionally, manganese and phosphorus exhibited strong positive correlations with each other. Among the nutrients, calcium, copper, and sodium were associated with long vectors, indicating higher variation among these traits. Nutrient analysis revealed strong positive correlations among iron, sodium, zinc, and copper, suggesting shared uptake mechanisms under stress. A notable negative correlation between these nutrients and calcium may indicate that elevated sodium levels inhibit

calcium uptake, disrupting plant physiological balance (Sharma et al., 2016). Correlation analysis highlighted significant relationships among nutrients: iron, sodium, zinc, and copper showed strong positive correlations, suggesting shared uptake mechanisms. Conversely, calcium exhibited a strong negative correlation with these nutrients, possibly indicating disruptions in uptake due to salinity. Notably, manganese and phosphorus displayed a positive correlation, reflecting their synergistic roles in plant health (Munns and Tester, 2008). Additionally, the positive correlation between manganese and phosphorus reflects their cooperative role in stress adaptation (Graham et al., 2001).

Table 1. PCA obtained from Phosphorus (P) Potassium (K) Calcium (Ca) Magnesium (Mg) Sodium (Na) Iron (Fe) Zinc (Zn) Copper (Cu) Manganese (Mn) under nonsaline and saline irrigation condition

Number	Nonsaline Condition		Saline Condition	
	Eigenvalue	Percent	Eigenvalue	Percent
1	5.3161	59.067	5.3907	59.897
2	1.6071	17.857	2.1377	23.752
3	1.2529	13.921	0.6600	7.333
4	0.4352	4.836	0.4825	5.361
5	0.2429	2.699	0.2402	2.669
6	0.1057	1.174	0.0882	0.980
7	0.0402	0.446	0.0008	0.009

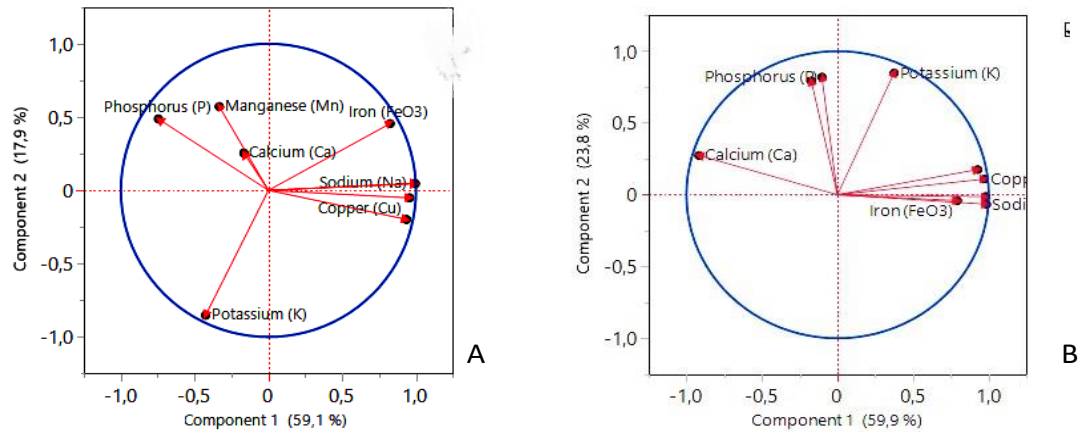


Figure 1. Summary of bar chart displaying eigenvalue and variation percentage contribution by all principal components (PCs), a biplot between PC1 and PC2 displaying the distribution of Nonsaline (A) and Saline (B) conditions

The results of a Principal Component Analysis (PCA) on the nutrient elements phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), sodium (Na), iron (Fe_2O_3), zinc (Zn), copper (Cu) and manganese (Mn)) in both stem and root of plants. For the stem, the first principal component (PC1) has an eigenvalue of 3.74 and explains 41.54% of the total variance, indicating that this component captures a significant part of the nutrient variation. The second component (PC2) explains a further 25.14% with an eigenvalue of 2.26, while the third (PC3) and fourth (PC4) components explain 13.81% and 13.63% respectively. Together, these four components account for 94.13% of the total variance in the stem nutrient data, suggesting that a small number of components can effectively summarise the nutrient profile. In the root, PC1 is even more dominant with an eigenvalue of 4.90, explaining 54.54% of the total variance. This indicates that a large part of the nutrient variation in the root is captured by the first component. PC2 and PC3 contribute 21.32% and 10.81% of the variance respectively. The first three components together explain 86.67% of the variance, and the fourth component (PC4) adds an additional 8.32%, bringing the total variance explained to

94.98%. Overall, the analysis shows that the nutrient composition of both stem and root is effectively captured by the first few principal components, with the root showing a stronger contribution from PC1 compared to the stem. This suggests that fewer factors are needed to describe nutrient variability in the root than in the stem (Table 2). In the biplot analysis for the plant stem (Figure 2A) and the plant root (Figure 2B), different nutrient patterns are observed. For the stem, Component 1 (explaining 41.5% of the variance) and Component 2 (25.1%) capture a significant part of the variation in nutrient composition. Potassium (K), sodium (Na) and phosphorus (P) show strong positive associations with Component 1, indicating their major influence on stem nutrient variation. Copper (Cu) and zinc (Zn) are also significant contributors, while magnesium (Mg), calcium (Ca), manganese (Mn) and iron (Fe) have weaker or even negative associations with Component 1, especially for manganese and iron. In contrast, nutrient variation in the plant root (Figure 2B) is dominated by Component 1, which explains 54.5% of the variance, while Component 2 accounts for 21.3%. Iron (Fe) and magnesium (Mg) are the most influential elements, with strong positive

contributions to component 1. Calcium (Ca) also contributes, but to a lesser extent. Nutrients such as zinc (Zn), copper (Cu), phosphorus (P) and sodium (Na) are clustered together and show moderate contributions to both components. Comparing the two, the stem nutrient variation is mainly driven by potassium, sodium and phosphorus, whereas the root variation is more influenced by iron and magnesium. This difference reflects the different physiological roles of stem and root, each with unique nutrient requirements

and accumulation patterns. Salinity stress is a significant abiotic factor that adversely affects plant growth and development by disrupting osmotic and ionic balances within plant cells. This disruption leads to nutrient imbalances and metabolic dysfunctions, ultimately impacting plant health and productivity. Understanding how salinity affects nutrient accumulation in both roots and stems is crucial for developing strategies to enhance plant resilience in saline environments.

Table 2. PCA obtained from Phosphorus (P) Potassium (K) Calcium (Ca) Magnesium (Mg) Sodium (Na) Iron (Fe) Zinc (Zn) Copper (Cu) Manganese (Mn) for plant stem and plant root

Number	Plant Stem		Plant Root	
	Eigenvalue	Percent	Eigenvalue	Percent
1	3,7389	41,544	4,9090	54,544
2	2,2630	25,144	1,9187	21,319
3	1,2428	13,809	0,9724	10,805
4	1,2270	13,633	0,7484	8,315
5	0,3703	4,115	0,3512	3,902
6	0,1044	1,160	0,0961	1,068
7	0,0535	0,594	0,0043	0,047

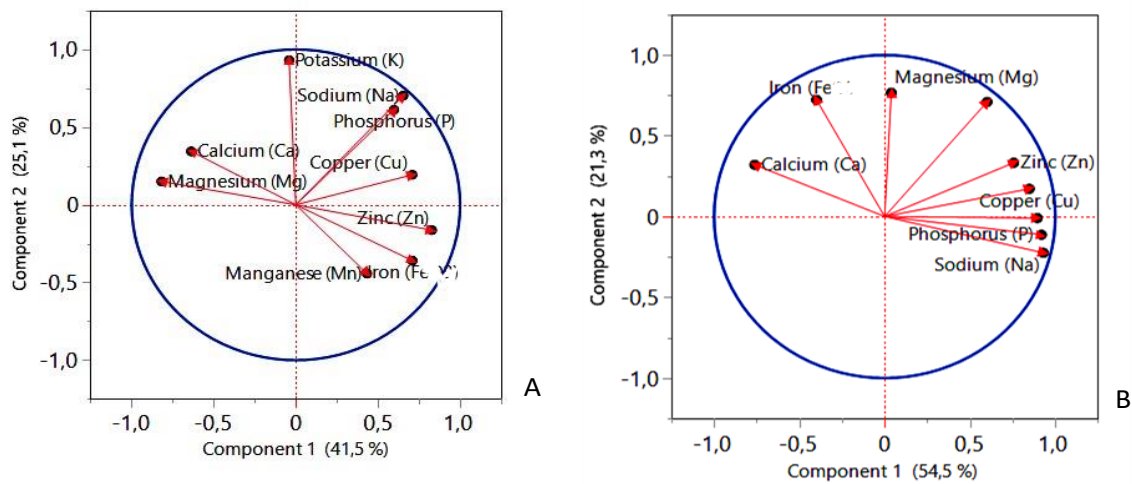


Figure 2. Summary of bar chart displaying eigenvalue and variation percentage contribution by all principal components (PCs), a biplot between PC1 and PC2 displaying the distribution of plant-stem (A) and plant root (B)

PCA analysis revealed significant differences related to nutrients (phosphorus, potassium, calcium,

magnesium, sodium, iron (Fe₂O₃), zinc, copper and manganese) between the control, Fe₂O₃, Fe (II, III) oxide + K-

humate and K-humate treatments. In the control group, the first principal component (PC1) explained a large proportion of the total variance, 61.052%, with an eigenvalue of 5.4946. In the Fe (II,III) oxide treatment, PC1 provided 55.058% of the variance with an eigenvalue of 4.9552. In the Fe (II,III) oxide + K-humate treatment, this value increased to 5.4087, contributing 60.096%. The most impressive result was obtained in the K-humate treatment; PC1 explained 66.093% of the variance with an eigenvalue of 5.9484, highlighting the decisive influence of this treatment on the nutrients. These results clearly demonstrate that nutrients play a critical role in the response of cotton plants to different treatment groups and the profound impact of these treatments on plant development. Principal Component Analysis (PCA) biplots comparing nutrient distribution in four treatment conditions: Control (A), Fe (II,III) oxide (B), Fe (II,III) oxide + K-humate (C) and K-humate (D). In the control (A), copper, zinc and iron showed a strong and positive correlation with each other, while the same strong and positive correlation was found between manganese, phosphorus and potassium. Calcium (Ca) contributes largely to the first principal component (PC1), while copper (Cu), zinc (Zn) and magnesium (Mg) show strong correlations with both PC1 and PC2. Sodium (Na), manganese (Mn), phosphorus (P), and potassium (K) have

weaker effects on the total variance. In the Fe (II,III) oxide treatment (B), the relationships between the nutrients change. Potassium (K) and sodium (Na) show an increasing correlation with PC2, while the contribution of calcium decreases compared to the control. Copper and magnesium continue to group, but their orientation shifts towards PC2. In the combined Fe (II,III) oxide + K-humate treatment (C), manganese (Mn) and calcium are closely aligned with PC1, while phosphorus, zinc, copper and sodium are associated with PC2, revealing a more distinct pattern indicating changes in nutrient interactions under dual treatment. In the K-humate treatment alone (D), calcium continues to dominate PC1, while manganese and phosphorus align strongly with PC2 and potassium, sodium, copper, zinc and iron (Fe) cluster together, showing similar behaviour. Calcium contributes consistently to PC1 in all conditions, but its influence is slightly reduced in the Fe (II,III) oxide treatment. Potassium and sodium show considerable variability between the control and Fe (II,III) oxide treatments, while the combination of Fe (II,III) oxide and K-humate significantly alters the nutrient correlations, particularly affecting manganese and phosphorus. K-humate application alone leads to different interactions between phosphorus, manganese and potassium, highlighting how different treatments affect nutrient dynamics in unique ways.

Table 3. PCA obtained from Phosphorus (P) Potassium (K) Calcium (Ca) Magnesium (Mg) Sodium (Na) Iron (Fe) Zinc (Zn) Copper (Cu) Manganese (Mn) for Control, Fe₂O₃, Fe (II,III) oxide +K-humate and K-humate

Number	Control		Fe (II,III) oxide		Fe (II,III) oxide +Kh		K-humate	
	Eigenvalue	Percent	Eigenvalue	Percent	Eigenvalue	Percent	Eigenvalue	Percent
1	5,4946	61,052	4,9552	55,058	5,4087	60,096	5,9484	66,093
2	3,0070	33,411	3,3167	36,852	2,8619	31,799	2,7431	30,479
3	0,4983	5,537	0,7281	8,090	0,7294	8,105	0,3085	3,428

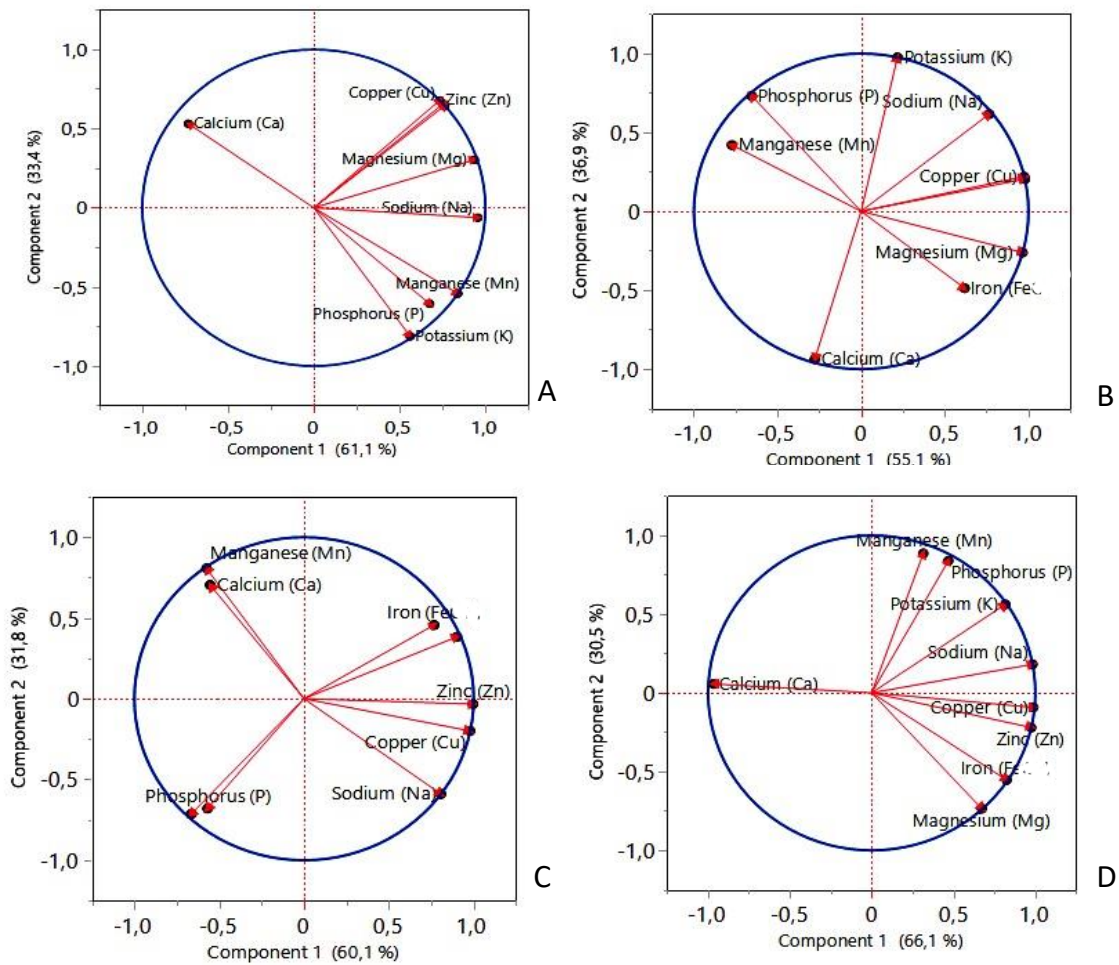


Figure 3. Summary of bar chart displaying eigenvalue and variation percentage contribution by all principal components (PCs), a biplot between PC1 and PC2 displaying the distribution of Control (A) Fe (II,III) oxide (B), Fe (II,III) oxide +K-humate (C) and K-humate (B) factors

4. Discussion

Salinity stress is a major environmental challenge that disrupts crop growth and productivity by affecting nutrient uptake and metabolic functions. The accumulation of nutrients in plant roots and stems under saline conditions is influenced by various physiological mechanisms, which differ across plant species. Recent studies have shed light on how salinity impacts nutrient accumulation, revealing the complex dynamics involved. Salinity stress causes osmotic and ionic imbalances in plant tissues, severely impairing nutrient absorption. For example, Cova et al. (2016) found that

high salinity reduced both root growth and nutrient accumulation in *Ricinus communis*, suggesting that although roots can adjust osmotically, excessive salinity still leads to significant nutrient loss. Similarly, Abdelgawad et al. (2016) observed that salt stress led to Na^+ accumulation in maize roots, disrupting the critical K^+/Na^+ balance required for cellular function, resulting in physiological stress and reduced productivity. Taha et al. (2020) further demonstrated that salinity reduces the levels of essential nutrients like nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), manganese (Mn), iron (Fe), and boron (B), all vital for plant metabolism and

defense against oxidative stress. Salinity poses significant challenges to plant growth, often leading to nutrient deficiencies and imbalances (Neue et al. 1998; Santos et al. 2002). Numerous studies have shown that salinity can reduce nutrient uptake and accumulation or disrupt nutrient distribution within the plant (Fernández-García et al. 2004). The ability to maintain higher nutrient ratios, such as K^+ and Ca^{2+} to Na^+ , particularly in young, rapidly growing tissues, is an important mechanism that contributes to improved salt tolerance in plants (Wei et al. 2003). Nutrient profiles in roots and stems differ under salinity stress. Al-Zahrani et al. (2021) showed that applying zinc improved growth and nutrient uptake in *Vigna radiata*, highlighting that targeted nutrient applications can mitigate the harmful effects of salinity. However, roots often accumulate harmful ions like Na^+ and Cl^- , leading to toxicity and nutrient imbalances. Umar et al. (2011) emphasized the role of potassium in maintaining ionic balance, particularly in combating Na^+ toxicity in plants like *Brassica campestris* under salt stress. Similarly, Seleiman et al. (2020) found that antioxidants helped restore ionic balance in salt-stressed cucumber plants, stressing the importance of managing oxidative stress for improved nutrient uptake. Research also indicates that salinity significantly alters nutrient composition in plant tissues. For example, Arslan (2020) reported that salinity reduces water uptake, limiting essential nutrients and impairing plant metabolism. Tarakçioğlu (2023) demonstrated that applying organic amendments improved nutrient uptake in lettuce under saline conditions, suggesting that organic matter can counteract the negative effects of salinity by enhancing nutrient availability. Bayram and Üzal (2020) confirmed that

salinity causes Na^+ and Cl^- accumulation in roots, which can lead to toxicity and imbalances in nutrient distribution within plant tissues. In summary, salinity stress affects nutrient uptake by altering the osmotic potential of soil, making it difficult for plants to absorb water and essential nutrients. The accumulation of Na^+ and Cl^- ions inhibits the uptake of key nutrients like potassium (K) and calcium (Ca), which are essential for vital physiological functions. Understanding these mechanisms is crucial for developing effective crop management strategies. Approaches such as applying micronutrients, using mycorrhizal fungi, and incorporating organic amendments can enhance nutrient uptake and improve plant resilience to salinity. By optimizing these practices, future research can help crops perform better in saline environments.

5. Conclusion

This study demonstrates the significant effect of Fe (II,III) oxide NPs, K-humate and their combination on nutrient accumulation in cotton plants under saline and non-saline conditions. The use of Principal Component Analysis (PCA) revealed distinct patterns of nutrient uptake between stem and root, showing that each treatment affected nutrient dynamics differently. The results indicate that the application of K-humate had the most profound effect on nutrient uptake, particularly in enhancing the accumulation of essential elements such as calcium, phosphorus and potassium. Fe (II,III) oxide NPs alone contributed to improved antioxidant activity and nutrient regulation, especially sodium and potassium, which are critical for managing osmotic stress under salinity. The combined Fe (II,III) oxide + K-humate treatment showed synergistic effects with enhanced nutrient interactions, reflecting an optimised

balance between nutrient uptake and stress tolerance mechanisms. Under saline conditions, nutrients such as sodium, calcium and copper showed high variability, indicating their critical role in plant differentiation and adaptation to salinity stress. The results shows the potential of using K-humate and Fe (II,III) oxide NPs, individually or in combination, as a strategy to mitigate the negative effects of salinity stress by improving nutrient balance and plant resilience. Overall, this research provides valuable insights into the physiological responses of cotton to salinity stress and highlights the importance of nanomaterials such as Fe (II,III) oxide NPs and K-humate to enhance cotton growth under challenging environmental conditions. Further research could focus on optimising application rates and investigating long-term effects on crop productivity. These findings can contribute to sustainable agricultural practices and help in the development of salt-tolerant cotton varieties.

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

- Aazami, M.A., Rasouli, F., Panahi Tajaragh, R., 2021. Influence of salinity stress on morphological, nutritional and physiological attributes in different cultivars of *Prunus amygdalus* L. *Journal of Plant Nutrition* 44(12): 1758-1769.
- Abdelgawad, H., Zinta, G., Hegab, M.M., Pandey, R., Asard, H., Abuelsoud, W., 2016. High salinity induces different oxidative stress and antioxidant responses in maize seedlings organs. *Frontiers in Plant Science* 7: 276.
- Al-Zahrani, H.S., Alharby, H.F., Hakeem, K.R., Rehman, R.U., 2021. Exogenous application of zinc to mitigate the salt stress in *Vigna radiata* (L.) Wilczek—Evaluation of physiological and biochemical processes. *Plants* 10(5): 1005.
- Balliu, A., Sallaku, G., Rewald, B., 2015. AMF inoculation enhances growth and improves the nutrient uptake rates of transplanted, salt-stressed tomato seedlings. *Sustainability* 7(12): 15967-15981.
- Cataldo, D., Garland, T., Wildung, R.E., 1983. Cadmium uptake kinetics in intact soybean plants. *Plant Physiology* 73(3): 844-848.
- Cova, A.M.W., de Azevedo Neto, A.D., Ribas, R.F., Gheyi, H.R., Menezes, R.V., 2016. Inorganic solute accumulation in noni (*Morinda citrifolia* Linn) under salt stress during initial growth. *African Journal of Agricultural Research* 11(35): 3347-3354.
- El-Amri, S.M., Al-Whaibi, M.H., Abdel-Fattah, G.M., Siddiqui, M.H., 2013. Role of mycorrhizal fungi in tolerance of wheat genotypes to salt stress. *African Journal of Microbiology Research* 7(14): 1286-1295.
- Ergin, N., Kulan, E., Gözükar, M., Muhammed, K., Çetin, Ş., Kaya, M.D., 2021. Response of germination and seedling development of cotton to salinity under optimal and suboptimal temperatures. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi* 24(1): 108-115.

- García-Caparrós, P., Llanderal, A., Pestana, M., Correia, P.J., Lao, M.T., 2016. Tolerance mechanisms of three potted ornamental plants grown under moderate salinity. *Scientia Horticulturae* 201: 84-91.
- Gören, H.K., 2024. Determining optimal measurement time points for SPAD and canopy temperature in drought tolerant cotton (*Gossypium hirsutum* L.) breeding. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences* 8(2): 449-460.
- Graham, R.D., Senadhira, D., Beebe, S.E., 2001. Improving the nutritional quality of staple food crops. *Field Crops Research* 68(1): 1-4.
- Guo, J., Du, M., Tian, H., Wang, B., 2020. Exposure to high salinity during seed development markedly enhances seedling emergence and fitness of the progeny of the extreme halophyte *Suaeda salsa*. *Frontiers in Plant Science* 11: 1291.
- Han, Y., 2023. Impact of salinity on cotton growth and development. *Journal of Agronomy and Crop Science*.
- Ibrahim, M.E.H., Zhu, X., Zhou, G., Ali, A.Y.A., Ahmad, I., Farah, G.A., 2018. Nitrogen fertilizer alleviated negative impacts of NaCl on some physiological parameters of wheat. *Pakistan Journal of Botany* 50(6): 2097-2104.
- Kaiser, H.F., 1960. The application of electronic computers to factor analysis. *Educational and Psychological Measurement* 20(1): 141-151.
- Liu, J., Liang, J., Li, K., Zhang, Z., Yu, B., Lü, X., Zhu, Q., 2003. Correlations between cadmium and mineral nutrients in absorption and accumulation in various genotypes of rice under cadmium stress. *Chemosphere* 52(9): 1467-1473.
- Marschner, H., 2012. *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press.
- Munns, R., Tester, M., 2008. Mechanisms of salinity tolerance. *Review of Plant Biology* 59: 651-681.
- Öztürk Erdem, S., 2024. The effect of Fe₃O₄ nanoparticles applied at different doses on the growth characteristics of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch, cv. 'Albion') plants under salt stress. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences* 8(3): 804-812.
- Rahman, M.M., 2023. Physiological responses of cotton to saline stress. *Field Crops Research*.
- Rubio, M.J., Escrig, I., Martínez-Cortina, C., López-Benet, F.J., Sanz, A.G., 1994. Cadmium and nickel accumulation in rice plants. Effects on mineral nutrition and possible interactions of abscisic and gibberellic acids. *Plant Growth Regulation* 14(2): 151-157.
- Sakamoto, M., Komatsu, Y., Suzuki, T., 2021. Nutrient deficiency affects the growth and nitrate concentration of hydroponic radish. *Horticulturae* 7(12): 525.
- Santos, C., Falcão, I.P., Pinto, G., Oliveira, H., Loureiro, J., 2002. Nutrient responses and glutamate and proline metabolism in sunflower plants and calli under Na₂SO₄ stress. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 165(3): 366-372.
- Seleiman, M.F., Semida, W.M., Rady, M.M., Mohamed, G.F., Hemida, K.A., Alhammad, B.A., Shami, A., 2020. Sequential application of antioxidants rectifies ion imbalance and strengthens antioxidant systems in salt-stressed cucumber. *Plants* 9(12): 1783.

- Severoğlu, S., Yıldırım, E., Ekinçi, M., Güllap, M.K., Karabacak, T., Aktaş, H., Çerit, N., 2023. The effect of biochar applications at different doses on soybean seedlings grown in salty conditions. *Turkish Journal of Range and Forage Science* 4(1): 38-42.
- Sharma P, Jha AB, Dubey RS, Agarwal P. 2016. Reactive oxygen species, oxidative damage, and antioxidative defense mechanism in plants under stressful conditions. *Plant Signaling & Behavior* 11(1): e1133936.
- Sun, J., Li, S., Guo, H., Hou, Z., 2021. Ion homeostasis and Na⁺ transport-related gene expression in two cotton (*Gossypium hirsutum* L.) varieties under saline, alkaline and saline-alkaline stresses. *PLoS One* 16(8): e0256000.
- Taha, S.R., Seleiman, M.F., Alhammad, B.A., Alkahtani, J., Alwahibi, M.S., Mahdi, A.H., 2020. Activated yeast extract enhances growth, anatomical structure, and productivity of *Lupinus termis* L. plants under actual salinity conditions. *Agronomy* 11(1): 74.
- Umar, S., Diva, I., Anjum, N.A., Iqbal, M., Ahmad, I., Pereira E. 2011. Potassium-induced alleviation of salinity stress in *Brassica campestris* L. *Central European Journal of Biology* 6: 1054-1063.
- Wu, F., Zhang, G., Yu, J., 2003. Interaction of cadmium and four microelements for uptake and translocation in different barley genotypes. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 34(13-14): 2003-2020.
- Zhang, G., Fukami, M., Sekimoto, H., 2002. Influence of cadmium on mineral concentrations and yield components in wheat genotypes differing in Cd tolerance at seedling stage. *Field Crops Research* 77(2-3): 93-98.

To Cite: Gören, H.K., Tan, U., Küçük Kaya, S., Canavar, Ö., 2024. The Role of K-Humate and Iron Oxide Nanoparticles in Enhancing Nutrient Accumulation and Salinity Stress Tolerance in Cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *MAS Journal of Applied Sciences*, 9(Special Issue): 879–891. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.13928462>.

Nesli Tehlikede Olan Geleneksel Tane Baklagil, Tek Çiçekli Fiğ (*Vicia articulata* Hornem): Türkiye Orijinli Popülasyonların Bazı Tarımsal Özellikleri ve Protein Temelli Besleme Değeri

Uğur BAŞARAN ¹ ¹ Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Yozgat*Sorumlu yazar (Corresponding author): ugur.basaran@bozok.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 07.07.2024

Kabul Tarihi (Accepted): 22.08.2024

Özet

Tarımsal araştıranlarda çoğunlukla ekonomik değeri yüksek temel ürünler ele alınmakta, küçük miktarda veya yöresel olarak tarımı yapılan bitkiler ise göz ardı edilmektedir. İklim değişikliği, tüketici tercihlerindeki değişimler, güvenli ve sağlıklı gıda talebinin artması göz ardı edilmiş veya yok olmaya yüz tutmuş türlere olan ilgiyi artırmaktadır. Bu kapsamda değerlendirilebilecek bitkilerden biri de tek çiçekli fiğ (*Vicia articulata* Hornem)'dir. Tek çiçekli fiğ Türkiye'de sarı mercimek olarak bilinmekte ve İç Ege'de uzun yıllardan beri tane baklagil olarak yetiştirilmektedir. Ancak bitki hakkında bilgiler son derece kısıtlıdır ve tarımı da azalma eğilimindedir. Bunun anlamı bitkinin kültürü yok olma riski taşımaktadır. Bu nedenle mevcut çalışmada Farklı illerden temin edilen 5 adet yerel popülasyonun, 2023 ilkbaharında Yozgat koşullarında ekilerek bazı tarımsal özellikleri ve protein içeriği belirlenmiştir. İncelenen bütün özellikler bakımından tek çiçekli fiğ popülasyonları arasında önemli ($p<0.01$) farklılıklar tespit edilmiş; çiçeklenme başlangıcı 69 -75 gün, hasat olum zamanı 117-122 gün, tane verimi 1.47 - 2.41 t ha⁻¹ ve protein oranı %26.08 – 27.90 arasında belirlenmiştir. Sonuç olarak tek çiçekli fiğin verim ve protein içeriği bakımından mercimekle kıyaslanabilir olduğu tespit edilmiş ve daha kapsamlı çalışmaların faydalı olacağı kanaatine varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Vicia articulata*, tek çiçekli fiğ, sarı mercimek, verim, protein

The Endangered Traditional Pulse, Single-Flowered Vetch (*Vicia articulata* Hornem): Some Agronomic Characteristics and Protein-Based Nutritional Value of Populations from Türkiye

Abstract

In agricultural researches, mostly basic crops with high economic value are taken into consideration, while plants that are cultivated in small quantities or locally are ignored. Climate change, changes in consumer preferences and increasing demand for safety and healthy foods are increasing the interest in species that have been overlooked and many of which are on the verge of extinction. One of the plants that can be evaluated in this context is single-flowered vetch (*Vicia articulata* Hornem). Single-flowered vetch is known as yellow lentil in Turkey and has been grown as a grain legume in the Inner Aegean Region for many years. However, information about the plant is extremely limited and its cultivation is also decreasing. This means that its culture is at risk of extinction. Therefore, in the current study, 5 local populations obtained from different provinces were grown in Yozgat conditions in the spring of 2023 to determine some of their agricultural characteristics and protein content. Significant differences ($p<0.01$) were detected among single-flowered vetch populations for all traits examined; first flowering time was 69-75 days, harvest maturity time was 117-122 days, grain yield was 1.47 - 2.41 t ha⁻¹ and protein content was 26.08 - 27.90%. As a result, it was determined that single-flowered vetch is comparable to lentil in terms of yield and protein content and it was concluded that more comprehensive studies would be useful.

Keywords: *Vicia articulata*, single-flowered vetch, yellow lentil, yield, protein

1. Giriş

Fig (*Vicia*) türlerinin insan beslenmesinde kullanımı çok yaygın değildir. Bununla birlikte birkaç fiğ türünün insan beslenmesinde kullanımı antik çağlara kadar uzanır; *V. ervilia*'nın MÖ 7000'e, *V. faba*'nın ise MÖ 5000'e kadar uzanan bulgularına ulaşılmıştır (Enneking, 1995). Tek çiçekli fiğ (*V. articulata* Hornem) insan beslenesinde kullanılan birkaç fiğ türünden biridir, ancak mercimeğe (*Lens culinaris*) benzerliği nedeniyle geçmişi hakkındaki bilgiler çok net değildir. Arkeobotanik bulgular bu konuya yetince ışık tutamamaktadır. Zira kömürleştğinde mercimek ve yaygın fiğ (*Vicia sativa*) gibi diğer bakalgil türleri ile kolayca karıştırılarak yanlış tanımlanabilir (Pierrogiovanni ve Taranto, 2005). Tek çiçekli fiğ (*Va*), Akdeniz ve Güneybatı Asya'nın kurak tarım sisteminde çok iyi adapte ait eski bir tane baklagildir (Enneking, 1995). Oldukça düşük yağış altında (± 300 mm) yetişebilen, görece yüksek tohum verimi ve büyük tohumlara sahip, protein oranı %22-26 aralığında ve toksik bileşenleri düşük veya orta düzeyde olan bir bitkidir (Francis ve ark., 2000).

Dünyadaki durumuna bakıldığında tarımın azalma eğiliminde olduğu söylenebilir. *Va*'nın yetiştiriciliği daha çok Akdeniz kuşağında (Yunanistan, İtalya ve İspanya) görülmektedir. Yunanistan'da 1950'lere kadar yaygın olmasına rağmen bugün sadece Ege Denizi'nde yer alan Santorini adasında yetiştirildiği ve bu nedenle neslinin tehlikede olduğu bildirilmektedir (Sarpaki ve ark., 2022). İspanyada da 1960 larda 160 000 ha ekim alanına sahip iken bu gün yok olma tehlikesiyle karşı karşıyadır (Rubiales ve Flores, 2020). İtalya'nın bazı bölgelerinde de yaygın olarak tüketilmekte ve tohumlarının mercimeğe benzerliği nedeniyle siyah mercimek "lenticchia nera" olarak adlandırılır. Tadı konusunda bazı olumsuz yargılar olmakla birlikte, İtalyan çiftçiler *Va*'nın mercimeğe göre daha verimli ve zararlılara karşı daha dayanıklı olduğunu ifade etmektedir. Nitekim bakla

başına tohum sayısı, mercimekte yaygın olan bir iki tohumdan yüksek ve aksine üç ila beş arasında değişir (Piergiiovanni, 2021). İtalya'nın farklı bölgelerinde de bitkinin tarımının yapıldığı ancak ya yok olduğu ya da yok olma eğiliminde olduğuna değerlendirilmektedir. Sicilya'da farklı köylerde *Va* tarımına ait bulgulara rastlanmıştır, ancak buralarda bitkinin tarımının yakın zamanda ortandan kalktığı tespit edilmiştir (Maly ve ark., 1987; ISPRA, 2013). Sardunya'nın güneybatısındaki küçük bir ada olan S. Antioco'nun bir köyü (Calassetta'da) (Laghetti ve ark., 2000) ve Apulia'nın güneyindeki üç köyde (Corigliano d'Otranto, Soleto ve Martano'da (Accogli ve ark., 2012) siyah mercimek adı altında *Va* ekimi ve tüketimi devam etmektedir.

Va Türkiye'de baklagil olarak yetiştirilmekte ve hem çiftçiler tarafından hem de pazarda sarı mercimek adıyla bilinmektedir (Uzun ve ark., 2011). Üretim alanı ve miktarı, bitkiye ait resmi istatistiklerde veri bulunmadığı için olanaksızdır. Bu alandaki bilgiler çoğunlukla çiftçilerin veya yerel kaynakların beyanlarına dayanmaktadır. Çiftçi beyanları göstermektedir ki Türkiye'de azımsanmayacak miktarda yetiştirilmektedir. Türkiye'de *Va* yetiştiriciliği Ege Bölgesinin iç kısımlarında (Uşak, Manisa ve Kütahya) ve daha çok yüksek rakımlı bölgelerde yapılmaktadır. Şüphesiz bu dağılımda bitkinin ekolojik istekleri temel belirleyicidir. Ancak kültürel ve ekonomik nedenlerin rolü de göz ardı edilemez olabilir. Çiftçilerin beyanları bitkinin bölgedeki tarımının çok eskilere dayandığı yönündedir. Üstelik çiftçiler *Va*'nın sarı mercimek olarak ve kırmızı mercimekten daha yüksek fiyatlara satıldığını ifade etmektedir.

Va bu güne kadar modern ıslaha konu edilmemiş ve olumsuz müdahalelerden korunmuş bir türdür. Hem Türkiye'de hem de diğer ülkelerde daha çok marjinal alanlarda ve düşük girdi kullanarak yetiştirilmektedir. Dolayısıyla *Va*'nın belki de en önemli özelliği genetik yapısı insan

müdahillerine maruz kalmamış ve tarımın yaygın kimyasal risklerini içermeyen güvenilir bir kültür bitkisi olarak kalmış olmasıdır. Türkiye’de Üretim materyali tamamıyla popülasyon özelliğindeki ata tohumlarından oluşmaktadır. Ancak bu yerel popülasyonların tarımsal içerikleri ve besin içerikleri hakkındaki bilgi son derece kısıtlıdır. Bu nedenle mevcut çalışmada Türkiye yetiştirilen tek *Va*

popülasyonlarının bazı tarımsal özellikleri ve protein içerikleri ele alınmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

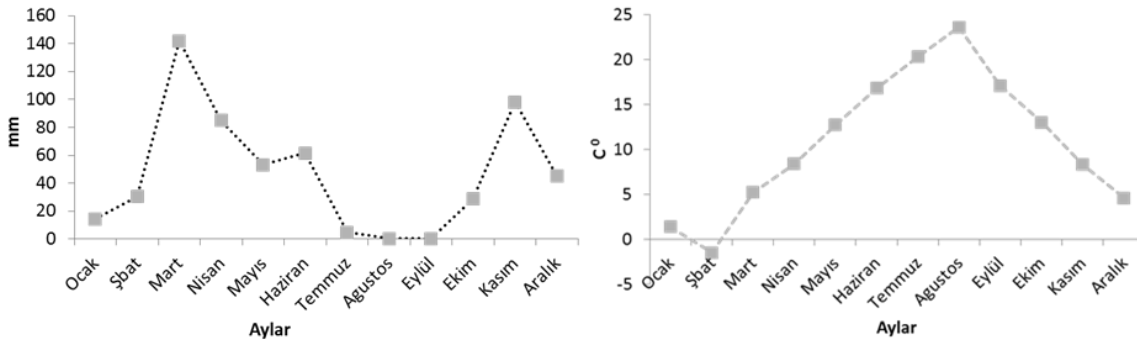
Bitki materyali olarak Manisa, Denizli ve Uşak illerinden toplanan 5 adet tek çiçekli fiğ popülasyonu (*Va*) kullanılmıştır (Tablo 1). Bütün popülasyonlar 2023 yılında Yozgat Merkezde (39° 70' 65"K, 34° 83' 46" D, Rakım:1266 m) ilkbahar (27 Mart) ekilmiştir.

Tablo 1. İncelenen tek çiçekli fiğ (*Vica articulata* Hornem) popülasyonları (*Va*) ve toplandııkları yerler

Popülasyon	Kökene (İlçe/İl)
<i>Va1</i>	Köprübaşı/Manisa
<i>Va2</i>	Kula/Manisa
<i>Va3</i>	Buldan/Denizli
<i>Va4</i>	Buldan/Denizli
<i>Va5</i>	Eşme(Uşak)

Deneme alanının toprakları, 0-30 cm derinlikten alınan örneklerin analizine göre killi, hafif tuzlu, orta kireçli, nötr pH'lı, yüksek fosforlu ve orta derecede organik madde içeriklidir. Yozgat-Merkeze ait

meteorolojik veriler Şekil 1'de verilmiştir. 2023 yılında toplam 563 mm yağış kaydedilmiştir. Vejetasyon süresine karşılık gelen dönmemde (Mart-Temmuz) ise 346 mm yağış gerçekleşmiştir.



Şekil 1. Yozgat-Merkeze ait 2023 yılı meteorolojik verileri

Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak kulmuş, ekim işlemi elle ve 300 tohum m⁻² normuyla yapılmıştır. Her parsel 0.25 m aralıklı ve 4 m uzunluğunda 5 içerecek şekilde düzenlenmiştir. Gübre olarak parsellere ekimden sonra 5 kg da⁻¹ P₂O₅ ve 2 kg da⁻¹ azot uygulanmıştır. Deneme herhangi bir pestisit veya sulama yapılmaksızın doğal iklim koşullarında yürütülmüştür. Yabancı ot mücadelesi için 2 kez elle temizlik yapılmıştır. Çalışmada çiçeklenme başlangıcı ve hasat olum tarihleri, tohum verimi, 1000 tane ağırlığı ve protein içeriği

belirlenmiştir. 1000 tane ağırlığı ve protein içeriği orijinal tohumlarda da belirlenmiştir. Tohumlar laboratuvar değirmeninde iyice öğütülmüş örneklerde Kjeldahl yöntemi ile azot analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar 6.25 katsayısıyla çarpılarak % protein içeriği hesaplanmıştır. Elde edilen veriler SPSS 20.0 istatistik programı kullanılarak analiz edilmiş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar DUNCAN çoklu karşılaştırma testiyle ortaya konmuştur.

3. Bulgular

İncelenen tek çiçekli fiğ (*Va*) popülasyonları arasında fenolojik özellikler

bakımından farklılıklar tespit edilmiştir. Tüm *Va* popülasyonlarına nisan ayının ilk haftasında ve ekilişten 69-75 gün sonra çiçeklenme başlamıştır. *Va2* ve *Va5* popülasyonlarında ilk çiçeklenme yaklaşık 1 hafta daha geç gerçekleşmiştir. *Va* popülasyonları hasat olgunluğuna ise temmuz ayının son haftasında ve ekildikten 117 ila 122 gün sonra ulaşmışlardır. *Va2* ve *Va5* popülasyonları hasat olgunluğuna da diğerlerinden 3-4 gün sonra ulaşmıştır. *Va1*, *Va3* ve *Va4* her iki döneme de hemen hemen anı sürelerde ulaşmışlardır. Bununla birlikte denemede ölçüm alınmamış

olmakla birlikte *Va2* ve *Va5* popülasyonları diğerlerinden morfolojik olarak da farklı ve belirgin bir şekilde daha kısa boylu olduğu görülmüştür. Çiçek rengi ve tohum rengi gibi özellikler bakımından da belirgin bir farklılık tespit edilmemiştir. *Va*'nın vejetatif kısımları, tohumları ve kotiledon rengi Şekil 2'de görülmektedir. Buna göre incelenen popülasyonların bitki boyu ve fenolojik özellikler bakımından iki grup oluşturduğu; bunlardan birine geççi ve kısa boylu olan *Va2* ve *Va5* diğerine ise daha uzun boylu ve erkenci *Va1*, *Va3*, ve *Va4* yer aldığı söylenebilir.



Sekil 2. Tekçi çekli fiğın yaprak ve çiçeği (a), tohum (b) ve kotiledon renginin (c) görünüşleri

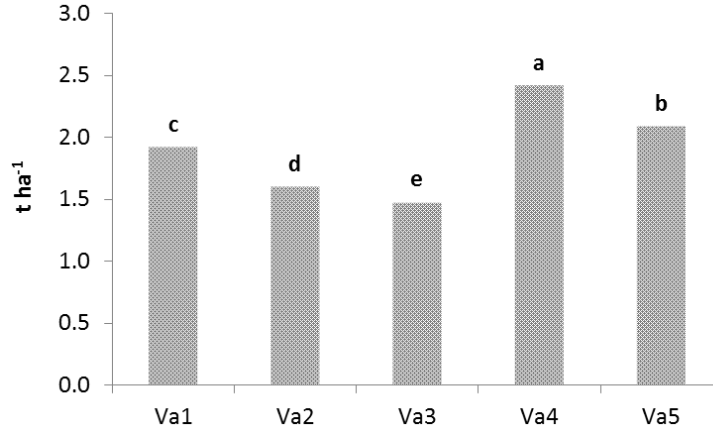
Araştırılan *Va* popülasyonlarının Yozgat ekolojik koşullarında tohum verimleri 1.47 - 2.41 t ha⁻¹ arasında değişerek önemli seviyede ($p < 0.01$) farklılık göstermiştir (Şekil 3). En yüksek ve düşük tohum verimi sırasıyla *Va4* ve *Va3*'de tespit edilmiştir.

Bitkilerin kıyaslanması ve besleme değeri açısından 1000 tane ağırlığı ve protein içeriği önemli özelliklerdir. Bu bağlamda mevcut çalışmada *Va* popülasyonları her iki özellik bakımında da incelenmiştir. Popülasyonlar arasında 1000

tane ağırlığı önemli düzeyde ($p < 0.01$) farklılık göstermiş, üstelik bu farklılık hem deneme koşullarında elde edilen hem de orijinal tohumlarda gözlenmiştir (Tablo 3). Orijinal tohumlarda 1000 tane ağırlığı en yüksek *Va1* (55.2 g), en düşük *Va5* (40.5 g) popülasyonunda kaydedilmiştir. Deneme koşullarında ise popülasyonların 1000 tane ağırlığı 47.2- 52.1 g arasında değişmiş ve rakamsal olarak en yüksek değer *Va4* popülasyonunda tespit edilmiştir.

Tablo 2. İncelenen tek çiçekli fiğ (*Va*) popülasyonlarında belirlenen ortalama ilk çiçeklenme ve hasat olum tarihleri (n=3) (Ekim tarihi: 27.03.2023)

Popülasyon	Çiçeklenme başlangıç tarihi		Hasat olum tarihi	
	Tarih (gün.ay)	Gün sayısı	Tarih (gün.ay)	Gün sayısı
<i>Va1</i>	04.06	69	22.07	117
<i>Va2</i>	10.06	75	27.07	122
<i>Va3</i>	04.06	69	23.07	118
<i>Va4</i>	04.06	69	22.07	117
<i>Va5</i>	08.06	73	26.07	121
Ortalama		71		119



Şekil 3. İncelenen tek çiçekli fiğ (*Va*) popülasyonlarının Yozgat ekolojisinde belirlenen tohum verimleri. Tane verimi bakımından popülasyonlar arasındaki farklılık önemlidir ($p<0.01$). Aynı harflerle gösterilen barlar arasında fark yoktur ($p<0.05$)

Orijinal ve denemeden elde edilen tanelerin protein içeriği *Va* popülasyonları arasında kayda değer bir değişim göstermiş ve bütün popülasyonlarda deneme koşullarında daha yüksek değerler elde edilmiştir (Tablo 3). Orijinal tohumların ham protein içeriği %22.90 - 25.34 arasında

değişmiştir. Yozgat koşullarında ise popülasyonların ham protein içeriği %26.08 - 27.90 arasında ve rakamsal olarak en yüksek *Va3*, en düşük *Va4*'te tespit edilmiştir. Bununla birlikte *Va1*, *Va2* ve *Va5*'te en yüksek grupta yer almışlardır.

Tablo 3. İncelenen tek çiçekli fiğ (*Va*) popülasyonlarının orijinal tohumlarında ve Yozgat ekolojisinde belirlenen 1000 tane ağırlıkları ve protein içerikleri

Popülasyon	1000 tane ağırlığı (g)		Protein oranı (%)	
	Orijinal **	Yozgat**	Orijinal	Yozgat
<i>Va1</i>	55.2 a	51.8 a	25.34 a	27.62 a
<i>Va2</i>	52.0 b	47.7 c	24.12 a	27.75 ab
<i>Va3</i>	49.9 c	50.6 b	23.25 c	27.90 a
<i>Va4</i>	50.1 c	52.1 a	22.90 c	26.08 c
<i>Va5</i>	49.5 c	51.4 a	25.15 a	27.26 a
Ortalama	51.3	50.7	24.2	27.3

** $p<0.01$, Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur ($p<0.05$)

4. Tartışma

Tek çiçekli fiğın tarımı hakkında çok fazla bilgi eksikliği bulunmaktadır. Tarımı ve geçmişi hakkında Türkiye' de yürütülen bilimsel çalışmalar da oldukça kısıtlıdır. Bu nedenle mevcut çalışmanın sonuçları bu konudaki bilgi eksikliğinin giderilmesine önemli katkılar sunmaktadır. *Va*'nın ekolojik uyumu ve insan kullanımı açısından kıyaslanabileceği veya karşılaştırılabileceği en uygun bitki mercimektir. Zira hem Türkiye'de hem de yetiştirildiği diğer Akdeniz ülkelerinde sarı mercimek olarak bilinmektedir (Piergiorganni, 2021; Uzun ve ark., 2011). Türkiye kökenli 5 adet *Va* popülasyonu olum dönemleri, verim ve protein içerikle bakımından önemli düzeyde farklı

olmuştur. Ayrıca bulgular söz konusu farklılığın genetik düzeyde olduğuna işaret etmektedir ki bu ıslah açısından olumlu bir durumdur. İncelenen tek çiçekli fiğ popülasyonları ortalama olarak; ekimden yaklaşık 2.5 ay sonra (71 gün) çiçeklenmeye başlamış ve 4 ay sonra da hasat (119 gün) olgunluğuna ulaşmıştır. Hasat olgunluk süresi açısından popülasyonlar arasında 5 güne varan fark oluşmuştur. Üstelik erkenci olanlar verim ve protein içeriği bakımından da üstün olmuştur. Erkencilik birçok bakımdan tercih sebebidir ve özellikle ikinci ürün yetiştirilen alanlara önemli bir avantaj sunabilir. Farklı bir araştırmada Yozgat koşullarında ve yazlık ekilen 9 mercimek çeşidinde %50 çiçeklenme süresi 69.6 - 81.

9 gün, hasat olgunluk süresi ise 124.9 - 112.6 gün olarak belirlenmiştir (Erbaş Köse, 2018). Dolayısıyla *Va* bölgede mercimekle benzer vejetasyon süresine sahiptir. Tane verimi popülasyonlar arasında öneli derecede değişim göstermiş ve ortalama 2.09 t ha^{-1} olarak kaydedilmiştir. Bu verim değeri mercimekle rahatlıkla rekabet edebilir bir seviyededir. Erbaş Köse ve ark. (2017), farklı mercimek çeşitleri için Yozgat ekolojisinde ortalama tane verimini $1.12 - 2.01 \text{ t ha}^{-1}$ belirlemişlerdir. İspanya'nın farklı bölgelerinde ise *Va* popülasyonlarının tane verimi $0.65 - 1.1 \text{ t ha}^{-1}$ arasında bildirilmiştir (Rubiales ve Flores, 2020). 1000 tane ağırlığı da popülasyonlardan önemli derecede etkilenmiş ve ortalama olarak orijinal materyallerde 51.3 deneme koşullarında ise kısmi bir düşüşle 50.7 g olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde, mevcut çalışmada belirlenen ham protein içeriği de popülasyonlar arasında önemli derecede farklılık göstermiş ve deneme koşullarında belirlenen ortalama (%27.3), orijinal tohumlara ait ortalamadan (%24.2) daha yüksek olmuştur. Bu veriler 1000 tane ağırlığının genetik kontrolünün yüksek, protein içeriğinin ise yetiştirme koşullarına hassas bir özellik olduğuna işaret etmektedir. Daha önce yine Yozgat ekolojinde 9 adet yerel yeşil mercimek genotipi ile ve iki yıl süreyle yürütülen çalışmada; 1000 tane ağırlığı genotipler arasında geniş bir varyasyona ($51.8-65.7 \text{ g}$) sahipken, ekim sıklıkları arasında benzer ($59.0-59.6 \text{ g}$) bulunmuştur (Erbaş Köse ve ark., 2017). Ham protein oranlarında ki değişimler *Va*'nın besleme değeri açısından, genotip yanında ekoloji ve agronomik işlemlerin önemini açıkça ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, farklı ekolojik koşullarda yetiştirildikleri için orijinal tohumların ham protein oranlarının farklı olması beklen bir durumdur. Ancak, bu farklılığın deneme koşullarında da gözlenmiş olması *Va* popülasyonlarının genetik farklılığına işaret etmektedir. Türkiye koşullarında farklı mercimek çeşitlerinde ortalama protein içeriği %26.7-

27.9 (Kaya, 2010) % 27.5- 29.0 (Erbaş Köse ve ark., 2017) olarak bildirilmiştir. İtalya'nın güneyine ait yerel bir *Va* popülasyonunda 1000 tane ağırlığı 68.3 g , protein oranı ise %28.4 olarak bildirilmiştir (Piergiovanni, 2021). Dolayısıyla *Va*'nın protein içeriği mercimekle rekabet edebilir düzeydedir.

5. Sonuç

Elde edilen sonuçlar Türkiye'de yetiştirilen *Va* popülasyonlarının verim ve protein içeriği bakımından çok yüksek bir potansiyel taşıdığını ve mercimekle rekabet edebilir düzeyde olduğunu göstermektedir. Öte yandan, bu sonuçların Yozgat gibi iklimsel kısıtların yüksek olduğu bir ekolojide elde edilmesi oldukça ümit vericidir. *Va*'nın dünyadaki tarımına bakıldığında Akdeniz ekolojisine uyum sağladığı söylenebilir. Yozgat karakteristik Akdeniz iklimine göre daha zor koşullar içermektedir. Nitekim ilkbahar ekimi yapılmasına rağmen geç soğuklar nedeniyle bitki gelişimi çok yavaş seyretmiş ve bazı bitkilerde soğuk zararı oluşmuştur. Ancak, sıcaklık artışına çok olumlu tepki verdikleri gözlenmiştir. Denemede ki gözlemlere dayanarak, bitkinin kuraklığa dayanımının orta düzeyde olduğu söylenebilir. Bu itibarla, tane baklagil olarak *Va* düşük rakımlı, daha ılıman ve kuraklığın önemli derecede kısıtlayıcı olmadığı koşullarda daha iyi verim değeri ortaya koyabilir.

Kaynaklar

- Accogli, R., Dimitri, G., Marchiori, S., 2012. Lenticchia nera di Soletto: Storia locale di un legume minore. In Proceedings of the IX Biodiversity National Congress, Bari, Italy, 5–7 September; Volume II, pp. 262–266.
- Enneking, D., 1995. Post-harvest detoxification: the key to alternative *Vicia* grain legumes? In: Lathyrus sativus and human lathyrism: progress and prospects, eds. H.K.M. Yusuf, and F. Lambein, 85–92, University of Dhaka.Francis,

- Erbaş Köse, Ö.D., Bozoğlu, H., Mut, Z., 2017. Yozgat koşullarında yetiştirilen yeşil mercimek genotiplerinin verimine ekim sıklığının etkisi, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 20 (Özel Sayı): 351-355.
- Erbaş Köse, Ö.D., 2018. Farklı ekim sıklıklarında yetiştirilen yazlık ve kışlık mercimek çeşitlerinin tarımsal ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Onduz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Samsun.
- Francis, C.M., Enneking, D., Abd El Moneim, A.M., 2000. When and where will vetches have an impact as grain legumes? In: Linking research and marketing opportunities for Pulses in the 21st Century, ed. R. Knight, 671–683. Proceedings of the third international food legume research conference, Adelaide 1997. Current plant science and biotechnology in agriculture, Vol. 34. Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers.
- Laggetti, G., Piergiovanni, A., Galasso, I., Hammer, K., Perrino, P., 2000. Single-flowered vetch (*Vicia articulata* Hornem.): A relic crop in Italy. *Crop Science Journal*, 47: 461–465.
- Maly, R., Hammer, K., Lehamann, C.O., 1987. Sammlung pflanzlicher genetischer Ressourcen in S" uditalien-ein Reisebericht aus dem Jahre 1950 mit Bemerkungen zum Schicksal der Landsorten "in situ" und in der Genbank. *Kulturpflanze*, 35: 109–134.
- ISPRA, 2023. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
- Frutti Dimenticati e Biodiversità Recuperate; Quaderni Natura e Biodiversità: Roma, Italy, p. 34.
- Piergiovanni, A., Taranto, G., 2005. Simple and rapid method for the differentiation of *Lens culinaris* Medik. from false lentil species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: 6593-6597.
- Piergiovanni, A., Taranto, G., 2005. Simple and rapid method for the differentiation of *Lens culinaris* Medik. from false lentil species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: 6593-6597.
- Piergiovanni, A.R., 2021. Nutritional characteristics of black lentil from Soletto: a single-flower vetch landrace of Apulia Region (Southern Italy). *Foods*, 10: 2863.
- Rubiales, D., Flores, F., 2020. Adaptation of One-Flowered Vetch (*Vicia articulata* Hornem.) to Mediterranean Rain Fed Conditions. *Agronomy*, 10: 383.
- Sarpaki, A., Skoula, M., Katsipis, S., 2022. *Vicia articulata*, a traditional crop legume, near extinction, found in Santorini (Thera), Greece; possible implication for archaeobotany/palaeoethnobotany and its great value for its future need in agriculture. *Research Square*, 1:17.
- Uzun, A., Gucer, S., Acikgoz E., 2011. Common vetch (*Vicia sativa* L.) germplasm: correlations of crude protein and mineral content to seed traits. *Plant Foods for Human Nutrition*, 66: 254–260.

Atf Şekli: Başaran, U., 2024. Nesli Tehlikede Olan Geleneksel Tane Baklagil, Tek Çiçekli Fiğ (*Vicia articulata* Hornem): Türkiye Orijinli Popülasyonların Bazı Tarımsal Özellikleri ve Protein Temelli Besleme Değeri. *MAS Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 9(Özel Sayı): 892–898. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.13928621>.

To Cite: Başaran, U., 2024. The Endangered Traditional Pulse, Single-Flowered Vetch (*Vicia articulata* Hornem): Some Agronomic Characteristics and Protein-Based Nutritional Value of Populations from Türkiye. *MAS Journal of Applied Sciences*, 9(Special Issue): 892–898. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.13928621>.

Developing Rp-Hplc Method and Determination in Vitro Cytotoxicity of Silymarin Obtained From *Silybum marinum* PlantErten AKBEL ^{1*}, İbrahim BULDUK ², Funda KARABAĞ ³¹ Uşak University, Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation Uşak² Afyon Kocatepe University, Faculty of Engineering, Department of Chemical Engineering, Afyonkarahisar³ Uşak University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Molecular Biology and Genetics Uşak*Corresponding author: erten.akbel@usak.edu.tr

Received: 08.07.2024

Accepted: 25.08.2024

Abstract

The Asteraceae family's *Silybum marinum* plant, commonly known as thistle, yields silymarin in its seeds. A frequently employed hepato-protective treatment for conditions like cirrhosis, fatty liver due to alcohol and hazardous chemicals, and hepatitis is silymarin. Conventional milk thistle extract is derived from seeds containing a silymarin content of 4-6%. The extract has 20–35% fatty acids, including linoleic acid, and 65–80% silymarin (a flavonolignan complex). Silymarin constitutes a complex blend of polyphenolic compounds that also contains a flavonoid (taxifolin) and seven closely related flavonolignans (silybin A, silybin B, isosilybin A, isosilybin B, silychristin, silychristin, and silydianin). The two main diastereoisomers of silymarin, silybin A and silybin B, are approximately equally mixed in silibinin, a semi-purified fraction of silymarin. The impact of silymarin on liver, pancreatic, prostate, and skin cancers has been the subject of numerous patents. Owing to silymarin's antioxidant and anti-inflammatory properties, and its ability to modulate various proteins and genes, silymarin exhibits anticchemopreventive effects. Moreover, silymarin mitigates the damaging effects on healthy cells or organs. Consequently, silymarin holds potential as an adjuvant therapy for cancer. In this study, the cytotoxicity of silymarin extracts obtained via the HPLC technique—known for its sensitivity, utility, and established efficacy in determining silymarin quantity from the *Silybum marianum* plant—was assessed using a colorimetric test on A-549 cells. It was found that 100 µM was the LD50 when silymarin was administered to A-549 cells in dosages of 25, 50, 75, and 100 µM.

Keywords: HPLC, *Silybum marianum*, silymarin, cytotoxicity

1. Introduction

In the past decade, there has been a marked uptick in scientific interest in exploring the usage of naturally occurring compounds or micronutrients and their potential impacts on human health (Delmas, 2020). These plant-derived compounds have cellular targets that closely resemble those of modern pharmaceuticals (Vaidya et al., 2018). Indeed, it has been recently reported that over 1600 patents have been issued for flavonoids and more than 3000 for polyphenols (Delmas, 2020). A well-studied blend of polyphenolic antioxidants, known as silymarin, is sourced from the seeds of the thistle plant (*Silybum marianum*) (Surai, 2015). This plant, a member of the Asteraceae family, is under scrutiny as a potential natural remedy for various ailments, including cancer, heart disease, and neurological disorders (Bartolome et al., 2013). Despite its limited bioavailability, silymarin holds biological significance for human health, particularly in illnesses characterized by inflammation and oxidative stress (Delmas, 2020). Silymarin boasts a variety of noteworthy attributes, including antiviral, anti-inflammatory, and anticancer properties (Karimi et al., 2011). Numerous investigations have demonstrated silymarin's ability to halt the growth of several types of tumor cells, including those affecting the prostate (Davis-Searles et al., 2005), breast (Kim et al., 2021), colon (Bayram, 2017), ovary (Koltai and Fliegel, 2022), lung (Vargas et al., 2021), and bladder (Eser et al., 2012). In this study, a sensitive, efficient, and thoroughly validated method for quantifying silymarin in plant materials was developed. The devised approach ensured the best basic solubility of the seven recognized silymarin components within less than 15 minutes. The cytotoxicity of the obtained extracts was also assessed using a colorimetric assay, specifically the MTT test, on A-549 cells.

2. Materials and Methods

2.1 Reagents

Sigma Chemical Co. supplied the silibinin reference standard ($\geq 98.0\%$), trifluoroacetic acid ($\geq 99.0\%$), acetonitrile ($\geq 99.9\%$), methanol ($\geq 99.9\%$), and silymarin. A Milli-Q System was used to produce the ultrapure water employed in the experimental procedures, which had a conductivity of less than 0.05 S cm^{-1} . All other substances were of sufficient purity for analysis. In this research, *Silybum marianum* was cultivated on the grounds of the Faculty of Agriculture and Natural Sciences at Uşak University in Turkey. Various organs of the plant were partitioned and air-dried for 15 days in a darkened setting. The dried material was pulverized to a fine powder in a mortar.

2.2 Standard solutions

A precise 25 mg quantity of the reference standard was transferred into a 50 mL volumetric flask, followed by the addition of 15 mL of methanol. Methanol was then added until the volume was reached after sonication of the flask contents for five minutes. This resulted in the creation of a stock standard solution with a concentration of 500 g mL^{-1} . The stock solution was subsequently diluted with methanol to create a series of standard solutions ($5\text{-}30 \text{ g mL}^{-1}$, $n=6$). Each solution was then filtered through a membrane filter with a porosity of $0.45 \mu\text{m}$.

2.3 Extraction of plant material

Powdered *Silybum marianum* seeds, weighing 500 mg, was weighed with precision. Subsequently, 50 mL of methanol was added, and the mixture was subjected to extraction in an ultrasonic bath for 15 minutes. Upon completion of the extraction process, the solution was filtered through Whatman filter paper (with white bands).

2.4 Analytical instrument and conditions

The HPLC analyses were carried out using an Agilent 1260 system, which includes a quad-gradient pump, an autosampler, a UV detector, and ChemStation software. A novel

chromatographic method has been devised and verified for the precise and accurate quantification of silymarin in milk thistle plant extracts. Chromatographic separation was executed using an Agilent Extend C18 (250x4.6 mm, 5 μm) column. Ultrapure water containing 0.1% Trifluoroacetic acid and acetonitrile (67/33, v/v) served as the mobile phase at a flow rate of 1.0 mL min⁻¹. Detection of the eluents was conducted at a wavelength of 288 nm using a UV detector. An injection volume of 20 μl was employed.

2.5 Cell culture

Before starting cell culture, it was ensured that all plasticware and premade sterile media were obtained from trusted commercial sources. Lysates and media samples, prepared post-incubation, underwent cell viability assays based on a standard method. A549 cells were cultivated in RPMI 1640-based medium supplemented with 1% penicillin/streptomycin and 10% fetal bovine serum (FBS), maintaining sterile conditions. The cells were then cultured in T25 and T75 flasks within a CO₂ incubator with CO₂ levels set at 5% and a temperature of 37 °C. Subculture was initiated once cell density covered approximately 85% of the flask surface. When cell numbers were deemed sufficient, they were utilized for subsequent experiments.

2.6 Cytotoxicity assay

In this study, commercial silymarin with a content of 45% w/w of apigenin 7-glucoside, silydianin, isosilybin, silychristin, and silybin (A and B) was

employed. The assessment of silymarin's effects on breast and lung cancer cell viability was conducted using the 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide (MTT) assay. To achieve this, a stock solution of silymarin (in DMSO with a final concentration of 1%) was prepared (Polyak et al., 2013).

3. Results and Discussions

On the HPLC device, chromatograms were captured for standard solutions of silymarin and silibinin, with distinct peak regions for each component being noted. These peak area-concentration plots were subsequently converted into calibration graphs. The silymarin complex, comprising several physiologically active, closely related constituents, includes silychristin, silydianin, silybin A, silybin B, dehydrosilybin, isosilybin A, and isosilybin B. The chromatogram's concentration was determined using the silibinin calibration graph, by summing the areas of all seven peaks. The quantity of silibinin in the extracts was calculated utilizing the proposed analytical method. Figure 1 depicts the chromatogram of the silymarin standard solution (50 g mL⁻¹). The HPLC chromatogram of the silibinin standard solution (30 mg μL^{-1}) is shown in figure 2. Lastly, figure 3 presents the chromatogram of the methanol extract from thistle seeds. Extracts of milk thistle seeds were analyzed with the developed analytical method and the silymarin content was determined. It was determined that milk thistle seeds extracts contained 28 $\mu\text{g mL}^{-1}$ silymarin.

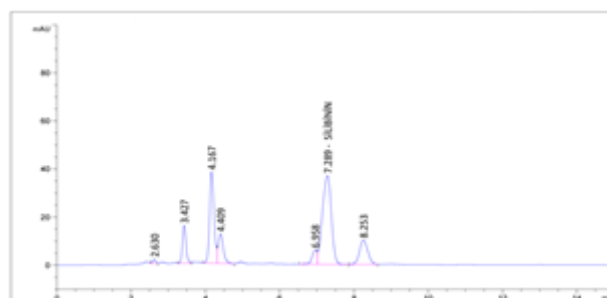


Figure 1. The HPLC Chromatogram of Silymarin Solution (50 $\mu\text{g mL}^{-1}$)

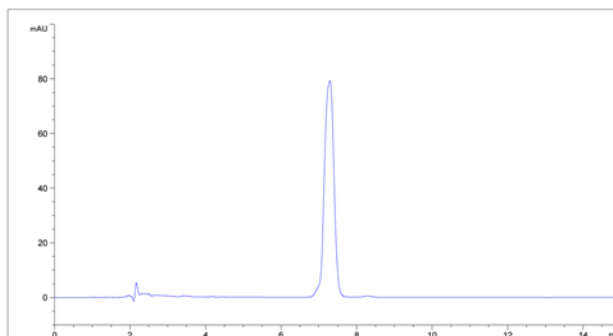


Figure 2. The HPLC Chromatogram of Silibinin Standard Solution ($30\mu\text{g mL}^{-1}$)

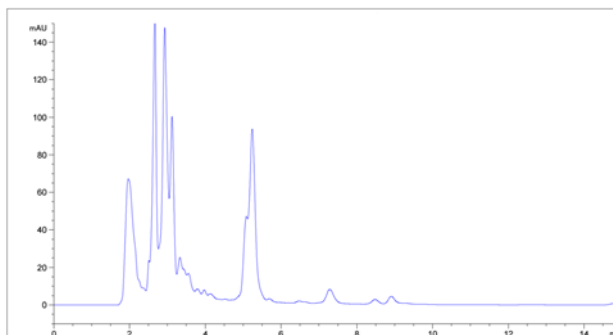


Figure 3. The HPLC chromatogram of the milk thistle extract

3.1. Cytotoxic effects of silymarin on a549 cells

25 M, 50 M, 75 M, and 100 M silymarin were applied to cells cultivated in 96 microplates until they reached logarithmic phase for 48 hours in order to assess the percentage survival rates of A549 cells after application of various concentrations of substance. After that, MTT cytotoxicity

testing was carried out (Figure 4). Cell viability after the application of silymarin was found to be 98%, 89%, 74%, and 52%, respectively. Adipocytes were shown to be less proliferative after application of 100 M BGM. A549 cells did not experience any anti-proliferative effects after being exposed to 25 M silymarin (Figure 4).

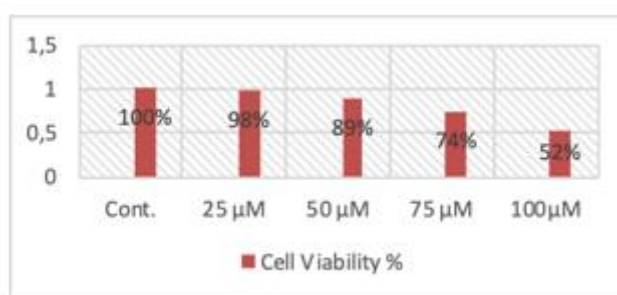


Figure 4. A549 cells are cytotoxic to silymarin at various doses. A MTT test was conducted. For 48 hours, A549 cells were exposed to 25 mM, 50 mM, 75 mM, and 100 mM BGM.

Silymarin, commonly known as milk thistle or *Silybum marianum* L., is a blend of isomers and flavonoids found in the seeds and fruits of this plant. Apart from its primary constituent, Silibin (or silibinin), Silymarin also comprises flavonolignans

like Silydianin, Silycristin, Isosilbin, and Taxifolin (Antika and Dewi, 2021). The polyphenolic flavonoid, Silymarin, is made up of Silybin, Silychristin, Isosilybin, and Silydianin, which constitute 33.4%, 12.9%, 8.35%, and 3.5% of its structure,

respectively (Wang et al., 2023). Both the flavonoid Silymarin and its constituent silibinin are compounds known for their hepatoprotective effects. However, literature reveals that they act in four distinct ways: (i) as antioxidants, scavenging and regulating intracellular glutathione content; (ii) as stabilizers of cell membranes and regulators of permeability, preventing hepatotoxic substances from entering hepatocytes; (iii) as promoters of ribosomal RNA synthesis, stimulating liver regeneration; and (iv) as inhibitors of the transformation of stellate hepatocytes into myofibroblasts, a process leading to collagen fiber deposition and ultimately, cirrhosis (Fraschini et al., 2002). A considerable number of articles have been published in the past 30 years focusing on Silymarin, a complex blend of flavonolignans, and its individual constituents, highlighting their activities and limitations. In other classes of compounds isolated from this plant, primarily terpenoids and steroids, a general framework for their biological activities is lacking (Giordano et al., 2021). Specifically, the effects of silymarin have been explored in various diseases, such as anti-cancer, anti-inflammation, hepatoprotection, and neuroprotection. Multiple studies suggest that consuming milk thistle may decrease the risk of developing certain types of cancer, including breast, skin, prostate, and lung cancer. The most widely accepted theory of carcinogenesis posits that changes in DNA lead to various types of cancer. It has been reported that silymarin can protect against DNA damage caused by different carcinogens, suggesting a cancer preventive property. Additionally, silymarin and silibinin have been shown to significantly reduce methyl methanesulfonate-induced DNA damage in human blood cells, as proven by the alkaline comet assay. It was also found that silymarin blocks the binding of DNA topoisomerase proteins and the expression of cell division cycle-related genes, acting as an antitumor agent by

inhibiting the growth of human hepatocellular carcinoma (Antika and Dewi, 2021). The power and frequency of ultrasonic waves have a greater effect than other methods to extract flavonoid content (Karabegović et al., 2018). In addition to chromatography, which was a critical factor in developing an unconventional extraction process (Azmir et al., 2013), the extraction method from seeds or various plant parts also plays a crucial role in isolating flavonolignans. The traditional method involves first degreasing the plant material using hexane or petroleum ether, or partially degreasing it by pressing, and then extracting the silymarin with ethyl acetate, methanol, or acetone. An accelerated solvent extraction technique was used to shorten the time and solvent requirements for silymarin extraction. Moreover, ultrasonic-assisted extraction increased the amount of silymarin obtained (Chambers et al., 2017). Therefore, ultrasonic-assisted methanol extraction was used in our study. Silymarin and silibinin protect mitochondria by reducing oxidative stress. In addition, silymarin has antifungal and antibacterial properties. As viral infections pose a significant public health threat, it has been observed that silymarin and its derivatives exhibit strong antiviral activity against several viruses, including hepatitis C, hepatitis B, dengue virus, the enterovirus family, mayaro virus, and chikungunya virus (Polyak et al., 2013; El Menshawe et al., 2014; Teng et al., 2016; Lalani et al., 2020). Several patents have been published on the effect of silymarin on liver, pancreatic, prostate, and skin cancers, highlighting the antioxidant and anti-inflammatory effects of silymarin and its ability to regulate different proteins and genes, leading to its anticancer preventive effect. Silymarin also reduces the toxic effects on vital organs or healthy cells. Therefore, it is plausible to consider that silymarin may play a role in adjuvant cancer treatment (Emadi et al., 2022). An assay for *in vitro* cytotoxic activities in a standardized cell culture system was conducted to

determine which cancer cells were affected. This research was conducted on the human lung cancer cell line A549. Based on the studies, no effect was observed in A549 cells treated for 24 hours within the range of 10 to 100 μM of individual silymarin compounds (Bijak et al., 2017). In our study, a concentration of 100 μM of silymarin extracted from the seed within 48 hours reduced cell viability to approximately 50%. Therefore, since the compounds did not have an effect when applied individually, they may have a synergistic effect when combined. In another study with silymarin-loaded solid lipid nanoparticles, the concentration of silymarin applied for 24 hours as IC₅₀ was found to be 25 μM . When compared with our study, it is concluded that silymarin loaded on solid lipid particles is more effective (Sezer, 2021). As a similar example, in another study, silymarin loaded on iron oxide nanoparticles was examined in the A549 cell line and showed higher in vitro anticancer activity against A549 cancer cells (Manikandan and Raffiea Baseri, 2022). In summary, the specific targeting of nanocarriers such as iron oxide to cancer cells increases the power of silymarin. To examine the effects of silymarin on metastatic lung cancer, Anip973 cells, the IC₅₀ value was determined as 18.6 mg/ml, as the inhibitory effect of silymarin on anip 973 cells applied at concentrations between 5-40 mg/ml for 24, 48 and 72 hours was significant at the 48 hour time point (Liv et al., 2011). From this point of view, when we compare the A549 human lung cancer line with the metastatic anip973 cell line; It has been observed that much higher concentrations of silymarin are required to reduce the viability of metastatic cells. Since metastatic tumor cells are much more aggressive, this result showed that higher silymarin concentration is required than the A549 cell line we used. On the other hand, in a different study applied to MCF-7 breast cancer cell line of silymarin, the dose found as IC₅₀ was 77.36nM/ml. It has succeeded

in showing the same effect in breast cancer and lung cancer cell lines at approximately the same dose (Gheybi et al., 2019).

5. Conclusions

In line with all the results found, it is thought that silymarin may be effective on cancer. Based on the literature information, new significant information can be added to the field of cancer in the light of the trials made by creating a synergetic effect with other agents used in combination with silymarin, especially in combination with silymarin.

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

- Antika, L.D., Dewi, R.M., 2021. The pharmacological properties of silymarin and its constituents. *Natural Product Sciences*, 27(2): 68-77.
- Azmir, J., Zaidul, I.S.M., Rahman, M.M., Sharif, K.M., Mohamed, A., Sahena, F., Omar, A.K.M., 2013. Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: A review. *Journal of food engineering*, 117(4): 426-436.
- Bartolome, A.P., Villaseñor I.M., Yang, W.C., 2013. *Bidens pilosa* L. (Asteraceae): Botanical properties, traditional uses, phytochemistry and pharmacology. Evidence-based complementary and alternative medicine, 51.
- Bayram, D., 2017. Silibinin in vitro ortamda CCL-228-SW 480 kolon kanseri hücre hattı üzerine apoptotik etkisinin araştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 8(2): 1-7.

- Bijak, M., Synowiec, E., Sitarek, P., Sliwiński, T., Saluk-Bijak, J., 2017. Evaluation of the cytotoxicity and genotoxicity of flavonolignans in different cellular models. *Nutrients*, 9(12): 1356.
- Chambers, C.S., Holečková, V., Petrásková, L., Biedermann, D., Valentová, K., Buchta, M., Křen, V., 2017. The silymarin composition and why does it matter???. *Food Research International*, 100(3): 339-353.
- Davis-Searles, P.R., Nakanishi, Y., Kim, N.C., Graf, T.N., Oberlies, N.H., Wani, M.C., Wall, M.E., Agarwal, R., Kroll, D.J., 2005. Milk thistle and prostate cancer: differential effects of pure flavonolignans from *Silybum marianum* on antiproliferative end points in human prostate carcinoma cells. *Cancer Research*, 65(10): 4448-57.
- Delmas, D., 2020. Silymarin and derivatives: from biosynthesis to health benefits. *Molecules*, 25(10): 2415.
- El Menshawe, S.F., Ahmed, A.S., Abdelaty, L.N., Aboseif, M.A., 2014. Study of hepatoprotective effect of silymarin and ursodeoxycholic acid in chronic Hepatitis C Patients. *Medicine Science*, 3(4): 1655-1674.
- Emadi, S. A., Rahbardar, M. G., Mehri, S., and Hosseinzadeh, H., (2022). A review of therapeutic potentials of milk thistle (*Silybum marianum* L.) and its main constituent, silymarin, on cancer, and their related patents. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*, 25(10):1166.
- Eser, N., Göçmen, C., Erdoğan, Ş., Büyüknacar, H.S.G., Kumcu, E.K., Açıkalın, A., Önder, S., 2012. Effect of silymarin on bladder overactivity in cyclophosphamide-induced cystitis rat model. *Phytomedicine*, 19(8-9): 840-845.
- Fraschini, F., Demartini, G., Esposti, D., 2002. Pharmacology of silymarin. *Clinical Drug investigation*, 22: 51-65.
- Gheybi, F., Alavizadeh, S.H., Rezayat, S. M., Zendedel, E., Jaafari, M., 2019. Chemotherapeutic activity of Silymarin combined with doxorubicin liposomes in 4T1 breast cancer cells. *Nanomedicine Research Journal*, 4(1): 29-34.
- Giordano, M., Luongo, G., Davinelli, S., Ladhari, A., Nappo, G.R., Giordano, M., 2021. *Silybum marianum*: not Just Silymarin and Flavonolignans. *Records of Natural Products*, 15(4),
- Karabegović, I.T., Stojičević, S.S., Veličković, D.T., Nikolić, N.Č., Lazić, M. L., 2018. Direct ultrasound-assisted extraction and characterization of phenolic compounds from fresh houseleek (*Sempervivum marmoreum* L.) leaves. *Hemijaska industrija*, 72(1): 13-21.
- Karimi, G., Vahabzadeh, M., Lari, P., Rashedinia, M., Moshiri, M., 2011. "Silymarin", a promising pharmacological agent for treatment of diseases. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*, 14(4): 308.
- Kim, S.H., Choo, G.S., Yoo, E.S., Woo, J.S., Lee, J.H., Han, S.H., Jung, J.Y., 2021. Silymarin inhibits proliferation of human breast cancer cells via regulation of the MAPK signaling pathway and induction of apoptosis. *Oncology Letters*, 21(6): 1-10.
- Koltai, T., Fliegel, L., 2022. Role of silymarin in cancer treatment: facts, hypotheses, and questions. *Journal of Evidence-Based Integrative Medicine*, 27: 2515690X211068826.
- Lalani, S.S., Anasir, M.I., Poh, C.L., 2020. Antiviral activity of silymarin in comparison with baicalein against EV-A71. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 20(97): 1-12.
- Li, W., Mu, D., Song, L., Zhang, J., Liang, J., Wang, C., Wang, X., 2011. Molecular mechanism of silymarin-induced apoptosis in a highly metastatic lung cancer cell line anip973. *Cancer Biotherapy and Radiopharmaceuticals*, 26(3): 317-

- Manikandan, J., Raffiea Baseri, J., 2022. Green Synthesized Fe₃O₄ Nanoparticles as Silymarin Drug Carrier and their Anticancer Activity against Liver-HepG2 and Lung-A549 Cancer Cells. *Asian Journal of Chemistry*, 34(9): 2363-2372.
- Polyak, S.J., Ferenci, P., Pawlotsky, J.M., 2013. Hepatoprotective and antiviral functions of silymarin components in hepatitis C virus infection. *Hepatology*, 57(3): 1262-1271.
- Sezer, C.V., 2021. An in vitro assessment of the cytotoxic and apoptotic potency of silymarin and silymarin loaded solid lipid nanoparticles on lung and breast cancer cells. *Pakistan Journal of Zoology*, 53(4):1407-1415.
- Surai, P.F., 2015. Silymarin as a natural antioxidant: An overview of the current evidence and perspectives. *Antioxidants*, 4(1): 204–247.
- Teng, Y.C., Shen, Z.Q., Kao, C.H., Tsai, T.F., 2016. Hepatocellular carcinoma mouse models: Hepatitis B virus-associated hepatocarcinogenesis and haploinsufficient tumor suppressor genes. *World Journal of Gastroenterology*, 22(1): 300.
- Vaidya, A., Roy A., Chaguturu, R., 2018. How to rekindle drug discovery process through integrative therapeutic targeting? *Expert Opinion on Drug Discover*, 13(10): 893-898.
- Vargas-Mendoza, N., Angeles-Valencia, M., Morales-González, Á., Morales-Martínez, M., Madrigal-Bujaidar, E., Álvarez-González, I., Morales-González, J.A., 2021. Effect of silymarin supplementation in lung and liver histological modifications during exercise training in a rodent model. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 6(3): 72.
- Wang, Y., Yuan, A.J., Wu, Y.J., Wu, L.M., Zhang, L., 2023. Silymarin in cancer therapy: Mechanisms of action, protective roles in chemotherapy-induced toxicity, and nanoformulations. *Journal of Functional Foods*, 100: 105384.

To Cite: Akbel, E., Bulduk, İ., Karabğ, F., 2024. Developing Rp-Hplc Method and Determination in Vitro Cytotoxicity of Silymarin Obtained From *Silybum marinum* Plant. *MAS Journal of Applied Sciences*, 9(Special Issue): 899–906.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.13939065>.

ENH Kamulaştırma ve İrtifak Hakkı Değerlemede Coğrafi Ağırlıklı Regresyon Analizi

Kerem CAN ^{1*}, Bülent BOSTANCI ¹

¹ Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Kayseri

*Sorumlu yazar (Corresponding author): kerem.1905.can@gmail.com

Geliş Tarihi (Received): 08.07.2024

Kabul Tarihi (Accepted): 28.08.2024

Özet

Globalleşen dünyada, küresel ısınma, enerji üretimine duyulan ihtiyacın artması, enerji üretiminde kullanılan madenlerin hızla tükenmesi ve maddi kaynakların hızla azalmasına bağlı olarak enerji ihtiyacının karşılanması zorlaşmaktadır. Bu yüzden, üretilen enerjinin iletilmesinde Enerji Nakil Hattı (ENH) oldukça önemlidir. ENH iletimi sırasında parseller üzerinde oluşan irtifak hakkı değerine etki eden kriterler ile yeni bir fiyat araştırması yapmak amacıyla, taşınmazlara etki eden bağımsız değişkenlerle 101 adet parsel için ArcGIS yazılımı kullanılarak Çoklu Regresyon Analizi (ÇRA) ve Coğrafi Ağırlıklı Regresyon (CAR) uygulanmıştır. Her iki yöntemde de R² değeri % 96 seviyesinde olup oldukça iyi sonuçlar elde edilmiştir. CAR analizi sonucunda kamulaştırma ve irtifak hakkı değerlerini toplu değerlendirme mantığı ile hesaplayan bir formül belirlenmiştir. Ayrıca, CAR modeli ile 101 adet parselin konumsal/local ağırlıklı bölgesel yoğunluğuna göre irtifak hakkı değeri için en yüksek ve en düşük değerler tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kamulaştırma, irtifak hakkı, enerji nakil hattı, çoklu regresyon analizi

Geographically Weighted Regression Analysis in the Valuation of Expropriation and Easement Rights in ENH

Abstract

In a globalizing world, meeting energy needs is becoming increasingly difficult due to global warming, the growing demand for energy production, the rapid depletion of minerals used in energy production, and the rapid decline of financial resources. Therefore, Energy Transmission Line (ETL) is quite important in the transmission of the generated energy. In order to conduct a new price research on the value of the easement right formed on parcels during ETL transmission, Multiple Regression Analysis (MRA) and Geographically Weighted Regression (GWR) were applied using ArcGIS software for 101 parcels with independent variables affecting the property. In both methods, the R² value was at the level of 96%, yielding quite good results. As a result of the GWR analysis, a formula was determined that calculates the expropriation and easement right values using the mass valuation approach. Additionally, with the GWR model, the highest and lowest values for the easement right were determined based on the spatial/local weighted regional density of the 101 parcels.

Keywords: Expropriation, easement rights, energy transmission line, multiple regression analysis

1.Giriş

Gelişen Küresel Dünya ekonomisinde, Türkiye ekonomisini daha yüksek seviyelere çıkarmak büyük önem arz etmektedir. Milli kaynaklarımızın işletilmesi, kendi kendine yetebilme ve kendi enerjisini üreterek dışa bağımlılığı azaltmak, yeraltı kaynaklarını işletmek, gelişen teknoloji çağına ayak uydurma ve toplum hayatının devam etmesi adına enerji üretimleri son derece önemlidir. Bunlara bağlı olarak elektrik enerjisinin üretimi, dağıtımı ve işletilmesinde Enerji Nakil Hatlarına ihtiyaç duyulmaktadır (Döner ve Kaya, 2021; Sandalcılar ve ark., 2017; Oztura ve Polat, 2021). Gelişen Türkiye nüfusu içerisinde sosyal, ekonomik, finansal, sanayi, teknolojik gibi ülkemizi kalkındırarak atılımlar için büyük bir enerji üretim ağına ihtiyaç duyulmaktadır. Dünya coğrafyasında nüfusun artması, sanayinin gelişmesi, teknolojinin hüküm sürdüğü ve teknolojik araçların hızla kullanıldığı bir zamanda elektrik üretimine duyulan ihtiyaç günden güne artmasına bağlı olarak, enerji üretiminin karşılanmasında farklı kaynaklardan (Güneş Enerji Santralleri (GES), Rüzgâr Enerji Santralleri (RES), Biyoenerji santralleri) faydalanılmaktadır (Döner ve Kaya, 2021; Sandalcılar ve ark., 2017; Oztura ve Polat, 2021). Enerji Nakil Hattı projelerinin kamulaştırması yapılırken özellikle Enerji Nakil Hattı Şirketinde, dosyalarının yapım ve kontrol aşamaları süreçlerindeki uzlaşmalardan kaynaklı sorunların olması hem projelerin zamanında bitmesine engel olmakta hem de ekonomik yönden kayıplara neden olmaktadır. Bu doğrultuda, Enerji Nakil Hattının geçmiş olduğu güzergahın denk geldiği parsellerin mülkiyet sahipleri, kamulaştırma bedelini az bulmaları sorunların başında gelmektedir. İlgili idare, mülkiyet sahipleriyle uzlaşma sağlayamaması durumunda, kamulaştırma işlemlerinin yürütülmesi için mahkeme yoluyla tescil işlemleri başlatılmaktadır. Bunun sonucu olarak, projelerin istenen sürede tamamlanamaması ve planlanan kamulaştırma projelerinin yapımında

aksamalar yaşanması gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır. Ayrıca diğer kamu kurumlarından kaynaklanan sorunlar nedeniyle ENH kamulaştırma süreci sektöre uğramaktadır (Oztura ve Polat, 2021). Kamulaştırma işlemleri, kapsamlı mevzuat nedeniyle uzun sürmektedir. Bu süreçler; hukuki, sosyal, teknik, idari, teknolojik ve beşeri nedenlerden kaynaklanan çeşitli sorunlarla karşılaşmaktadır. Sorunların temelinde, mevcut mevzuatın ihtiyaçları yeterince karşılayamaması ve karmaşık hale gelmesi, ilgili idarelerin uygulamada hata yapması, kurumların koordinasyonsuz çalışması, tapu kayıtlarının güncel olmaması ve bu nedenle özel mülkiyetlerin birden fazla hisseye ayrılması gibi birçok beşeri problem bulunmaktadır (Bayındır, 2018). Çalışmada, Diyarbakır'ın Eğil ilçesinde kamulaştırma işlemleri bitmiş olan Ilgın KÖK-Sarmaşık Enerji Nakil Hattı projesine ait 101 adet taşınmaz için ArcGIS yazılımı kullanılarak, ENH güzergahının geçtiği parsellerin değerine etki eden bağımsız değişkenler (imar durumu, yapı durumu, nitelik/cins, yol ağına uzaklık, baraj göletine uzaklık, yerleşim yerine uzaklık ve arazi kullanım kabiliyeti) ile Çoklu Regresyon Analizi (ÇRA) modeli uygulanıp, modele uygun olan bağımsız değişkenlerle Coğrafi Ağırlıklı regresyon (CAR) analizi yapılmış ve bağımsız değişkenlerin yerel/konumsal ağırlıklı doğruluğu test edilmiştir. Ayrıca ÇRA ve CAR modelleri sonucunda ortaya çıkan istatistiksel bilgiler karşılaştırılmıştır. ÇRA modeli sonucu uygun olan bağımsız değişkenlerin katsayıları ile bedel tespiti hesaplanmıştır. Bu yöntem sayesinde kamulaştırma bedeli belirlenirken, karşılaşılan sorunlara çözüm olarak parselin değerine etki eden birden fazla kriterlerin (bağımsız değişkenlerin) dikkate alınmasıyla daha sağlıklı sonuçlar elde edileceği düşünülmektedir. Çoklu Regresyon Analizi (ÇRA) ve Coğrafi Ağırlıklı regresyon (CAR) modeli ile ilgili farklı alanlarda çeşitli çalışmalar yapılmıştır:

Song çalışmasında, çoklu regresyon analiz yöntemini kullanarak arazi kamulaştırmasının arazi fiyatları üzerindeki etkilerini inceleyerek, çiftçilerin haklarını koruma ve kentsel-kırsal arasındaki farkı azaltmaya yönelik önerileri sunmuştur. Bu çalışmada, arazi talebi, hane halkı özellikleri, nüfus değişim oranı, kırsal gelir ve arazi geliştirme haklarının, arazi fiyatlarına olan temel etkilerini vurgulamıştır (Song, 2021). Kisworini çalışmasında, kentsel kenar bölgelerdeki konut talebini karşılamak için geliştirilen çoklu regresyon analizine dayalı olan arazi değerlendirme modelini uygulamıştır. Bu modelle, işlem sonuçları ve teklif fiyatları kullanılarak arazi değerlerinin tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Kisworini, arazi değerini pazardaki veri karşılaştırma yöntemiyle belirlemiş ve inşaat maliyetleriyle ilişkilendirmiştir. Çalışmada kullanılan çoklu regresyon analizi değişkenlerinin etkisinin % 82.5 belirleme katsayısı (R^2) ile açıklanmıştır ve teklif fiyatı, fiziksel arazi özellikleri, çevresel faktörler ve yasal yönler gibi faktörlerin arazi değerini önemli ölçüde etkilediğini vurgulamıştır (Kisworini, 2021). Mehmet ve ekibi, Türkiye'de konut değerlemede coğrafi ağırlıklı çoklu regresyon yöntemini kullanarak örnek çalışmalar gerçekleştirmiştir. Tokat ilindeki çalışmasında, toplam 176 veri seti kullanılmıştır. Bu verilere etki eden kriterler (banyo sayısı, kat durumu, yüzölçümü, oda sayısı, binanın yaşı, konumu, balkon sayısı ve fiyat bilgileri) yardımıyla konut değerine etkisi araştırılmıştır. Bu veri setlerini kullanarak yapılan çoklu regresyon analizinde, % 90'ın üzerinde bir başarı oranına ulaşıldığı ifade edilmiştir (Toprak ve Güngör, 2023). Tian araştırmasında, Jinan'ın Tianqiao, Shizhong, Lixia ve Huaiyin bölgelerindeki 226 konut stoğunun etkin işlem verileri üzerinde çok değişkenli doğrusal regresyon analizi kullanılarak gayrimenkul değerleri incelenmiştir. Çalışma, çoklu regresyon analizi ile emlak vergisi tabanının verimli, düşük maliyetli, nesnel ve doğru bir şekilde toplu

değerlemesinin yapılabileceğini önermiştir (Tian, 2013). Fang ve ekibinin çalışmasında, Dingzhou Şehrindeki endüstriyel arazi transfer fiyatlarını coğrafi olarak çoklu regresyon analizi (CAR) modeli ile inceleyerek faktörleri analiz etmişlerdir. Araştırma, geleneksel OLS modeline göre daha derinlemesine mekansal farklılaşma özelliklerini ortaya koymuştur; ekili arazi oranı ve şehirden uzaklık gibi faktörler negatif etkiler gösterirken, nüfus büyüme hızı, ekonomik büyüme hızı, nüfus yoğunluğu ve hastane yoğunluğu gibi faktörler ise pozitif etkiler göstermiştir. CAR analizinin sonuçları, faktörlerin etkilerinde önemli mekansal farklılıklar olduğunu göstermiştir (Fang ve ark., 2020). Cellmer ve ekibi çalışmalarında, Coğrafi Ağırlıklı Regresyon ve Karma Coğrafi Ağırlıklı Regresyon gibi mekansal farklılığı göz önünde bulunduran modellerin, geleneksel regresyon modellerinden daha etkili bir şekilde Polonya'daki konut piyasası ilişkilerini analiz etmeyi amaçlamaktadır. Araştırmada, 2018 yılına ait veriler kullanılarak 380 ilçenin konut piyasası aktivitelerini ve fiyatlarını değerlendirmişler. Çalışmanın odak noktası, ekonomik, sosyal ve çevresel faktörlerin konut piyasasındaki fiyatlar ve faaliyetler üzerindeki etkisini detaylı olarak incelemektir. Elde edilen bulgularla, mekansal çeşitliliği hesaba katan modellerin geleneksel regresyon yöntemlerine göre piyasa ilişkilerini daha iyi açıkladığını ortaya koymasına bağlı olarak, mekansal veri analizinin güçlü bir araç olduğunu ortaya çıkarmıştır (Cellmer ve ark., 2020). Malaitham ve ekibi, Bangkok'ta değerlendirilmiş fiyatlar ile satışa sunulan fiyatlar arasındaki farkları Coğrafi Ağırlıklı Regresyon (CAR) tekniğiyle analiz ederek, mülk değerine etki eden faktörlerin mekansal olarak değerlendirildiğini ortaya koymuştur. CAR analiz modeli, değerlendirilmiş fiyatlar ile satışa sunulan fiyatlar arasında büyük farklar olduğunu ortaya çıkarmıştır. Bu bulgular ışığında, toprak sahiplerine adil

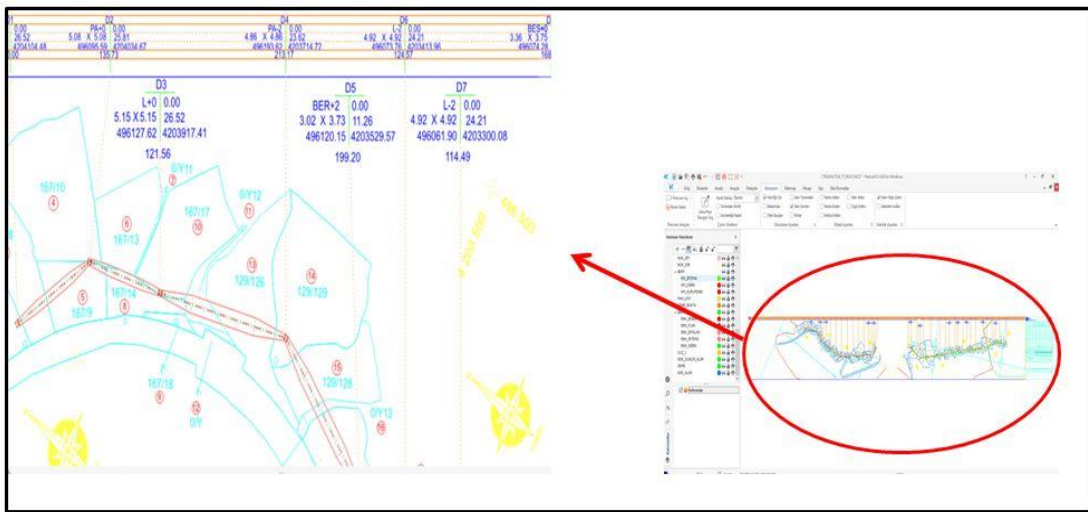
tazminat sağlanması ve hükümetin altyapı projelerini finanse etmek için vergi politikalarının geliştirilmesi konusunda önemli bilgiler sunmuştur (Malaitham ve ark., 2020). Bu çalışmamızın amacı, günümüzde enerji üretimi yapılırken genellikle Enerji Nakil Hattı (ENH) yöntemi ile iletimi sağlanmaktadır. Dolayısıyla ENH iletimi yapıldığı sırada, hattın geçmiş olduğu güzergâhın denk geldiği parseller için kamulaştırma işlemlerinin yapılması gerekmektedir. Ancak kamulaştırma işlem aşamaları yapıldığı sırada ilgili idare, Kamu Yararı doğrultusunda taşınmaz mülk sahipleriyle, taşınmazın tamamı veya bir kısmı üzerinden irtifak hakkı bedeli ya da kamulaştırma bedelini belirlemektedir. Fakat bu bedeller belirlenirken gerek mülk sahipleriyle gerekse taşınmaz mülk üzerinde sorunlarla karşılaşmaktadır. Bu çalışmamızda, kamulaştırma bedeli ve irtifak hakkı bedeli belirlenirken ne gibi sorunlarla karşılaşıldığı ve bu sorunlara ne gibi çözüm önerileri üretilebileceği amaçlanmaktadır. Ayrıca ülkemizde ENH irtifak hakkı bedelinin daha sağlıklı, güvenilir ve taşınmazın değerine etki eden kriterler belirlenip uygun olan modele göre bir fiyat hesaplaması oluşturularak ortaya çıkan sorunları minimize etmeyi hedefler. İrtifak hakkı değeri için, ilgili kurumlardan alınan ENH projesine ait veriler ışığında,

ArcGIS yazılımı ile Çoklu Regresyon Analizi (ÇRA) ve Coğrafi Ağırlıklı Regresyon (CAR) analizleri yapılarak en uygun fiyatın belirlenmesine yönelik çalışma yapılması planlanmaktadır. Bu çalışmaya bağlı olarak ortaya çıkan problemler ve bu problemlere karşılık çözüm önerilerine değinilecektir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışmamızda, Diyarbakır'ın Eğil ilçesinde tesisi bitmiş olan Ilgın KÖK-Sarmaşık Enerji Nakil Hattı Projesinde (Şekil 1) irtifak değerinin belirlenmesinde etki eden kriterler (bağımsız değişkenler) doğrultusunda, ArcGIS yazılımında yer alan Çoklu Regresyon Analizi (ÇRA) ve Coğrafi Ağırlıklı Regresyon (CAR) analizleri yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada kullanılacak parametrelere karar vermek için literatür araştırması yanı sıra, Tarım Müdürlüğünden alınan 2023 güncel Arazi Kullanım Kabiliyeti (AKK) ve toprak değeri verileri, DEDAŞ'tan alınan ENH sayısal veri projesi, ENH Bedel Tespit Raporları, ENH'nin parsel durumlarını gösteren kriterler (yola yakınlığı, hastaneye yakınlığı, baraj göletine yakınlık, arazi kullanım kabiliyeti, yapı durumu, imar duurma ve nitelik/cins) gibi bağımsız değişkenlerden faydalanılmıştır.



Şekil 1. NetCAD programında Ilgın ENH projesinin gösterimi

2.2.Yöntem

Bu çalışmada, literatür araştırmaları ve toplanan veriler doğrultusunda, ENH bedeline etki eden bağımsız değişken kriterleri ışığında, ArcGIS yazılımı kullanılarak Çoklu Doğrusal Regresyon Analizi (ÇRA) ve Coğrafi Ağırlıklı Çoklu Regresyon Analizi (CAR) yöntemleriyle en uygun çalışma analizinin yapılması hedeflenmektedir. Kullanılan parametreler, ENH kamulaştırma bedeli ve irtifak hakkı bedeline etki eden kriterler olup, ÇRA ve CAR analizleri sonucunda elde edilen istatistiksel değerlere göre doğruluk payı incelenecektir.

2.2.1. Çoklu regresyon analizi (ÇRA)

Birden fazla değişkenle yapılan regresyon analizine çoklu regresyon analizi

(ÇRA) denilmektedir (Durmuş, 2016). Y bağımlı değişkeninin X_1, X_2, \dots, X_n gibi n tane bağımsız değişkene bağlı olduğu durumda, bağımsız değişkenler belirli X_1, X_2, \dots, X_n değerlerini aldığı anda, çoklu regresyon bağımlı değişkenin karşılık gelen Y_i değerinin matematiksel gösterimi Eşitlik 1'de gösterildiği gibi olur. Eşitlik 1'de Y bağımlı değişken (irtifak değeri), x_1, x_2, \dots, x_n arazinin değerini etkileyen bağımsız değişkenler (imar durumu, yapı durumu, nitelik/cins, yol ağına uzaklık, baraj göletine uzaklık, yerleşim yerine uzaklık ve arazi kullanım kabiliyeti), $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$, kriterlerin katsayıları, β_0 sabit değeri ve ε hata terimi olarak ele alınmıştır (Alkan ve ark., 2024).

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i}, \dots, + \beta_n X_{ni} + \varepsilon \quad (1)$$

2.2.2. Coğrafi ağırlıklı regresyon (CAR)

1996 yılında Brunson ve Fotheringham tarafından coğrafi ağırlıklı regresyon, bağımsız modeller halinde geliştirilmiştir. Günümüz haritalama teknikleri ve uydu fotoğraflarının analizi sayesinde stratejik planlar ve değerlendirmeler yapılabilmektedir. Harita üzerindeki noktalardan veri toplamak, ölçümler yapmak ve her bir noktayı değerlendirmek

oldukça zaman alıcıdır. Bu tür zorlukların üstesinden gelmek için coğrafi ağırlıklı regresyon modeli büyük önem taşımaktadır. Günümüzde, askeri amaçlar, jeoloji, tarım, yönetim stratejileri ve suçların önlenmesi gibi birçok coğrafi bilgi içeren alanda coğrafi ağırlıklı regresyon tekniği kullanılmaktadır (Ceyhan, 2013). CAR modeli Eşitlik 2'de gösterildiği şekildedir.

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{k=1}^p \beta_k(u_i, v_i) \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

Bu modelde, (u_i, v_i) alandaki i noktasının koordinatlarını, $\beta_k(u_i, v_i)$ i noktasındaki $\beta_k(u, v)$ sürekli fonksiyon sonucunda ortaya çıkan katsayıları, x_{i1k}, x_{i2}, x_{pi} i noktasındaki açıklayıcı değişkenleri ve ε_i ise hata terimini ifade etmektedir (Ceyhan, 2013).

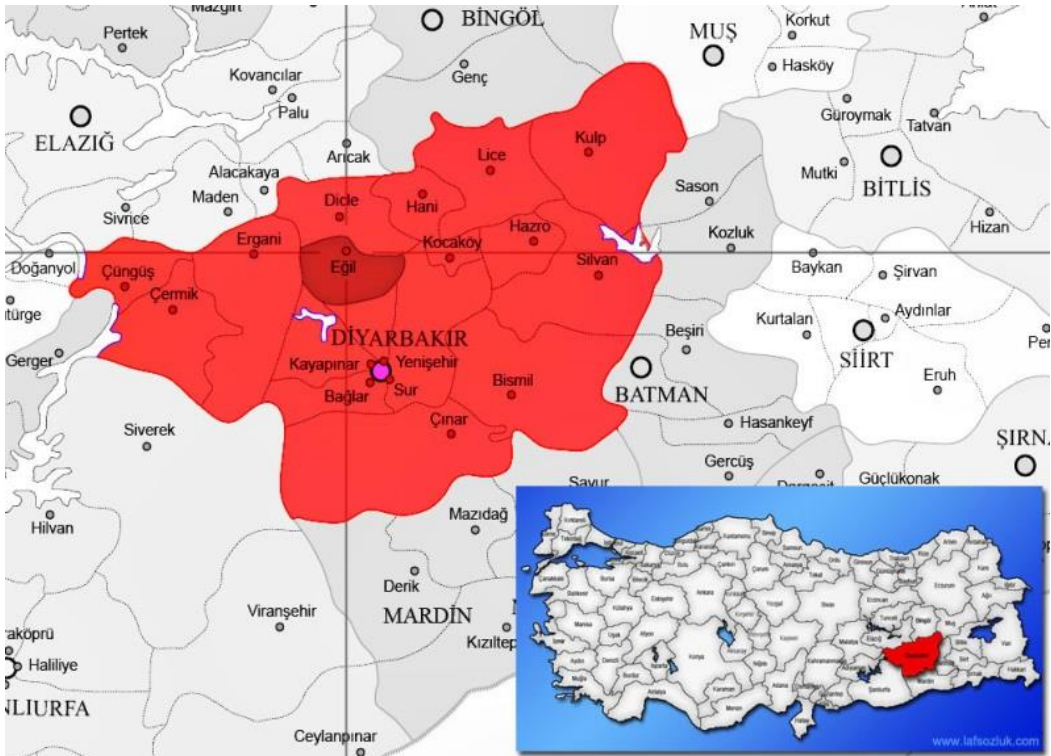
3. Uygulama

Uygulama alanı olarak seçilen (Şekil 2) Diyarbakır ili, Anadolu'nun en eski şehirlerinden biridir. Dicle Nehri'nin kıyısında yer alması ve önemli ticaret yolları üzerinde bulunması nedeniyle ticaret ve kültür merkezi olmuştur. Bu stratejik konumu, Diyarbakır'ı birçok farklı dini ve

sosyal grubun buluşma noktası haline getirmiştir. Diyarbakır, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin orta kesiminde ve Mezopotamya'nın kuzeyinde yer almaktadır. Coğrafi olarak, doğusunda Siirt ve Muş; güneyinde Mardin; batısında Şanlıurfa, Adıyaman ve Malatya; kuzeyinde ise Elazığ ve Bingöl illeri ile çevrilidir (Anonim, 2024). Çalışma alanı olarak seçilen Diyarbakır ili Eğil ilçesindeki Ilgın ENH projesi için yapılan incelemeler ve piyasa koşulları dikkate alınarak, çalışma alanında bulunan 101 adet parselle etki eden bağımsız değişkenler değerlendirilmiştir. Eldeki veriler çerçevesinde bağımsız değişken olarak imar durumu, yapı durumu, nitelik/cins, yol ağına uzaklık, baraj

göletine uzaklık, yerleşim yerine uzaklık, toprağın sulama durumu ve arazi kullanım kabiliyeti olarak belirlenmiştir.

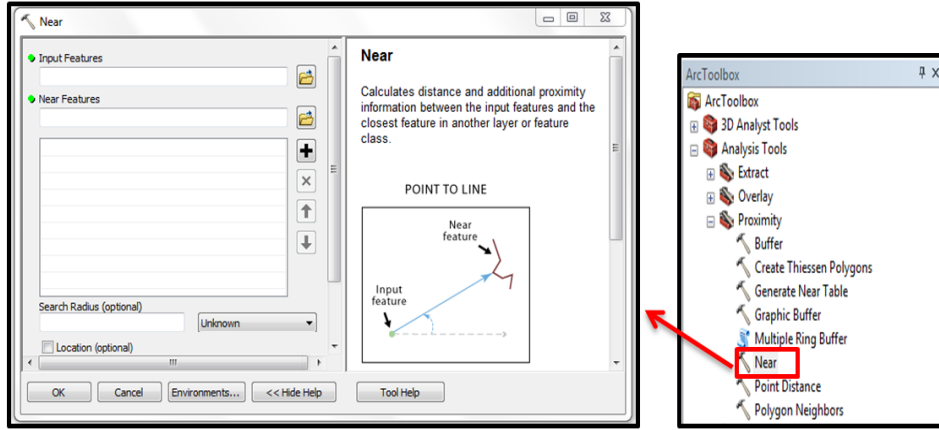
Çalışma alanı olarak Diyarbakır ilinin seçilmesinde, Dicle Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi'nin bölgesel merkezi olması, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin merkezi konumu ve diğer illere rahat ulaşım ağı olması etkili olmuştur. Diyarbakır Ilgın ENH projesinin uzlaşma süreçlerinin tamamlanmış olması, TEDAŞ 10. Bölge Müdürlüğü'nün Diyarbakır'da bulunması nedeniyle bilgi alışverişinin daha sağlıklı yapılabilmesi ve ENH kamulaştırma ve irtifak hakkı projesine konu olan parsel sayısının fazla olması gibi etkenlerde önemlidir.



Şekil 2. Diyarbakır ili Eğil ilçesi'nin Türkiye haritasındaki konumu (Anonim, 2024)

ArcGIS yazılımı ile bağımsız değişkenlerden, baraja mesafe, yola mesafe ve yerleşim yerine mesafelerinin hesabı

Near (yakınlık) komutu kullanarak hesaplanmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. ArcGIS programında Near komutunun gösterimi

Literatür araştırmasında, önceki çalışmaların kriterleri değerlendirilip dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Sınıflandırma yöntemine göre, çalışmamızda ele alınan bağımsız değişkenler için puanlama yönteminin

kullanılması kararlaştırılmıştır (Tablo 1). Ayrıca bağımsız değişkenlerin ArcGIS yazılımında kullanılmak üzere kısaltılmış hali Tablo 2’de gösterildiği şekilde kullanılmıştır.

Tablo 1. Verilerin sınıflandırmaya göre puanlanması

Sınıflandırmaya Göre Puanlama Tablosu								
Baraja Mesafe	Yerleşim Yerine Mesafe	Yola Mesafe	Nitelik	Arazi Kullanım Kabiliyeti (Akk)	Puanlama	İmar Durumu	Yapı Durumu	Puanlama
0 - 250	0 - 1000	0 -5	Arsa	I.SINIF	9	VAR	VAR	9
250 - 500	1000 - 2000	5--10	Kargir Ev, Ahır ve Arsa	II.SINIF	8	YOK	YOK	0
500 - 750	2000 - 3000	10--15	Kargir Ev ve Arsa	III.SINIF	7			
750 - 1000	3000 - 4000	15--20	Kargir Ev ve Bahçe	IV.SINIF	6			
1000 - 1250	4000 - 5000	20--25	Bağ ve Bademlik	V.SINIF	5			
1250 - 1500	5000 - 6000	25--30	Bağ/Bademlik	VI.SINIF	4			
1500 - 1750	6000 - 7000	30--35	Tarla	VII.SINIF	3			
1750 - 2000	7000 - 8000	35--40	Susuz Tarla	VIII.SINIF	2			
>2000	> 8000	> 40	Bağ ve Bademlik					
			Susuz Tarla		1			

Tablo 1’de sınıflandırma şu şekilde yapılmıştır: Baraj, yol ve yerleşim yeri için ArcGIS yazılımı near (yakınlık) komutuna göre mesafeleri hesaplandıktan sonra, Barajı’na uzaklığı; En yakın mesafe aralığı (0-250) 9 puan ve en uzak mesafe aralığı (>2000) 1 puan, yerleşim alanına olan uzaklık; En yakın mesafe aralığı (0 m-1000 m) 9 puan ve en uzak mesafe aralığı (>8000 m) 1 puan ve yola uzaklık; En yakın mesafe aralığı (0 m-5 m) 9 puan ve en uzak mesafe

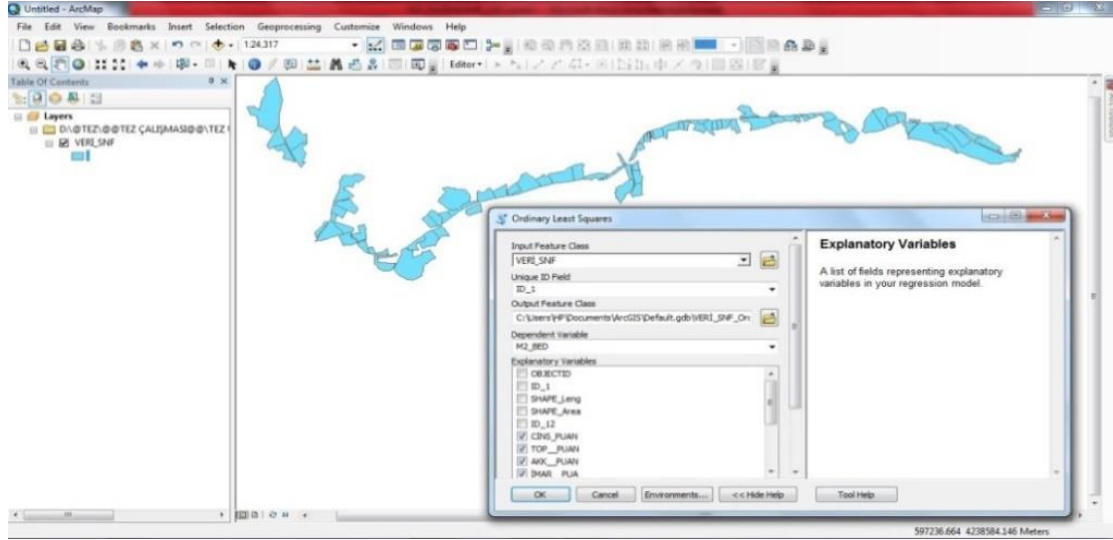
(>40 m) 1 puan olacak şekilde puanlama yapılmıştır. Nitelik/cins için; Arsa vasıflı arazi 9 puan, susuz çorak veya kurak vasıflı arazi en kötü olacak şekilde 1 puan, arazi kullanım kabiliyeti; En iyi sınıflama kalitesi olan toprağa 9 puan ve en kötü sınıflama kalitesi olan toprağa 1 puan olacak şekilde puanlanmıştır. Ayrıca taşınmaz üzerinde yapı varsa 9 puan yoksa 1 puan; imar durumu varsa 9 puan yoksa 1 puan olacak şekilde Tablo 2’de sınıflandırılmıştır.

Tablo 2. Değişken isimleri ve kısaltmaları

Bağımsız Değişkenler	Puanlamada Kısaltılmış Hali
Baraja Mesafesi	BRJ_PUAN
Yerleşim Yeri Mesafesi	YER_PUAN
Yola Mesafesi	YOL_PUAN
Nitelik/Cins	CINS_PUAN
Arazi Kullanım Kabiliyeti	AKK_PUAN
İmar Durumu	IMAR_PUAN
Yapı Durumu	YAPI_PUAN
Bağımlı Değişken	Puanlamada Kısaltılmış Hali
Bedel/Fiyat (m ²)	M2_BED

101 adet parsel verisi için, ArcGIS programında Şekil 50'de gösterildiği gibi 7 bağımsız değişken (cins_puan, AKK_puan, imar_puan, yapı_puan, yol_puan, brj_puan

ve yer_puan) ve 1 bağımlı değişken (m2_bed) kullanılarak ÇRA modeli oluşturulmuştur (Şekil 4).

**Şekil 4.** ArcGIS uygulamasında ÇRA yöntemi uygulaması

ÇRA modeli sonucunda Şekil 5'te bağımsız değişkenlerin olasılık değerinin $p < 0.001$ ve $VIF < 7.5$ çıkması, ÇRA modelinin bağımsız değişkenlerle uyumlu çalıştığı anlamına gelmektedir. Ayrıca Şekil 6 da ÇRA teşhis

raporunda R^2 değerinin 0.963365 (%96) ve düzeltilmiş R^2 değerinin 0.960607 (%96) çıktığı ve modelin mükemmel sonuç verdiği görülmektedir.

Summary of OLS Results - Model Variables

Variable	Coefficient [a]	StdError	t-Statistic	Probability [b]	Robust_SE	Robust_t	Robust_Pr [b]	VIF [c]
Intercept	32.173508	3.187079	10.094983	0.000000*	1.583736	20.314950	0.000000*	-----
C_NS_PUAN	1.721228	0.258473	6.659207	0.000000*	0.147772	11.647898	0.000000*	2.671436
AKK_PUAN	2.114287	0.453443	4.662745	0.000012*	0.228212	9.264579	0.000000*	1.312549
MAR_PUA	2.965091	0.197865	14.985387	0.000000*	0.241251	12.290482	0.000000*	2.397506
YAPI_PUAN	2.049907	0.093973	21.813769	0.000000*	0.203304	10.082976	0.000000*	1.173624
YOL_PUAN	1.888771	0.171081	11.040235	0.000000*	0.036831	51.281801	0.000000*	1.133693
BRJ_PUAN	2.047236	0.164420	12.451298	0.000000*	0.126433	16.192307	0.000000*	1.365255
YER_PUAN	1.943345	0.221005	8.793230	0.000000*	0.153501	12.660118	0.000000*	1.421275

Şekil 5. Bağımsız değişkene göre ÇRA sonuçlarının özeti ve model değişkenleri raporu

Şekil 6 da:

- $R^2 = 0.963365$ çıkması olasılık doğruluğunun 1'e yakın olduğunu, gözlem değerlerinin doğrunun etrafında yığıldığını ve regresyonda bağımsız değişkenlerle güçlü bir ilişki kurduğunu,
- Düzeltilmiş R^2 değeri= 0.960607 çıkmış olması, R^2 'ye karışmış olan hatalardan arındığını,
- Coefficient, her bir açıklayıcı değişken ile bağımlı değişken arasındaki ilişkinin gücünü ve türünü temsil ettiğini,

- Robust_pr, olasılık (probability) ve sağlam olasılık (robust_pr) arasında $p < 0.01$ olması istenen durumu ifade eder. Robust_pr değeri $p < 0.01$ olması durumunda, bir katsayının istatistiksel olarak anlamlı olduğunu,
- AICc, Akaike'nin bilgi kriteri, R^2 'nin model uyumu ve performansını ölçtüğü.
- Join F and wald statistic, genel modelin önemli olup olmadığını gösterir. Modele göre $p < 0.01$ olduğundan dolayı önemli olduğu, Şeklinde yorumlanır.

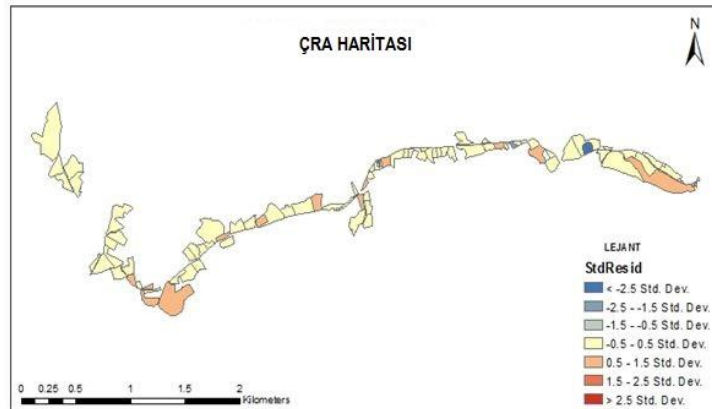
OLS Diagnostics

Input Features:	IRTF_VCR	Dependent Variable:	M2_IRTBED
Number of Observations:	101	Akaike's Information Criterion (AICc) [d]:	515.799638
Multiple R-Squared [d]:	0.963365	Adjusted R-Squared [d]:	0.960607
Joint F-Statistic [e]:	349.364860	Prob(>F), (7,93) degrees of freedom:	0.000000*
Joint Wald Statistic [e]:	12174.457971	Prob(>chi-squared), (7) degrees of freedom:	0.000000*
Koenker (BP) Statistic [f]:	16.315008	Prob(>chi-squared), (7) degrees of freedom:	0.022389*
Jarque-Bera Statistic [g]:	4626.338884	Prob(>chi-squared), (2) degrees of freedom:	0.000000*

Şekil 6. ÇRA teşhis raporu

Gözlemlenen (gerçek) değer ile tahmin edilen değer arasındaki standartlaştırılmış kalıntıların gösterildiği ÇRA haritası Şekil 7 de sunulmuştur. Şekil 7'de gösterilen standart sapmanın 2.5'ten büyük olması (kırmızı alan) gözlemlenen değer ile tahmin edilen değer arasındaki farkın büyük

olduğunu ve fazla tahmin edildiğini ifade eder. Standart sapmanın 2.5'ten küçük olması (mavi alan) ise gözlemlenen değer ile tahmin edilen değer arasındaki farkın çok az olduğunu ve az tahmin edildiğini gösterir.



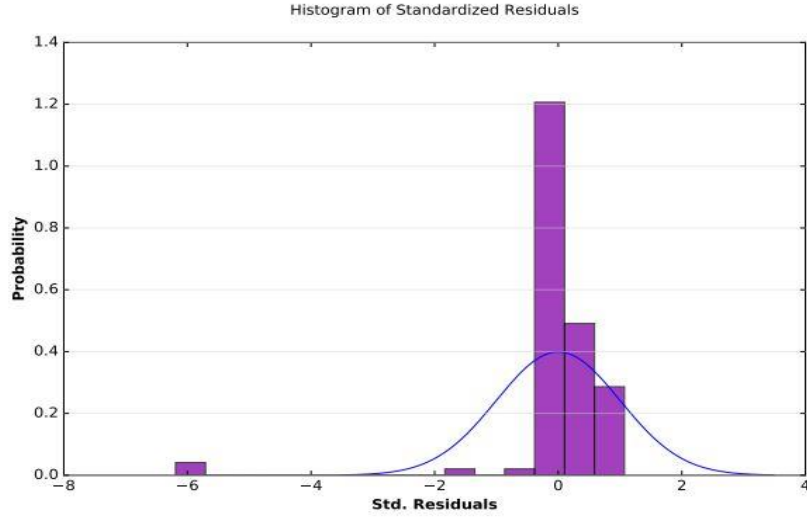
Şekil 7. ÇRA standart artık irtifak haritası

Çoklu Regresyon Analizinde (ÇRA), hataların normal dağılım gösterip

göstermediğinin incelenmesi önemlidir. ÇRA modeli tahminlerine ait histogram

grafığı Şekil 8’de görüleceği üzere tahmin değerlerinin normal dağıldığını göstermektedir. Çünkü normal dağılım ÇRA’nın temel varsayımlarından biridir. Bu nedenle histogram grafiğine

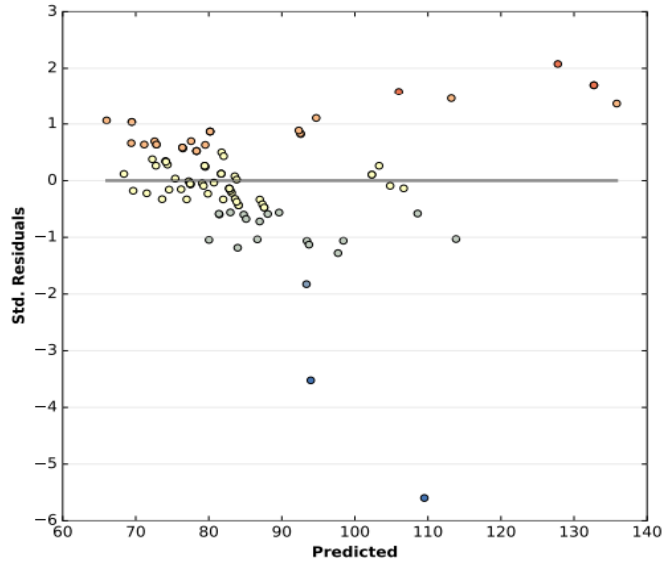
bakıldığında, modelimizin standartlaştırılmış kalıntı değerlerinin normal dağılım sergilediği ve model için uygunluk gösterdiği anlaşılmaktadır.



Şekil 8. ÇRA standart artık irtifak haritası

Şekil 9 da, ÇRA modeli sonucunda elde edilen kalıntıların ve tahmin edilen bağımlı değişkenin dağılım grafiği gösterilmiştir. Bağımsız değişkenlerin, tahmin edilen bağımlı değişkene göre rastgele bir dağılım sergilediği görülmektedir. Bu, tahmin

edilen değerlerin standartlaştırılmış artık değerlere göre hangi aralıkta yığıldığını göstermektedir. Şekil 9 da görüldüğü üzere, bu dağılım çoğunlukla -2 ile +2 aralığında yoğunlaşmıştır.



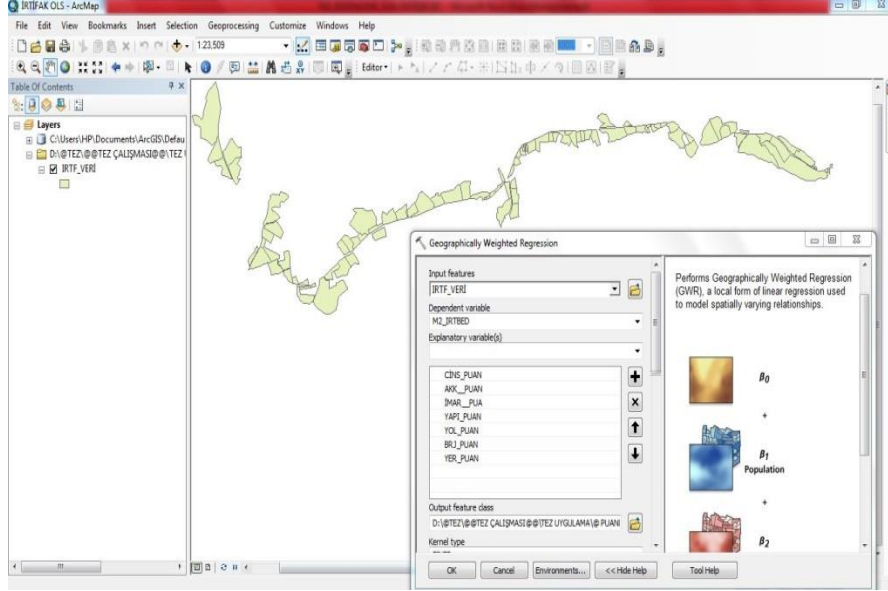
Şekil 9. ÇRA standart artık irtifak haritası

Çoklu Doğrusal Regresyon Analizi (ÇRA) yöntemi kullanılarak modelde

uygun çıkan bağımsız değişkenlerle Coğrafi Ağırlıklı Çoklu Regresyon (CAR) analizi

yapılmıştır. Çalışmamızda kullanılan 101 adet parselle ilişkin 7 bağımsız değişken (Cins_puan, AKK_puan, Yapı_puan, İmar_puan, Yol_puan, Brj_puan ve Yer_puan) ve 1 bağımlı değişken (m2_bed)

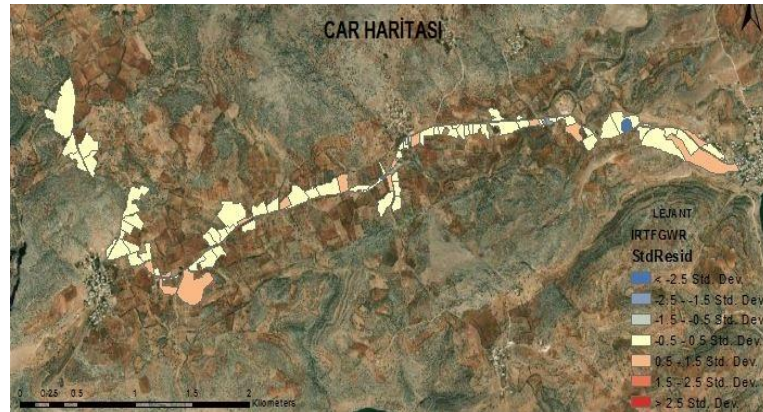
ile ArcGIS programında “Geographically Weightted Regression” komutu ile Şekil 10 da gösterildiği üzere CAR modeli uygulanmıştır.



Şekil 10. ArcGIS uygulamasında irtifak parsellerine CAR yöntemi uygulaması

ÇRA modelinden farklı olarak, CAR modeli değişkenler arasındaki ilişkileri konumsal ağırlıklarla değerlendirir. CAR analizi sonucunda oluşturulan CAR haritasında, gözlemlenen (gerçek) değer ve tahmin edilen değer arasındaki konumsal ağırlıklı standartlaştırılmış kalıntıların grafiksel olarak Şekil 11'de gösterildiği gibidir. Şekil 11'de, CAR modeli sonuçlarına göre konumsal olarak gösterilen haritada; Standart sapmanın

2.5'ten büyük olduğu (kırmızı alan) yerler, gözlemlenen değer ile tahmin edilen değer arasındaki farkın büyük olduğunu ifade etmektedir. Standart sapmanın 2.5'ten küçük olduğu (mavi alan) bölgeler ise; Gözlemlenen değer ile tahmin edilen değer arasındaki farkın çok az olduğunu göstermektedir. Ayrıca standartlaştırılmış kalıntılar haritası (şekil 11), modelin tüm faktörlerini dikkate aldığını ortaya koymaktadır.



Şekil 11. CAR standartlaştırılmış kalıntılar haritası

Şekil 12'de CAR raporu sonucunda, R2 değeri 0.963371 ve düzeltilmiş R2 değeri

0.960608 olarak bulunmuştur. Bu modelimizin konumsal bağımsız

değişkenlerle yaklaşık %96 doğrulukla uyumlu çalıştığını göstermektedir. Yani bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişkene

etkisinin konumsal ağırlıklı olarak %96 doğruluk payıyla model ile çok iyi uyum gösterdiği anlamına gelmektedir.

OID	VARIABLE	DEFINITION
0	Bandwidth	59359.515824
1	ResidualSquares	801.280987
2	EffectiveNumber	8.013385
3	Sigma	2.935501
4	AICc	515.800153
5	R2	0.963371
6	R2Adjusted	0.960608
7	Dependent Field	0 M2_IRTBED
8	Explanatory Field	1 CİNS_PUAN
9	Explanatory Field	2 AKK_PUAN
10	Explanatory Field	3 İMAR_PUA
11	Explanatory Field	4 YAPI_PUAN
12	Explanatory Field	5 YOL_PUAN
13	Explanatory Field	6 BRJ_PUAN
14	Explanatory Field	7 YER_PUAN

Şekil 12. CAR değeri sonuç verileri raporu

Şekil 13'te, 101 parselin CAR modeli sonuçlarına göre her bir bağımsız değişkenin standart hata oranları gösterilmektedir. Bu şekilde, her bir parselin bağımsız değişken özellikleri için gözlem değerleri (Observed), standart hata (StdError) değerleri, standartlaştırılmış kalıntı (StdResid) değerleri, sabit terim (Intercept) için standart hata değerleri ve bağımsız değişkenlerin standart hata oranlarını göstermektedir.

Şekil 13'te, yapılan incelemelerde şunları ortaya koymaktadır:

- Coğrafi Ağırlıklı Regresyon (CAR) analizinde elde edilen gözlemlenen (gerçek) değerleri ile tahmin edilen bağımlı değişkenlerin standart hata değerleri incelendiğinde, düşük çıkan standart hata değerlerinin, modelin yüksek tahmin doğruluğu ve güvenilirliğine işaret ettiği görülmektedir. Örneğin, ilk gözlemlen

gözlemlenen değer 78.75 iken, modelin tahmin ettiği değer standart hatası 2.848772'dir (FID: 0 verisi için). Yani tahmin edilen değer, gerçek değerden 2.848772 fark ile 81.608772 değer çıktığı anlamına gelmektedir.

- Modelde kullanılan bağımsız değişkenlerden biri olan cinsin standart hatası oldukça düşüktür, bu da parametre tahminlerinin tutarlı ve güvenilir olduğunu göstermektedir. Örneğin, cins değişkeninin standart hatası 0.258472'dir (FID: 0 verisi için).

- Model performansı açısından, kalıntıların standart hataları, modelin gözlemleri ne kadar iyi tahmin ettiğini değerlendirmek için kullanılmıştır. Düşük standart hata değerleri, modelin yüksek performans sergilediğini ve tahmin doğruluğunun yüksek olduğunu göstermektedir.

Şekil 13. CAR bağımsız değişkenlere ait standart hata oranları

35	69.38	2.826492	3.18706	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164419	0.221003	-0.00605	35
36	67.5	2.794674	3.18706	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164419	0.221003	0.158413	36
37	75	2.899016	3.18706	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164418	0.221003	0.153145	37
38	73.13	2.821945	3.18706	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164419	0.221003	0.322107	38
39	67.5	2.842473	3.18706	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164419	0.221003	0.076402	39
40	71.25	2.870032	3.18706	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164419	0.221003	0.241192	40
41	67.5	2.842467	3.18706	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164419	0.221003	0.076399	41
42	73.13	2.848738	3.18706	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164418	0.221003	-0.03479	42
43	80.63	2.847473	3.187059	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164418	0.221003	0.066647	43
44	78.75	2.817438	3.18706	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164418	0.221003	0.26614	44
45	75	2.869889	3.18706	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164418	0.221003	0.017275	45
46	71.25	2.866981	3.18706	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164418	0.221003	0.047108	46
47	73.13	2.848736	3.18706	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164418	0.221003	-0.0348	47
48	86.25	2.76706	3.18706	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164419	0.221003	0.035411	48
49	82.5	2.865739	3.187059	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164419	0.221003	0.063947	49
50	101.88	2.805047	3.187059	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164419	0.221003	1.090126	50
51	80.63	2.847478	3.187059	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164418	0.221003	0.066659	51
52	76.88	2.81368	3.187059	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164418	0.221003	-6.45886	52
53	80.63	2.870333	3.187059	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164418	0.221003	-0.04739	53
54	78.75	2.91013	3.187059	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164419	0.221003	0.033692	54
55	80.63	2.870333	3.187059	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164419	0.221003	-0.04737	55
56	80.63	2.870333	3.187059	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164419	0.221003	-0.04737	56
57	78.75	2.910129	3.187059	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164419	0.221003	0.033694	57
58	75	2.85422	3.187064	0.258472	0.453441	0.197864	0.093973	0.17108	0.164419	0.221003	0.050183	58
59	78.75	2.789275	3.187064	0.258472	0.453441	0.197864	0.093973	0.17108	0.164419	0.221003	-6.51149	59
60	75	2.861824	3.187063	0.258472	0.453441	0.197864	0.093973	0.17108	0.164419	0.221003	0.105485	60
61	80.63	2.799771	3.187064	0.258472	0.453441	0.197864	0.093973	0.17108	0.164419	0.221003	-0.1234	61
62	75	2.860038	3.187061	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164419	0.221003	0.094903	62
63	113.13	2.633699	3.187068	0.258473	0.453442	0.197865	0.093973	0.17108	0.164419	0.221004	-0.52714	63
64	136.25	2.683233	3.187068	0.258473	0.453441	0.197865	0.093973	0.17108	0.164419	0.221004	0.583677	64
65	136.25	2.683229	3.187068	0.258473	0.453441	0.197865	0.093973	0.17108	0.164419	0.221004	0.583674	65
66	138.13	2.671777	3.187068	0.258473	0.453441	0.197865	0.093973	0.17108	0.164419	0.221004	0.645709	66
67	103.75	2.73925	3.187066	0.258473	0.453441	0.197865	0.093973	0.17108	0.164419	0.221004	0.882261	67
68	80.63	2.820621	3.187066	0.258473	0.453441	0.197865	0.093973	0.17108	0.164419	0.221004	-0.07469	68
69	78.75	2.843971	3.187065	0.258473	0.453441	0.197865	0.093973	0.17108	0.164419	0.221003	-0.01516	69
70	82.5	2.809216	3.187065	0.258473	0.453441	0.197865	0.093973	0.17108	0.164419	0.221003	-0.16218	70

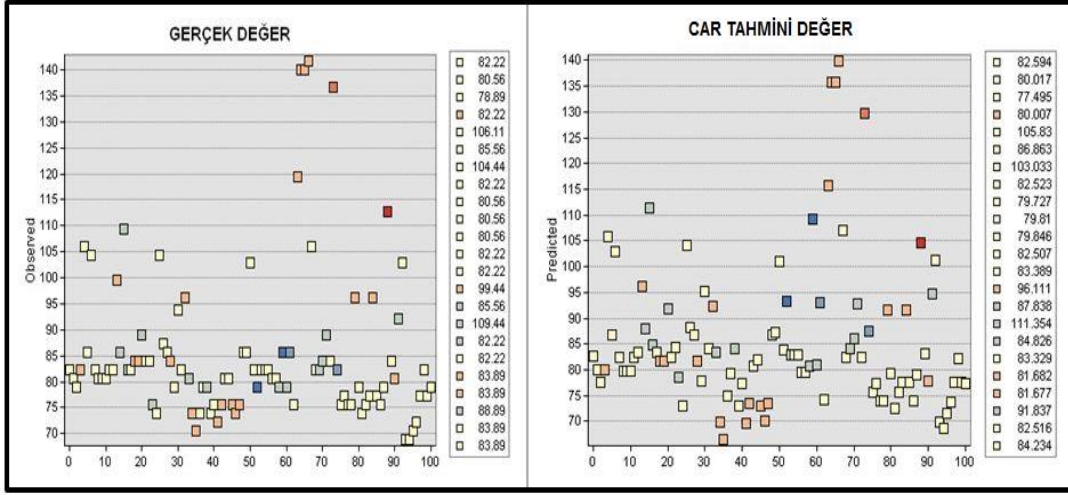
Şekil 13. CAR bağımsız değişkenlere ait standart hata oranları (devamı)

71	84.38	2.809179	3.187066	0.258473	0.453441	0.197865	0.093973	0.17108	0.164419	0.221004	0.506982	71
72	84.38	2.723396	3.187067	0.258473	0.453441	0.197865	0.093973	0.17108	0.164419	0.221004	0.484615	72
73	132.5	2.664121	3.187067	0.258473	0.453441	0.197865	0.093973	0.17108	0.164419	0.221004	0.535253	73
74	101.88	2.598734	3.187062	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164419	0.221003	-1.71768	74
75	73.13	2.858178	3.187063	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164419	0.221003	0.112194	75
76	75	2.888879	3.187062	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164419	0.221003	0.175255	76
77	73.13	2.902157	3.187062	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164419	0.221003	0.123162	77
78	73.13	2.883973	3.187062	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164419	0.221003	0.087847	78
79	96.25	2.79623	3.187062	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164419	0.221003	1.08657	79
80	75	2.84869	3.187063	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164419	0.221003	0.220515	80
81	69.38	2.834082	3.18706	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164419	0.221003	0.271376	81
82	71.25	2.822766	3.18706	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164419	0.221003	0.325185	82
83	73.13	2.884287	3.187061	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164419	0.221003	0.178885	83
84	96.25	2.808009	3.187061	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164419	0.221003	1.11894	84
85	73.13	2.902161	3.187061	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164419	0.221003	0.12316	85
86	73.13	2.902161	3.187062	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164419	0.221003	0.12316	86
87	76.88	2.857657	3.187064	0.258472	0.453441	0.197864	0.093973	0.17108	0.164419	0.221003	0.047039	87
88	105.63	2.517285	3.187059	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164418	0.221003	-0.17159	88
89	82.5	2.835553	3.187063	0.258472	0.453441	0.197865	0.093973	0.17108	0.164419	0.221003	-0.21973	89
90	78.75	2.90426	3.187059	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164418	0.221003	0.738649	90
91	91.88	2.619522	3.187063	0.258472	0.453441	0.197865	0.093973	0.17108	0.164419	0.221003	0.056799	91
92	101.88	2.805065	3.187059	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164418	0.221003	1.090303	92
93	63.75	2.65007	3.187059	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164418	0.221003	0.201536	93
94	65.63	2.657868	3.187059	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164418	0.221003	-0.00975	94
95	67.5	2.657369	3.187059	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164418	0.221003	0.046204	95
96	65.63	2.654654	3.187059	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164418	0.221003	0.015448	96
97	73.13	2.884289	3.187061	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164419	0.221003	0.178878	97
98	80.63	2.747916	3.187067	0.258473	0.453441	0.197865	0.093973	0.17108	0.164419	0.221004	-0.11467	98
99	73.13	2.884282	3.187061	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164419	0.221003	0.178893	99
100	75	2.894869	3.18706	0.258472	0.45344	0.197864	0.093973	0.17108	0.164419	0.221003	-0.09107	100

Şekil 13. CAR bağımsız değişkenlere ait standart hata oranları (devamı)

Şekil 14'te görüleceği üzere, CAR yöntemiyle elde edilen gerçek ve tahmini değerlerin dağılım grafiği rastgele bir desen sergilemektedir. Hem gözlemlenen veriler

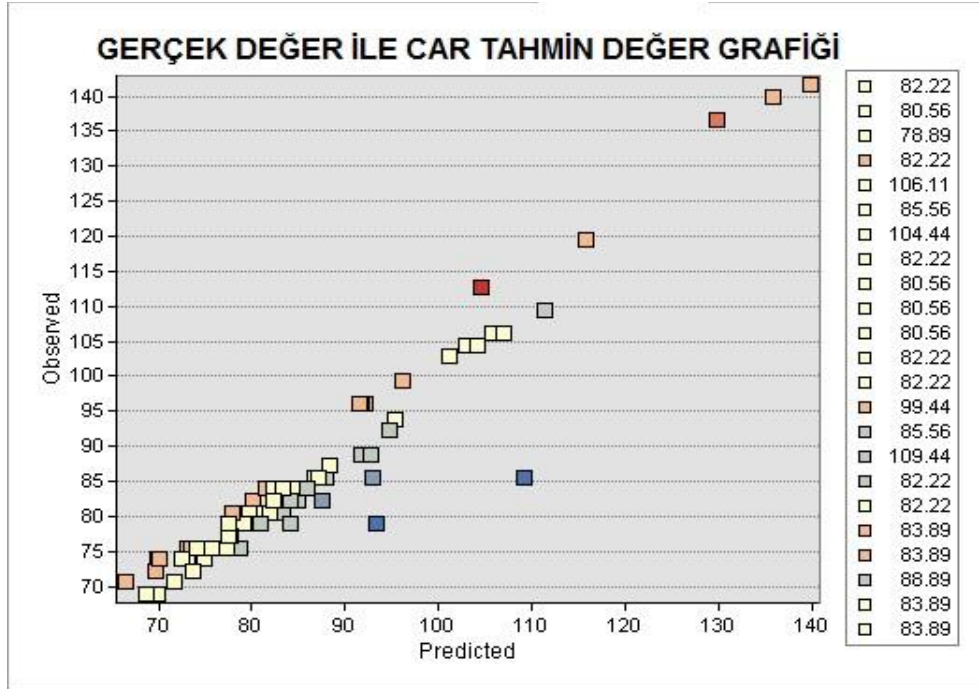
hem de CAR tarafından tahmin edilen değerler birbirlerine oldukça yakın görünmekte ve bu da modelin tutarlı olduğunu göstermektedir.



Şekil 14. Gerçek değer ve CAR ile tahmin edilen değer ayrı ayrı gösterimi

Şekil 15'te görüleceği üzere, gerçek (gözlemlenen) değerler ve CAR modeli sonucu tahmin edilen değerler arasındaki doğrusal yönde ve pozitif güçlü bir ilişki olduğu açıkça görülmektedir. Gözlemlenen

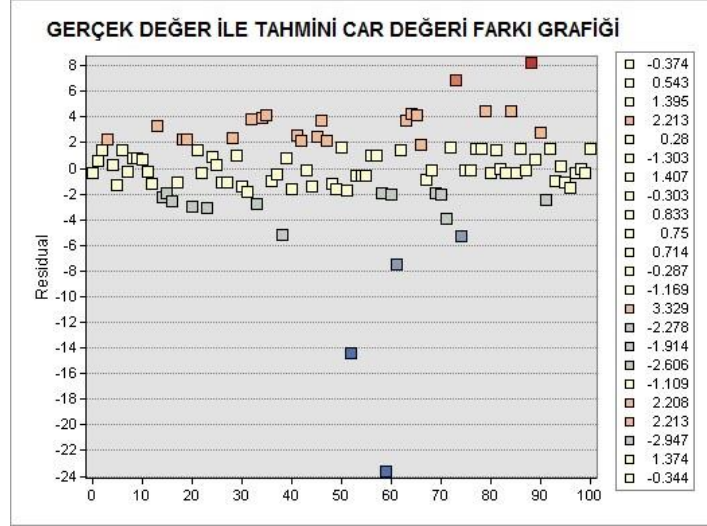
değer ile tahmin edilen değerlerin birbirine yakın değer çıktığı, model ile uyumlu ve model performansının iyi çalıştığı anlamına gelmektedir.



Şekil 15. Gerçek değer ile CAR tahmini değer dağılım grafiği

Şekil 16'da görüleceği üzere, gerçek değerler ile CAR tahmini değerler arasındaki farkın gösterilmiştir. Bu farkların birbirine oldukça yakın olduğu ve yoğun olarak -6 ile +8 arasında bir değer

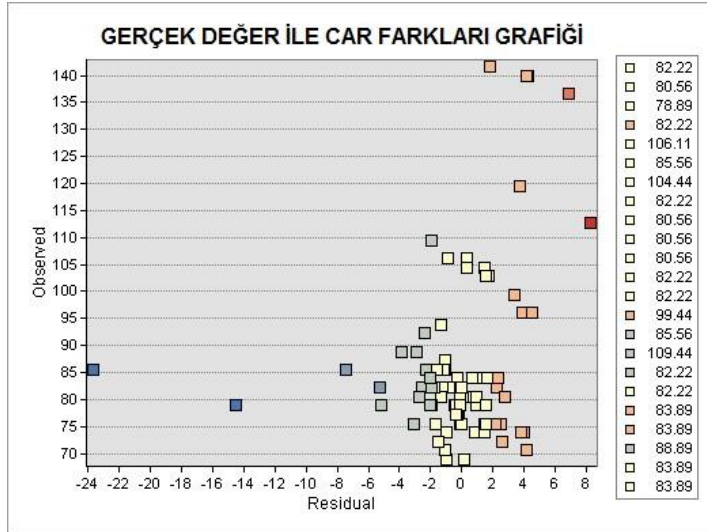
farkı çıktığı görülmektedir. Yani tahmin edilen değerlerin gerçek değerden ne kadar fark çıktığı ve yoğun olarak hangi aralıklarda farkın yoğunlaştığını göstermektedir.



Şekil 16. CAR farklar dağılım grafiği

Şekil 17'den görüldüğü gibi, gerçek değerler ile CAR tarafından tahmin edilen değerler arasındaki farkın grafiği sunulmaktadır. Bu grafik, gerçek değerden

ne kadar saptığını ve sapmaların yoğunlaştığı aralıkları ve sapmanın büyüklüğünü göstermektedir.



Şekil 17. Gözlemlenen (gerçek) değer ile CAR farkları (residual) grafiği

CAR modeli ile belirlenen uygun bağımsız değişkenlerin (cins, yapı durumu, yola mesafe, yerleşim yerine mesafe, baraja mesafe ve değer düşüklüğü oranı) her bir kesişme katsayısının görselleştirilmiş hali taranmıştır. Bu tarama sırasında, siyah renkli alanlar düşük katsayı değerlerini, beyaz renkli alanlar ise yüksek katsayı değerlerini göstermektedir. Şekil 18'de, bağımsız değişkenlerden cins/nitelik için

doğu yönünde beyaz renkli alanların yoğun olması, o bölgedeki parsellerin yüksek değerlere sahip olduğunu göstermektedir. Batıya doğru ilerledikçe ise cins/nitelik özelliklerinin düşük değerlere sahip olduğu görülmektedir. Bu durum, cins/nitelik bağımsız değişkeninin, bağımlı değişken üzerindeki mekânsal etkilerini ve fiyatların hangi bölgelerde düşük ya da yüksek olduğunu açıklamaktadır



Şekil 18. Cins katsayı tarama haritası

Tüm kriterlere göre katsayı tarama haritaları oluşturulmuştur. Ancak, makalede sunulmasına gerek görülmemiştir. CAR modeli sonucu oluşan tarama katsayı haritalarının konumsal olarak bağımsız değişkenlere göre irtifak değerinin en düşük değer ile en yüksek değerlerinin bölgesel olarak gösterimi

Tablo 3’de gösterilmiştir. Tablo 3’te, irtifak değerine hangi bağımsız değişkenin hangi bölgede konumsal ağırlık olarak, irtifak bedelini nasıl etkilediği görülmektedir. Koyu mavi renkle gösterilen bölgelerin yüksek değere, açık mavi ile gösterilen bölgelerin düşük değere sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 3. İrtifak Değerine Etki Eden Bağımsız Değişkenlerin Bölgesel Olarak Yoğunluk Haritası

İrtifak Değeri İçin Bağımsız Değişkenlerin Katsayı Tarama Haritasının Yoğunluk Gösteri								
Bağımsız Değişkenler	Yön							
	Doğu	Batı	Kuzey	Güney	Güneydoğu	Güneybatı	Kuzeydoğu	Kuzeybatı
Nitelik (Cins)	Yüksek	Düşük	Düşük	Yüksek				
Yapı Durumu		Yüksek	Düşük	Düşük		Yüksek		
Yola Uzaklık		Düşük	Düşük	Düşük				
Yerleşim Yerine Uzaklık		Düşük	Düşük	Düşük				
Baraja Uzaklık		Düşük	Düşük	Düşük				
AKK	Yüksek	Düşük	Düşük	Düşük				
İmar Durumu	Yüksek	Düşük	Düşük	Düşük				

ÇRA modeli sonucunda çıkan rapordaki istatistik bilgileri Tablo 3’te gösterildiği gibidir.

Tablo 4’te görüleceği üzerine:

- Olasılık değeri açısından değerlendirildiğinde; Bağımsız değişkenlerin olasılık değerlerinin 0.01’den küçük olduğu tespit edilmiştir. Bu durum,

modelin uyumlu olma şartlarından biri olan $p < 0.01$ koşulunun sağlandığını,

- Standart hata (StdError) açısından değerlendirildiğinde; Regresyon katsayılarının standart hatalarının düşük çıkması, tahmin edilen değerlerin daha güvenilir olduğunu,
- Standart hata (StdError) açısından genel olarak değerlendirildiğinde; Regresyon

katsayı standart hatalarının düşük olması, tahmin edilen değerlerin güvenilirliğini artırdığını,

- VIF değerleri açısından değerlendirildiğinde; Tüm değerlerin VIF < 7.5 çıkması, bağımsız değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlantının olmadığını,
- Multiple R-Square (R2) ve Adjusted R-Square (düzeltmiş R2) açısından değerlendirildiğinde; R2 = 0.96 ve düzeltilmiş R2 = 0.96 değerleri çıkmıştır. Regresyon analizinde, R2 değerinin 1'e yakın olması bağımsız değişkenlerin modelle iyi uyum sağladığını gösterir. Bu bağlamda, modelin bağımsız değişkenlerle

%96 doğruluk olasılığıyla uyum gösterdiği ortaya çıktığı,

- Akaike Bilgi Kriteri (ABK) açısından değerlendirildiğinde; Model sonucu çıkan değer düşük olması, modelin uyumluluğunun iyi olduğunu gösterir. Tablo 3'te ABK değeri 513.34 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar, sınıflandırma yöntemiyle oluşturulan bağımsız değişkenlerin ÇRA modeliyle iyi uyum sağladığı,
- Ayrıca, Tablo 3'te Joint F-Statistic, Joint Wald Statistic ve Koenker (BP) Statistic değerlerinin yüksek çıktığı ve modelin daha iyi uyum sağladığı, Bulgularına ulaşılmıştır.

Tablo 4. Bağımsız değişkenlerin sınıflandırma öncesi ÇRA raporu istatistiksel bilgileri özeti ve ÇRA teşhis raporu

Sınıflandırma Verilerin Çra Raporu İstatistik Bilgileri							
	Cins / Nitelik	Arazi kullanım Kabiliyeti (AKK)	İmar Durumu	Yapı Durumu	Yola Mesafe	Baraja Mesafe	Yerleşim Yerine Mesafe
Coefficient	1.71	2.03	2.57	2.05	1.88	1.94	2.02
Std_Error	0.25	0.44	0.26	0.09	0.17	0.17	0.21
t-Statistic	6.73	4.56	9.61	22.21	11.20	11.46	9.19
Probalıty	*0.00	*0.00	*0.00	*0.00	*0.00	*0.00	*0.00
Robust_SE	0.14	0.21	0.15	0.20	0.03	0.12	0.17
Robust_t	11.44	9.67	16.87	10.13	54.08	15.46	12.15
Robust_Pr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
VIF	2.67	1.32	4.55	1.17	1.13	1.50	1.46
Multiple R-Squared	0.96						
Adjusted R-Squared	0.96						
AICc	513.34						
Joint F-Statistic	318.10						
Joint Wald Statistic	17372.26						
Koenker (BP) Statistic	17.43						
Jarque-Bera Statistic	5142.54						

önünde * işareti olan bağımsız değişkenlerin model ile uyumlu olduğu anlamına gelmektedir.

Model sonucunda ortaya çıkan formül Eşitlik 1'de gösterildiği gibidir. Ayrıca irtifak hakkının geçmiş olduğu parselde değer düşüklü yaşanacağından dolayı, ÇRA

modelinde çıkan formül değer düşüklüğü ile çarpılıp Eşitlik 1'de gösterildiği gibidir.

$$\text{İRTİFAK BEDELİ} = \text{Değer Düşüklüğü Oranı} [32.173508 + \text{cinspuan} * 1.721228 + \text{AKKpuanı} * 2.114287 + \text{imarpuan} * 2.965091 + \text{yapıpuan} * 2.049907 + \text{yolpuan} + 1.888771 + \text{Brijpuan} * 2.047236 + \text{Yerpuan} * 1.943345] \quad (1)$$

4. Sonuçlar ve Öneriler

Diyarbakır ilinin Eğil ilçesinde bulunan Ilgın ENH projesine ait 101 adet taşınmaz

üzerinde yapılan araştırmada, imar durumu, yapı durumu, nitelik/cins, yol ağına uzaklık, baraj göletine uzaklık, yerleşim yerine

uzaklık, toprağın sulama durumu ve arazi kullanım kabiliyeti gibi bağımsız değişkenler ile m² irtifak bedeli bağımlı değişkeni arasındaki ilişkisinin, Çoklu Regresyon Analizi (ÇRA) ve Coğrafi Ağırlıklı Regresyon (CAR) modelleri kullanılarak incelenmiştir. ÇRA modeli sonuçlarına göre, R² değeri ve düzeltilmiş R² değeri % 96 ile yüksek uyumlu olduğu ve modelin bağımlı değişkeni açıklamada oldukça başarılı olduğunu göstermektedir. ÇRA modeli ile uyumlu çıkan bağımsız değişkenlerle konumsal/local ağırlıklı CAR modeli uygulanmış ve bu modelde %96 düzeyinde yüksek bir R² değeri elde edilmiştir. Bu sonuçlar, taşınmazların m² irtifak bedelini belirlemede kullanılan değişkenlerin model tarafından başarılı bir şekilde tahmin edildiğini ve coğrafi faktörlerin bu tahminlerde önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Bu bilgiler ışığında, Iğın ENH projesinin geçtiği taşınmazlarda belirleyici olan kriterlerin derinlemesine incelenmesi, güncel fiyat araştırmalarının yapılması ve ENH kamulaştırma sürecinde ortaya çıkan sorunlara çözüm bulunması son derece önemlidir. Çünkü bu yaklaşım, ENH güzergâhının etkilediği taşınmazlarda, kriterlerin doğru analiz edilmesini, güncel fiyatlandırma çalışmalarının gerçekleştirilmesini ve kamulaştırma sürecinde karşılaşılan zorlukların etkin bir şekilde çözülmesini sağlayarak, modellerin daha kesin ve güvenilir sonuçlar üretmesine olanak tanır. Bu doğrultuda alınacak adımlar, proje sürecinin başarıyla tamamlanması ve taşınmaz sahipleri ile yerel yönetim arasında adil ve sağlam bir uzlaşma sağlanması için kritik önem taşımaktadır. Bu çalışmada ÇRA ve CAR modellerinin kullanımı, piyasa değerleri ile anlamlı değer haritalarının oluşturulması ve karşılaştırılması, irtifak değerlerinin daha teknik ve bilimsel bir temelde belirlenmesine olanak sağlamıştır. Özellikle CAR modeli, konumsal/local ağırlıklı irtifak değerini etkileyen bağımsız değişkenleri bölgesel olarak en düşük ve en yüksek değerlere sahip yerler olarak

belirlemede kullanılmıştır. Bu bağlamda elde edilen sonuçlar, proje alanında irtifak değerlerinin belirlenmesinde önemli bir adım olarak görülmekte ve bölgesel farklılıkların anlaşılmasına büyük katkı sağlamaktadır. CAR modeli ile tespit edilen bu değişkenler, yerel piyasa koşulları ve çevresel faktörlerin analiz edilmesinde temel alınarak, taşınmazların değerlendirilmesi ve planlanması süreçlerinde bilimsel bir temel oluşturulmasına yardımcı olmaktadır. Ortaya çıkan bulgular, ileriye dönük çalışmalarda modelin doğruluğunu ve güvenilirliğini sağlamak için gereken doğru ve uyumlu veri teminini vurgulamaktadır. Bu bağlamda, pazar fiyatlarının yeniden değerlendirilmesi ve TEDAŞ uzmanlarıyla yapılan danışmalar yoluyla yeni fiyatların belirlenmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Ayrıca, tarım arazilerinin sınıflandırılması için literatürde yapılan çoklu doğrusal regresyon analizlerinden öğrenilenlerden ilham alarak, ÇRA ve CAR modellerinin geliştirilmesi için puanlama yöntemlerinin kullanılması önerilmektedir.

Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulduklarını, 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

- Anonim, 2024. Diyarbakır İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü. (<https://diyarbakir.ktb.gov.tr/TR-56881/cografya.html>), (Erişim tarihi: 02.05.2024).
- Anonim, 2024. Laf Sözlük. (<https://www.lafsozluk.com/2009/02/egi-l-nerededir-nereye-baglidir-egil-hangi.html>), (Erişim tarihi: 02.05.2024).

- Alkan, T., Durduran, S.S., 2024. Meyve bahçelerinin çoklu regresyon analizi ve yapay sinir ağları ile değerlendirilmesi. *Türkiye Arazi Yönetimi Dergisi*, 6(1): 1-8.
- Bayındır, B., 2018. Enerji nakil hattı kamulaştırmalarında; değer tespiti ve karşılaşılan sorunlar. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Cellmer, R., Cichulska, A., Belej, M., 2020. Spatial analysis of housing prices and market activity with the geographically weighted regression. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9 (6): 380.
- Ceyhan, E., 2013. Coğrafi Ağırlıklı Regresyon İçin Yaklaşık Çözümlerin Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Durmuş, B., 2016. Konut fiyatlarını etkileyen parametrelerin çoklu regresyon analizi yöntemiyle irdelenmesi ve kentsel dönüşüme katkıları. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Döner, F., Kaya, E., 2021. Enerji nakil hattı projelerinin uygulanmasında arazi mülkiyetinin kazanılması sürecinin değerlendirilmesi. *Geomatik Dergisi*, 6(3): 189-197.
- Fang, Y., Li, C., Yang, Z., 2020. Driving factors of the industrial land transfer price based on a geographically weighted regression model: evidence from a rural land system reform pilot in China. *Land*, 9(1): 1-7.
- Kisworini, I.D., 2021. Land value prediction model in the urban fringe region using multiple regression algorithm. *Journal of Marine-Earth Science Technology*, 2(3): 1-6.
- Malaitham, S., Fukuda, A., Vichiensan, V., Wasuantarasook, V., 2020. Hedonic pricing model of assessed and market land values: A case study in Bangkok metropolitan area, Thailand. *Case Studies on Transport Policy*, 8(1): 153-162.
- Sandalcılar, A.R., Kandemir Ergün, K., Örucü, H., Şafak, T., Kandemir, S., 2017. Rize’de kamulaştırmada karşılaşılan sosyo-ekonomik ve hukuki sorunlar. *Uluslararası Ekonomi, İşletme ve Politika Dergisi*, 1(2): 103-116.
- Song, T., 2021. Factor analysis of chengdu integrated land section price of land expropriation influencing factors. *International Conference on Industrial and Business Engineering*, 21(7): 180-184.
- Oztura, H., Polat, S., 2021. Türkiye elektrik enerjisi üretiminde yenilenebilir kaynakların artan payı ve puantlarına katkıları; 2018 yılı analizi. *EMO Bilimsel Dergi*, 11(Özel Sayı): 40-49.
- Toprak, M.F., Güngür, O., 2023. Kayseri’de çoklu regresyon ve coğrafi ağırlıklı regresyon yöntemleri ile konutların toplu değerlendirilmesi. *Türk Uzaktan Algılama ve CBS Dergisi*, 4(1): 114-124.
- Tian, S., 2013. Mass appraisal of property tax base based on multivariate linear regression—empirical study on four districts of jinan. *Proceedings of The 2013 The International Conference On Education Technology And Information System*. Atlantis Press, (ICETIS 2013), 1111-1115.

Atıf Şekli: Can, K., Bostancı, B., 2024. ENH Kamulaştırma ve İrtifak Hakkı Değerlemesinde Coğrafi Ağırlıklı Regresyon Analizi. *MAS Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 9(Özel Sayı): 907–925.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.13948946>.

To Cite: Can, K., Bostancı, B., 2024. Geographically Weighted Regression Analysis in the Valuation of Expropriation and Easement Rights in ENH. *MAS Journal of Applied Sciences*, 9(Special Issue): 907–925.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.13948946>.

Evaluation of the Flora of the Muş Alparslan University Campus with Regard to Beekeeping

Mustafa GÜNEŞDOĞDU ^{1*}, Yasir TUFAN ², Ayşe Nida KURT ², Yaşar KARADAĞ ²

¹ Muş Alparslan University, Faculty of Applied Sciences, Department of Animal Production and Technologies, Muş

² Muş Alparslan University, Faculty of Applied Sciences, Department of Plant Production and Technologies, Muş

*Corresponding author: m.gunesdogdu@alparslan.edu.tr

Received: 09.07.2024

Accepted: 29.08.2024

Abstract

Honey bees (*Apis mellifera* L.) are the most common and active pollinator insects on earth. Bees are needed to pollinate flowers, and bees need the flowers as food. Bees obtain nectar and pollen, the most important food sources, from flowers. Bees visit different flowers to collect these nutrients. Factors that influence the bees' visits include the plant species, the proximity and density of the plant, the flower structure, the quality of nectar and pollen and the bees' needs. When bees visit flowering plants, the quality of the pollen and nectar they receive from the flower and the structure of the flower are important. Some flowers may be pleasant to humans but are not at all preferred by bees. In this study, an attempt was made to determine which flower species, belonging to which family, are intensively visited by bees. As a result of the study, 263 plant taxa belonging to 47 families were identified. Asteraceae (47), Fabaceae (32), Poaceae (30), Lamiaceae (24) and Apiaceae (12) are the most densely populated families. During field studies, it was observed that bee density was high in yellow sweet clover, white sweet clover, false acacia, purple clover, and small burnet flowers. It is expected that this research will contribute to future studies and beekeeping activities.

Keywords: Apis, beekeeping, foraging, flowers, province

1. Introduction

Covering an area of 814,578 km², Türkiye has various geographical features. Turkey, which has a very rich plant diversity due to its different geographical structure, has not only a diverse flora but also a diverse fauna (Doğaroğlu and Genç, 1994). This flora comprises 11,707 plant taxa (Güner, 2012). The Türkiye flora contains 75% of the honey plants important for beekeeping (Sıralı, 2010). Beekeeping has a great economic importance among agricultural enterprises in the world and in our country. Beekeeping in our country has developed well in the last ten years and has managed to take first place in the world ranking (Güneşdoğdu and Akyol, 2019).

The health of honey bees and the development of the bee colony depend on the nutrients in the hive. Bees generally obtain their nutrients from nature. Honey bees obtain their carbohydrate requirements from nectar and all other nutrients, especially protein, from pollen (Brodschneider and Crailsheim, 2010). Knowing the nutritional requirements of honey bees (*A. m. L.*) and implementing colony management strategies according to correct feeding models greatly contribute to making colonies more resistant to diseases, achieving high product yield and avoiding colony losses (Sabir et al., 2000). Beekeepers draw up plans depending on the flowering plant flora of a region. These plans include phases such as the relocation of colonies, the renewal and production of queen bees and the extraction of various bee products (Liolios et al., 2023). Honeybees visit many plants to collect nectar and pollen. However, it is still controversial which characteristic of the flower (e.g. shape, smell, color) is decisive for the visit (Sıralı, 2010). It is emphasized that this depends on the density and diversity of flowering plants in the apiary (Sandal and Kan, 2013).

The effects of global climate change are being felt in all parts of the world. It also has a negative impact on the flowering time of plants that are particularly useful for bees.

Irregularities in precipitation lead to changes in flowering time and duration (Öztürk and Erkan, 2010). Knowing the flowering time of flowering plants in a region and the preferences of bees is important for beekeepers when planning (Behçet and Yapar, 2019).

Muş is located in the upper Murat-Van section of the Eastern Anatolia region. It has an area of about 8116 km². It borders Erzurum to the north, Bitlis, Diyarbakır, and Batman to the south and southwest, Bingöl to the west and Ağrı and Bitlis to the east. The region consists of rugged mountainous terrain with an altitude of no more than 3000 meters and lowlands with an altitude of 1200-1500 meters. Muş has a continental climate with a large temperature difference between day and night and frosty, cold, and long winters. Annual temperatures average -10 °C in winter and over 25 °C in summer. The average annual rainfall is 765 mm (Sönmez, 2010) and the vegetation of Muş province consists of steppe plants, meadow grasses and oak forests (Karadağ et al., 2020). The total number of beekeeping enterprises, number of colonies, honey production (tons) and honey yield (kg/colony) in Muş are 366, 59,219, 446 and 7.54, respectively (Anonymous, 2022).

2. Materials and Methods

This study was conducted between April and November 2023 at the campus of Muş Alparslan University / Turkey (38°46'26"N 41°25'09"E). Of course, bee visits to the campus and crops used for scientific studies were investigated. The books "Plant Species in Muş Alparslan University" (Karadağ et al., 2020) and "Flora of Turkey and The East Aegean Islands" (Davis, 1975-1985; Davis et al., 1988) were used to identify the plants in the field. In the study, all flowering and non-flowering plants were assessed. Whether there were bee visits was determined by observing the plants in the field during the hours when the weather conditions were suitable for bee flight. The identified plants are arranged alphabetically by family name. If a bee visit took place, it is indicated as "Yes", otherwise as "No".

The area of the campus is approximately 1.330.000 m². At the time of the study, there were 250 honey bee colonies on the campus.

3. Results and Discussion

As a result of the study conducted on the premises of Muş Alparslan University, 263 plant taxa belonging to 47 families were identified. In addition, 139 of these taxa were found to be visited by bees (Table 1). It is seen that the plant taxa on the Muş Alparslan University campus are generally concentrated in the Asteraceae, Fabaceae, Lamiaceae, Apiaceae, Rosaceae, Brassicaceae, Caryophyllaceae and Boraginaceae families (Figure 1). In a study conducted in Solhan (Bingöl/Türkiye), one of the districts of Bingöl bordering Similar and Muş, it was reported that the most abundant bee plants belong to the Asteraceae, Lamiaceae, and Fabaceae families (Polat et al., 2020). Plants from the Asteraceae, Lamiaceae, and Fabaceae families ranked first in studies conducted in neighboring provinces (Behçet & Yapar,

2019; Bakoğlu et al., 2013; Öztürk and Erkan, 2010). Tanfer and Yener (2020) reported that the families Rosaceae (47), Fabaceae (31), Cupressaceae (28), Poaceae (25) and Lamiaceae (18) were densely represented on campus. The most frequently identified families in the Pozantı (Adana/Türkiye) region are Asteraceae (98), Fabaceae (72), Brassicaceae (60), Lamiaceae (54), Caryophyllaceae (53), Poaceae (33), Boraginaceae (30), Apiaceae (28), Rosaceae (19) and Caprifoliaceae (18) (Akıncı et al., 2018).

Muş is characterized above all by the different and wide altitudes in terms of beekeeping. In this regard, it is important to study the plant diversity at different altitudes such as 1500-3000 m and to evaluate the species and taxa that are important for beekeeping. Conducting future researchs not only on the grounds of Muş Alparslan University campus but also in the vegetation at different altitudes will contribute to beekeeping and honey yields of Muş province.

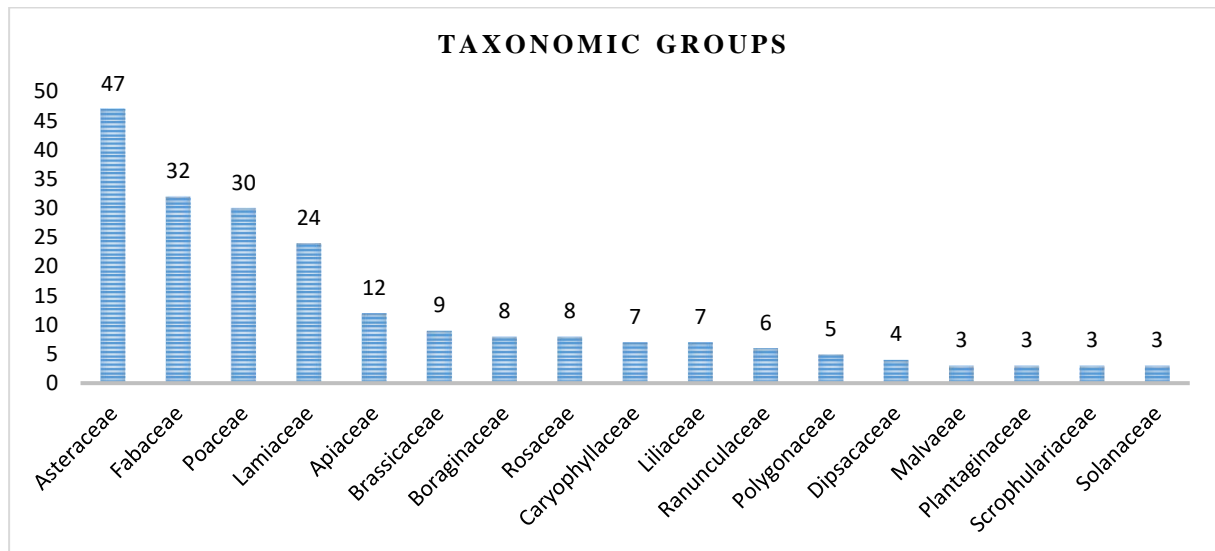


Figure 1. Families with the most taxa on campus

Table 1. Plant taxa detected on campus and bee visits

No.	Scientific Name	Family	English Name	Turkish Name	Bee Visit
1	<i>Celosia cristota</i> L.	Amaranthaceae	Cockscomb, Coxscomb	Horozibiği	No
2	<i>Celosia argentea</i> L.	Amaranthaceae	Plumed cockscomb, Celosia	Tüylü horozibiği	No
3	<i>Amaranthus albus</i> L.	Amaranthaceae	White pigweed	Ak horozibiği, Töreme	Yes
4	<i>Foeniculum vulgare</i> L.	Apiaceae	Fennel	Rezene, Arapsaçı	Yes
5	<i>Conium maculatum</i> L.	Apiaceae	Poison hemlock	Benekli Zehirli Baldıran	Yes
6	<i>Malabaila dasyantha</i> (K.Koch) Grossh.	Apiaceae	-	Dudak Patlatan, Kelemen Keçir	Yes
7	<i>Ferula arientalis</i> L.	Apiaceae	Oriental Fennel	Doğu Çaçırı	Yes
8	<i>Eryngium campestre</i> L.	Apiaceae	Field Eryngo	Boğa Dikeni	Yes
9	<i>Tordylium maximum</i> L.	Apiaceae	Great hartwort	Koca Davulotu	Yes
10	<i>Carum carvi</i> L.	Apiaceae	Caraway	Kır Kimyonu, Tarak Otu	Yes
11	<i>Coriandrum sativum</i> L.	Apiaceae	Coriander	Kişniş, Aşotu	Yes
12	<i>Cuminum cymimum</i> L.	Apiaceae	Cumin	Kimyon	Yes
13	<i>Anethum graveolens</i> L.	Apiaceae	Dill	Dere Otu	Yes
14	<i>Pimpinella anisum</i> L.	Apiaceae	Anise	Anason	Yes
15	<i>Amni visnago</i> (L.) Lam.	Apiaceae	Tootpick-Plant, Visnaga	Dişotu, Kaşni, Hıltan	Yes
16	<i>Gundelia tournefortii</i> L. var. <i>tournefortii</i>	Asteraceae	Tumbleweed	Kenger, Sakız Otu	Yes
17	<i>Senecio vernalis</i> Waltds. & Kit.	Asteraceae	Ragwort	Kanarya Otu	Yes
18	<i>Senecio vulgaris</i> L.	Asteraceae	Groundsel	Adi Kanarya Otu, İmam Kavuğu	Yes
19	<i>Taraxacum andrassavii</i> Schischkin	Asteraceae	Dandelion	Çayır Aslandışı	Yes
20	<i>Crepis sancta</i> (L.) Babcock	Asteraceae	Hawk's Beard	Tatlı Hindiba	Yes
21	<i>Crapis foetida</i> L.	Asteraceae	Stiking Hawk's Beard	Hindiba	Yes
22	<i>Artemisia austriaca</i> Jacq.	Asteraceae	Sagebrush	Yavşan	Yes
23	<i>Helichrysum arenarium</i> (L.) Maench.	Asteraceae	Straeflower	Altın Otu, Ölmez Çiçek	No
24	<i>Centaurea iberica</i> Trev. Ex Sprengel	Asteraceae	Iberian Knapweed	Çakır Dikeni	Yes
25	<i>Centaurea salstitalis</i> L.	Asteraceae	Yellow Cockspur	Güneş Çiçeği, Yaz Gelin Düğmesi	Yes
26	<i>Centaurea depresssa</i> M. Bieb.	Asteraceae	Dark Blue Bottle	Mor Peygamber Çiçeği, Acımık	Yes
27	<i>Centaurea glastifalia</i> L.	Asteraceae	Conflower	Sarı Peygamber Çiçeği, Zerdali Dikeni	Yes
28	<i>Centaurea cyanus</i> L.	Asteraceae	Cornflower, Black Ball Cornflower	Mavi Kantaron	No
29	<i>Carduus nutans</i> L.	Asteraceae	Musk Thistle	Deve Dikeni	Yes
30	<i>Carduus pycnocephalus</i> L.	Asteraceae	Slender Thistle, Italian Thistle	Sık Başlı Kangal	Yes
31	<i>Echinops orientalis</i> Trautv.	Asteraceae	Globe-Thistle	Topuz Dikeni	Yes
32	<i>Echinops ritro</i> L.	Asteraceae	Globe Thistle	Tüysüz Kirpi Dikeni	Yes
33	<i>Xanthium spinosum</i> L.	Asteraceae	Spiny Cocklebur	Dikenli Pıtrak	No
34	<i>Xanthium strumarium</i> L.	Asteraceae	Common Cocklebur, Clotbur	Domuz Pitrağı	Yes
35	<i>Picnomon acarna</i> (L.) Cass.	Asteraceae	Soldier Thistle	Pamuk Dikeni	No
36	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop. <i>Cirsium echinus</i> (M.Bieb.)	Asteraceae	Creeping Thistle	Tarla Köygöçüreni	Yes
37	Hand. Mazz. (Syn. <i>Carlina</i> <i>echinus</i>)	Asteraceae	Thistle	Köygöçüreni, Kırpıkangalı	No
38	<i>Onopordum acanthium</i> L.	Asteraceae	Common Cotton Thistle	Adi Eşek Dikeni	Yes
39	<i>Tragopogon bupthalmoides</i> (DC.) Boiss.	Asteraceae	Goat's Beard	Öküzgözümsü Tekesakalı	Yes
40	<i>Tanacetum vulgare</i> L.	Asteraceae	Tansy	Solucan Otu	No
41	<i>Tanacetum parthenium</i> (L.) Schultz. Bip.	Asteraceae	Feverfew, Bachelor's Buttons	Pireotu, Beyaz Papatya	No
42	<i>Matricarica chamomilla</i> L.	Asteraceae	Chemomile	Papatya	No

43	<i>Anthemis tinctoria</i> L. var. <i>tinctoria</i>	Asteraceae	Yellow Chamimile	Sarı Papatya, Boyacı Papatyası	Yes
44	<i>Anthemis cotula</i> L.	Asteraceae	Dog Fennel, Stinking May Weed	Pis Kokulu Köpek Papatyası	No
45	<i>Bellis perennis</i> L.	Asteraceae	Daisy	Çayırüzeli, Koyungözü	No
46	<i>Achillea millefolium</i> L.	Asteraceae	Common Yarrow, Medical Milfoil	Beyaz Vivanperçemi, Binbir Yaprak	Yes
47	<i>Achillea biebersteinii</i> Afan.	Asteraceae	Yarrow	Sarı Civanperçemi, Pireotu	Yes
48	<i>Centranthus longiflorus</i> Stev.	Asteraceae	Long Flowered Valerian	Kediotu, Mahmuz Çiçeği	Yes
49	<i>Carthamus tinctorius</i> L.	Asteraceae	Safflower	Aspir	Yes
50	<i>Echinacea pallida</i> (Nutt.) Nutt.	Asteraceae	Pale Purple Coneflower	Suluk Mor Kirpiotu, Soluk Çiçekli Ekinezya	Yes
51	<i>Echinacea purpurea</i> (L.) Moench (Syn. <i>Brauneria purpurea</i> (L.) Britt.)	Asteraceae	Eastern Purple Coneflower, Purple coneflower	Ekinezya, Koni Çiçeği	Yes
52	<i>Inula helenium</i> L. var. <i>orgyalis</i>	Asteraceae	Elecampane, Horseheal	Koca Andızotu	Yes
53	<i>Calendula officinalis</i> L.	Asteraceae	Marigold	Aysısafa, Kandil Çiçeği, Kadife Çiçeği	Yes
54	<i>Cynara scolymus</i> L.	Asteraceae	Globe Artichoke	Enginar	No
55	<i>Cnicus benedictus</i> L.	Asteraceae	Cnicus	Şevketibostan, Mübarekdikeni, Akkız	Yes
56	<i>Togetes petula</i> L.	Asteraceae	French Marigold	Fransız Kadife Çiçeği, Cennetkuşu Çiçeği	Yes
57	<i>Zinnia elegans</i> L.	Asteraceae	Youth-and-age, Common Zinnia	Zinya, Kirli Hanım Çiçeği	Yes
58	<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav.	Asteraceae	Garden Cosmos	Kozmos	Yes
59	<i>Erigeron canadensis</i> L.	Asteraceae	Fleabane, Butterweed	Şifaotu	No
60	<i>Lactuca serriola</i> L.	Asteraceae	Lectuce	Acı Marul	No
61	<i>Cichorium intybus</i> L.	Asteraceae	Withloaf Cichory	Yabani Hindiba	Yes
62	<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn.	Asteraceae	Blessed milkthistle	Meryemana Dikeni	Yes
63	<i>Heliotropium europaeum</i> L.	Boraginaceae	Heliotrope	Siğilotu, Bambulotu	Yes
64	<i>Onosma bornmuelleri</i> Hausskn.	Boraginaceae		Dallı Altındamla	No
65	<i>Lithospermum officinale</i> L.	Boraginaceae	Gromwell	Dağ Sedefotu	No
66	<i>Myosotis alpestris</i> F.W. Schmicth	Boraginaceae	Asian forget-me-no	Unutma Beni, Boncukotu	Yes
67	<i>Asperugo procumbens</i> L.	Boraginaceae	German-Madwort	Nevazilotu	Yes
68	<i>Anchusa azurea</i> Miller	Boraginaceae	Italian Bugloss	Mavi Sığirdili, Gürüz	Yes
69	<i>Echium italicum</i> L.	Boraginaceae	Italian Bugloss	Engerekotu	Yes
70	<i>Phacelia tonocetifolia</i> Benth.	Boraginaceae	Blue Tansy, Lacy Phacelia	Arıotu, Arıballığı	Yes
71	<i>Alyssum desertotum</i> Stapf.	Brassicaceae	Desert Madwort	Dumanotu	Yes
72	<i>Cordaria draba</i> (L.) Devs.	Brassicaceae	White-top, Hoary Cress	Ak Tere	No
73	<i>Lepidium virginicum</i> L.	Brassicaceae	Peppergrass	El Tere, Biberotu	No
74	<i>Erysimum cuspidatum</i> (M.Bieb.) DC.	Brassicaceae	-	Kuyruklu Zarife	Yes
75	<i>Isatis floribunda</i> Boiss. Ex Bornm.	Brassicaceae	Woad	Çivitotu	Yes
76	<i>Sinapis arvensis</i> L.	Brassicaceae	Wild Mustard	Yabani Hardal	Yes
77	<i>Sinapis nigra</i> L. (Syn. <i>Brossica nigra</i>)	Brassicaceae	Black Mustard	Siyah Hardal	Yes
78	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	Brassicaceae	Shepherd's Purse	Çoban Çantası	No
79	<i>Alliaria petiolata</i> (M.Bieb.) Cavara&Grande	Brassicaceae	Garlic Mustard, Hedge Garlic	Sarımsakotu, Sarımsak Hardalı	Yes
80	<i>Valerianella locusta</i> (L.) Latter.	Caprifoliaceae	Lamb's Lettuce	Kuzu Marulu	Yes
81	<i>Viburnum opulus</i> L.	Caprifoliaceae	Wayfaring Tree	Kartopu, Geleboru	No

82	<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke	Caryophyllaceae	Bladder Campion, Maiden's Tears	Gelinparmağı	No
83	<i>Silene argaea</i> Fisch.&C.A. Mey.	Caryophyllaceae	Turkish Catchfly	Yapışkanot	No
84	<i>Silene cretica</i> L.	Caryophyllaceae	Cretan Catchfly	Ada Nakılı	No
85	<i>Vaccaria pyramidata</i> Medikus	Caryophyllaceae	Cow Soapwort	Arap Baklası, İnekotu	Yes
86	<i>Gypsophila arrostii</i> L.	Caryophyllaceae	Creeping Gypsophila	Çöven Otu	No
87	<i>Gypsophila pallida</i> Stapf	Caryophyllaceae	Creeping Gypsophila	Şark Çöveni	No
88	<i>Dianthus barbatus</i> L.	Caryophyllaceae	Sweetwilliam	Çin Karanfili, Hüsnüyusuf	No
89	<i>Chenopodium album</i> L.	Chenopodiaceae	White Gosefold, Fat Hen	Ak kazayağı, Sirken	No
90	<i>Chenopodium quinoa</i> Wild.	Chenopodiaceae	Quinoa	Kinoa	No
91	<i>Hypericum scabrum</i> L. (Syn. <i>Hypericum cymosum</i> , <i>H. galioides</i>)	Clusiaceae	St. Johnswort	Kaba Kuzukıran	No
92	<i>Hypericum perforatum</i> L.	Clusiaceae	Common st johns's, st peter's wort	Sarı Kantaron	No
93	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Convolvulaceae	Field Bindweed	Tarla Sarmaşığı	Yes
94	<i>Convolvulus galaticus</i> Rotsan ex Choisy	Convolvulaceae	Bindweed	Sarmaşık	Yes
95	<i>Carex oreophila</i> C.A. Meyer	Cyperaceae	-	Yelsaparna	No
96	<i>Bolboschoenus moritimus</i> (L.) Palla	Cyperaceae	Sea club-rush	Sandalye Sazı	No
97	<i>Scabiosa caucasica</i> M. Bieb.	Dipsacaceae	Caucasus Scabios, Pincusion Flower	Uyuzotu	Yes
98	<i>Scabiosa argentea</i> L.	Dipsacaceae	Ukranian Scabious	Uyuzotu	Yes
99	<i>Dipsacus lociniatus</i> L.	Dipsacaceae	Vut-Leaves Teasel	Çoban Tarağı	Yes
100	<i>Knautia integrifolia</i> (L.) Bert.	Dipsacaceae	Whole-Leaved Scabious	Bütün Yapraklı Eşekkulağı	No
101	<i>Equisetum arvense</i> L.	Equisetaceae	Horsetail	Atkuyruğu	No
102	<i>Ricinus communis</i> L.	Equisetaceae	Castor of Plant	Hintyağı Bitkisi	No
103	<i>Trigonella balansae</i> Boiss.&Reut.	Fabaceae	Sickle-Fruit Fenegreek	Orak Meyveli Çemen	Yes
104	<i>Medicago sativa</i> L.	Fabaceae	Alfaalfa, Lucerne	Adi Yonca	Yes
105	<i>Medicago truncatula</i> Gaertn.	Fabaceae	Barrel Medic	Fiçı Yoncası	Yes
106	<i>Bituminaria bituminosa</i> (L.) Stirton (Syn. <i>Psoralea bituminosa</i> (L.))	Fabaceae	Pitch Trefoil	Katran Yoncası	Yes
109	<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Desr.	Fabaceae	Yellow Sweet Clover	Sarıtaş Yoncası	Yes
110	<i>Melilotus alba</i> Desr.	Fabaceae	White Sweet Clover	Aktaş Yoncası	Yes
111	<i>Astragalus onobrychis</i> L.	Fabaceae	Sainfoin Milk-Vetch	Korungamsı Geven	No
112	<i>Astragalus lagurus</i> Willd.	Fabaceae	Astragale	Tüybaşlı Geven	No
113	<i>Lathyrus sativus</i> L.	Fabaceae	Grass Pea	Adi Mürdümük	No
114	<i>Lathyrus roseus</i> Stev.	Fabaceae	Rosy-Flowered	Gül Mürdümüğü	No
115	<i>Lathyrus czechottianus</i> Bassler	Fabaceae	Sweetpea	Çalı Mürdümüğü	No
116	<i>Lathyrus pratensis</i> L.	Fabaceae	Meadow Vetchling	Çayır Mürdümüğü	No
117	<i>Pisum sativum</i> L. subsp. <i>sativum</i>	Fabaceae	Pea	Bezelye	No
118	<i>Ononis pubescens</i> L.	Fabaceae	Restharrow	Tüylü Öküzçanı	No
119	<i>Vicia villosa</i> Roth	Fabaceae	Hairy Vetch	Tüylü Fiğ	Yes
120	<i>Vicia panonnica</i> Crantz	Fabaceae	Hungarian Vetch	Macar Fiğ	No
121	<i>Vicia cracca</i> L. subsp. <i>cracca</i>	Fabaceae	Bird Vetch	Kuş Fiği	Yes
122	<i>Vicia sativa</i> L.	Fabaceae	Common Vetch	Adi Fiğ	No
123	<i>Vicia narbonensis</i> L.	Fabaceae	Narbonne Vetch	Koca Fiğ	No
124	<i>Coronilla varia</i> L. subsp. <i>varia</i>	Fabaceae	Purple Crownvetch	Alaca Taçotu	Yes
125	<i>Trifolium resupinatum</i> L.	Fabaceae	Persian Clover	Anadolu Üçgülü	Yes
126	<i>Trifolium pratense</i> L.	Fabaceae	Red Clover	Çayır Üçgülü	Yes
127	<i>Trifolium repens</i> L.	Fabaceae	White Clover	Ak Üçgül	Yes
128	<i>Trifolium purpureum</i> Lois.	Fabaceae	Purple Clover	Mor Üçgül	Yes
129	<i>Trifolium arvense</i> L.	Fabaceae	Rabbitfoot Clover	Tarla Üçgülü	Yes
130	<i>Trifolium pilulare</i> L.	Fabaceae	Ball Cotton Clover	Boncuk Üçgül	No
131	<i>Trifolium campestre</i> Schreb.	Fabaceae	Large Hop Clover	İri Kır Üçgülü	Yes
132	<i>Lotus comiculatus</i> L.	Fabaceae	Bird's Foot Trefoil	Sarı Çiçekli Gazalboynuzu	Yes
133	<i>Lotus gebelia</i> Vent.	Fabaceae	Bird's Foot Trefoil	Gazalboynuzu	Yes
134	<i>Lotus herbaceus</i> (Vill.) Jauzein	Fabaceae	Herb Canary Clover	Zehirli Yonca	Yes

134	<i>Onobrychis viciifolia</i> Scop. (Syn. <i>Onobrychis sativa</i>)	Fabaceae	Sainfoin	Korunga	Yes
135	<i>Glycyhiza glabra</i> L. <i>Senna corymbosa</i> (Lam.) H.S.	Fabaceae	Licorice	Meyan	No
136	Irwis&Berneby (Syn. <i>Cossia corymbosa</i>)	Fabaceae	Senna Plant	Sinameki	Yes
137	<i>Wisteria sinensis</i> (Sims) DC.	Fabaceae	Chinese wisteria	Çin Mor Salkımı	Yes
138	<i>Geranium macrostylum</i> Boiss.	Geraniaceae	-	Turnagagası	Yes
139	<i>Geranium robertianum</i> L.	Geraniaceae	Herb robin	Robertotu	Yes
140	<i>Herniaria glabra</i> L.	Illecebraceae	Rupturewort	Kırıkotu	Yes
141	<i>Scleranthus annuus</i> L.	Illecebraceae	German Knotgrass	Yıllık Yumaklıot	No
142	<i>Gladiolus atraviolaceus</i> Boiss.	İridaceae	Gladiolus	Yabani Glayöl, Kıraç Süseni	No
143	<i>Gladiolus kotschyanus</i> Boiss.	İridaceae	Corn Falg	Karga Soğanı, Kılıçotu	No
144	<i>Marrubium parviflorum</i> Fisch.&C.A.Mey	Lamiaceae	Horehound	Küçük Çiçeli Sinek Otu	Yes
145	<i>Euphorbia virgata</i> Waldst. Et. Kit.	Lamiaceae	Leafy Spurge, Tithymal	Çubuksu Sütleşen	Yes
146	<i>Ziziphora capitata</i> L.	Lamiaceae	Ziziphora	Dağ Reyhanı	Yes
147	<i>Stachys cretica</i> L. (Syn. <i>Stachys salviifolia</i>)	Lamiaceae	Creten Hedgenettle	Girit Karabaşotu	Yes
148	<i>Lavandula officinalis</i> L.	Lamiaceae	Lavander	Lavanta	Yes
149	<i>Mentha pulegium</i> L.	Lamiaceae	European Pennroyal	Yarpuz	No
150	<i>Mentha longifolia</i> (L.) Hudson	Lamiaceae	Wildmint	Tüylü Nane, İt Nanesi	No
151	<i>Lamium amplexicaule</i> L.	Lamiaceae	Henbit	Ballibaba	Yes
152	<i>Melissa officinalis</i> L.	Lamiaceae	Common Balm	Oğul Otu	Yes
153	<i>Salvia officinalis</i> L.	Lamiaceae	Kitchen Sage	Tıbbi Adaçayı	Yes
154	<i>Salvia sclorea</i> L.	Lamiaceae	Clary Sage	Misk Adaçayı	Yes
155	<i>Salvia triloba</i> L.	Lamiaceae	Sape Clary	Anadolu Adaçayı	Yes
156	<i>Salvia virgata</i> Jacq.	Lamiaceae	Southern Meadow Sage	Fatmanaotu, Yılandık	Yes
157	<i>Ocimum basilicum</i> L.	Lamiaceae	Sweet Basil	Fesleşen	Yes
158	<i>Sideritis perfoliata</i> L.	Lamiaceae	Mountain Tea	Dağ Çayı	Yes
159	<i>Origanum anites</i> L. (Syn. <i>Origanum smyrneum</i>)	Lamiaceae	Turkish Oregano, Smyrna Thyme	İzmir Kekikği, Mecanköşk	Yes
160	<i>Origanum majorana</i> L.	Lamiaceae	Sweet Marjoram	Mercanköşk	Yes
161	<i>Origanum vulgare</i> subsp. <i>gracile</i>	Lamiaceae	Russian Oregano	Kuş Zemulu	Yes
162	<i>Hyssopus officinalis</i> L.	Lamiaceae	Hyssop	Çördük	Yes
163	<i>Leonotis nepetifolia</i> L.	Lamiaceae	Lion's Tail	Aslan Kuyruğu	Yes
164	<i>Nepeta cataria</i> L.	Lamiaceae	Catnip	Kedi Nanesi	Yes
165	<i>Satureja hortensis</i> L.	Lamiaceae	Cibreska	Zahter	Yes
166	<i>Prunella vulgaris</i> L.	Lamiaceae	Common Selfheal	Acı Fesleşen	Yes
167	<i>Salvia splendens</i> L.	Lamiaceae	Annual Scarlet Sage	Ateş Çiçeği	No
168	<i>Ornithogalum narbonense</i> L.	Liliaceae	Star of Bethlehem	Akbaldır	Yes
169	<i>Ornithogalum oligophyllum</i> E.D. Clarke	Liliaceae	Star-of-Bethlehem	Sakarca, Akyıldız	Yes
170	<i>Muscari comosum</i> (L.) Miller	Liliaceae	Tassel Hyacinth	Arap Sümbülü	No
171	<i>Tulipa sintenisii</i> Baker	Liliaceae	Muş Tulip	Muş Lalesi	No
172	<i>Allium atroviolaceum</i> Boiss.	Liliaceae	Broadleaf Wild Leek	Top Başlı Yabani Sarımsak	No
173	<i>Allium ampeloprasum</i> L.	Liliaceae	Pearl Leek	Yabani Pırasa	No
174	<i>Allium nigrum</i> L.	Liliaceae	Ornamental Onion	Geniş Yapraklı Soğan	No
175	<i>Linum usitatissimum</i> L.	Linaceae	Flax, Linen	Keten	Yes
176	<i>Alcea calverti</i> Boiss.	Malvaceae	Queen Purple	Hatmi Çiçeği	Yes
177	<i>Alcea apteracarpa</i> (Fenzi) Boiss.	Malvaceae	Hollyhock	Hatmi Çiçeği	Yes
178	<i>Malva neglecta</i> Wallr. (Syn. <i>Malva rotundifolia</i>)	Malvaceae	Dwarf Mallow	Ebe Gümececi	Yes
179	<i>Paris quadrifolia</i> L.	Melanthiaceae	Herb Paris	Karga Gözü	No
180	<i>Syringa vulgaris</i> Madame Lemoine	Oleaceae	Lilac	Beyaz Çiçekli Leylak	No
181	<i>Oenothera biennis</i> L.	Onagraceae	Evening Primrose	Ezan Çiçeği, Işıkotu	Yes
182	<i>Oenothera lindheimeri</i> L.	Onagraceae	Beeblossom	Pembe Gaura Çiçeği	No
183	<i>Orobanchae cernua</i> L.	Orobanchaceae	Nodding Broomrape	Canavar Otu	No
184	<i>Fumaria officinalis</i> L.	Papaveraceae	Common Fumitory	Şahtere Otu	No
185	<i>Fumaria asepalae</i> Boiss.	Papaveraceae	Fumitory	Ak Şahtere	No

186	<i>Papaver rhoeas</i> L.	Papaveraceae	Corn Poppy	Gelincik	No
187	<i>Papaver somniferum</i> L.	Papaveraceae	Opium Poppy	Haşhaş	No
188	<i>Plantago lenceolata</i> L.	Plantaginaceae	Ribwort Plantain	Mızrak Yapraklı Sınır Otu, Yılanotu	Yes
189	<i>Plantago media</i> L.	Plantaginaceae	Sweet Plantain	Orta Yapraklı Sınır Otu	No
190	<i>Antirrhinum majus</i> L.	Plantaginaceae	Common Snapdragon	Aslanagzı	No
191	<i>Acantholimon caryophyllaceum</i> Boiss.	Plumbaginaceae	Prickly Thrift	Kar Dikeni, Çoban Yastığı	No
192	<i>Koeleria cristata</i> (L.)	Poaceae	Crested Hairgrass	Adi Parlak Ot	No
193	<i>Polypogon manspeliensis</i> (L.) Desf.	Poaceae	Annual Rabbit Footgrass	Tavşan Ayağı	No
194	<i>Bramus danthanae</i> Trin.	Poaceae	Oat Brome	Yulafı Brom	No
195	<i>Bromus hordeaceus</i> L.	Poaceae	Soft Brome	Arpamsı Brom	No
196	<i>Bromus tectorum</i> L.	Poaceae	Cheatgrass	Püsküllü Brom	No
197	<i>Bromus sterilis</i> L.	Poaceae	Barren Brome	Kısır Brom	No
198	<i>Bromus lanceolatus</i> Roth	Poaceae	Mediterranean Brome	Akdeniz Bromu	No
199	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trib. Ex Steudel.	Poaceae	Common Reed	Adi Kamış	No
200	<i>Lolium perenne</i> L.	Poaceae	Perennial Ryegrass	İngiliz Çimi	No
201	<i>Lolium multiflorum</i> Lam. (Syn. <i>Lolium italicum</i>)	Poaceae	Italian Ryegrass	İtalyan Çimi	No
202	<i>Agropyron repens</i> (L.) P. Beauv.	Poaceae	Couch Grass	Tarla Ayırığı	No
203	<i>Alopecurus aucheri</i> Boiss.	Poaceae	Foxtail	Kaba Tilkikuyruğu	No
204	<i>Alopecurus pretensis</i> L.	Poaceae	Meadow foxtail	Çayır Tilkikuyruğu	No
205	<i>Alopecurus myosuroides</i> Hudson	Poaceae	Slender Foxtail	Yabani Tilkikuyruğu	No
206	<i>Dactylis glomerata</i> L.	Poaceae	Orchardgrass	Domuz Ayırığı	No
207	<i>Festuca arundinacea</i> Schreber	Poaceae	Tall Fescue	Kamışsı Yumak	No
208	<i>Festuca rubra</i> var. <i>rubra</i>	Poaceae	Red Fescue	Köksaplı Kırmızı Yumak	No
209	<i>Festucaovina</i> L. (Syn. <i>Festuca airoides</i>)	Poaceae	Sheep Fescue	Koyun Yumağı	No
210	<i>Poa pratensis</i> L.	Poaceae	Kentucky Bluegrass	Çayır Salkım Otu	No
211	<i>Poa bulbosa</i> L.	Poaceae	Bulbous luegrass	Yumrulu Salkım Otu	No
212	<i>Hordeum murinum</i> L.	Poaceae	Mouse Barley	Pisipisi Arpası	No
213	<i>Hordeum bulbosum</i> L.	Poaceae	Bulbous Barley	Yumrulu Arpa	No
214	<i>Taeniatherum çaput medusae</i> (L.) Nevski	Poaceae	Medusa Head	Kılçıklı Otlak Arpası	No
215	<i>Aegilops geniculata</i> Roth (Syn. <i>Aegilops avata</i> L.)	Poaceae	Ovate Goaygrass	Bodur Buğdayotu	No
216	<i>Aegilops triuncialis</i> L. (Syn. <i>Triticum triunciale</i>)	Poaceae	Barb Goatgrass	Sakalotu	No
217	<i>Aegilops cylindrica</i> Host	Poaceae	Jointed Goatgrass	Yuvarlak Buğdayotu	No
218	<i>Cynadan dactylan</i> (L.) Pers.	Poaceae	Bermudagrass	Köpekdişi	No
219	<i>Digitalis sanguinalis</i> (L.) Scop.	Poaceae	Factsheet	Tüylü Şeytanotu	No
220	<i>Echinachlae crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	Poaceae	Barnyardgrass	Darıcan	No
221	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	Poaceae	Johnsongrass	Halep Darısı	No
222	<i>Rumex acetosella</i> L. (Syn. <i>Rumex acetoselloides</i>)	Polygonaceae	Sheep's Sorrel	Küçük Kuzukulağı	No
223	<i>Rumex crispus</i> L.	Polygonaceae	Curied Dock	Kıvırcık Labada	No
224	<i>Polygonum arenastrum</i> Bor.	Polygonaceae	Common Knotweed	Çorak Çobandeğneği	No
225	<i>Polygonum aviculare</i> L.	Polygonaceae	Knotweed	Kuşmadımağı	No
226	<i>Fagopyron esculentum</i> L.	Polygonaceae	Buckwheat	Karabuğday	Yes
227	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Portulacaceae	Purslane	Semizotu, Soğukluk	Yes
228	<i>Ranunculus demissus</i> DC.	Ranunculaceae	Buttercup	Düğün Çiçeği	Yes
229	<i>Adonis flammea</i> Jacq.	Ranunculaceae	Pheasant's Eye	Kandamlası, Kır Lalesi	No
230	<i>Cossonida orientalis</i> (Gay) Schröd	Ranunculaceae	Locket Larkspur	Titrek Çiçeği	No
231	<i>Deiphinium cyphoplectrum</i> Boiss.	Ranunculaceae	Larkspur	Heseran	No
232	<i>Nigelia sativa</i> L.	Ranunculaceae	Black Caraway	Çörekotu	Yes
233	<i>Nigelia damascena</i> L.	Ranunculaceae	Love in a Mist	Şam Çörekotu	Yes
234	<i>Potentilla argentea</i> L.	Rosaceae	Silvery Cinquefoil	Gümüşü Beş Parmakotu	Yes
235	<i>Sanguisorba minor</i> Scop.	Rosaceae	Small Burnet	Küçük Çayır Düğmesi	Yes

236	<i>Geum urbanum</i> L.	Rosaceae	Wood Avens	Meryen Otu	Yes
237	<i>Rosa canina</i> L.	Rosaceae	Dog Rose	Kşburnu	Yes
238	<i>Rosa multiflora</i> Thunb. (Syn. <i>Rosa polyantha</i>)	Rosaceae	Multiflora Rose	Çok Çiçekli Gül, Bebek Gülü	Yes
239	<i>Spiraea japonica</i> L.	Rosaceae	Japanese Meadowsweet	Keçi Sakalı	No
240	<i>Rosa centifolia</i> L.	Rosaceae	Cabbage Rosa	Okka Gülü	No
241	<i>Rosa hybrida</i> L.	Rosaceae	Hybrid Rose	Gül	No
242	<i>Galium aparine</i> L.	Rubiaceae	Catchweed Bedstraw	Yoğurtotu, Yapışkanotu	No
243	<i>Cardiospermum halicacabum</i> L.	Sapindaceae	Balloon Vine	Balonotu	No
244	<i>Digitalis ferruginea</i> L. subsp. <i>ferruginea</i>	Scrophulariaceae	Foxglove	Yüksükotu, Mayasılotu	Yes
245	<i>Veronica anagallis aquatica</i> L.	Scrophulariaceae	Speedwell	Yavşanotu	Yes
246	<i>Verbascum cheiranthifolium</i> Boiss.	Scrophulariaceae	Mullein	Sıgırkuyruğu	Yes
247	<i>Nicotiana tabacum</i> L.	Solanaceae	Tobacco	Talgar Tütünü	No
248	<i>Hyoscyamus niger</i> L.	Solanaceae	Henbane	Siyah Banotu	Yes
249	<i>Petunia hybrida</i> L.	Solanaceae	Petunia	Kırmızı Petunya	No
250	<i>Urtica dioica</i> L.	Urticaceae	Large Nett	Acı Isırgan	No
251	<i>Peganum harmola</i> L.	Zygophyllaceae	Harmel	Üzerlik	Yes
252	<i>Tribulus terrestris</i> L.	Zygophyllaceae	Maltese Cross	Demirdikeni	Yes
253	<i>Acer platanoides</i> L.	Aceraceae	Norway Maple	Çınar Yapraklı Akçağaç	No
254	<i>Betula pendula</i> Roth.	Betulaceae	Birch Tree	Huş Ağacı	No
255	<i>Thuja orientalis</i> var. <i>aurea</i>	Cupressaceae	Arbor-vita	Altuni Mazı	No
256	<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	Elaeagnaceae	Wild Olive, Oleaster	İğde	Yes
257	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	Fabaceae	False Acacia, False Locust	Yalancı Akasya	Yes
258	<i>Colutea cilicica</i> Boiss. & Ball.	Fabaceae	Blander Senna	Patlangaç	Yes
259	<i>Cercis siliquastrum</i> L.	Fabaceae	Judas Tree	Erguvan	Yes
260	<i>Salix alba</i> L.	Salicaceae	White Willow	Ak Söğüt	No
261	<i>Paulownia tomentosa</i> Thunb.	Scrophulariaceae	Princess Tree	Pavlonya	No
262	<i>Tilia cordata</i> Mill.	Tiliaceae	Littleleaf Linden	Küçük Yapraklı Ihlamur	Yes
263	<i>Ulmus campestris</i> L.	Ulmaceae	Elm Tree	Karağaç	No

4. Conclusion

It is possible to describe the province of Muş as an important plant area with its significant plains and highly variable and local habitats. For this reason, nomadic beekeepers move their colonies to different areas of the region between May and October. This research is pioneering work on bee plants in the province. It is expected that this research will help growers visiting the region. It is expected that more detailed research of this type will be conducted at various locations within the provincial boundaries and will serve as a guide for beekeepers.

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

- Akıncı, H., Başköse, İ., Savran, A., 2018. The flora of Akdağ (Pozantı-Adana/Turkey) and Its Enviroments. *Biological Diversity and Conservation*, 11(1): 13-29.
- Anonymous, 2022. Republic of Türkiye Ministry of Agriculture and Forestry Apiculture Research Institute, (<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ari-cilik/Sayfalar/EN/AnaSayfa.aspx>), (Accessed: 06.03.2024)

- Bakoğlu, A., Kutlu, M.A., Kökten, K., 2013. Determination of important plants for honeybee (*Apis mellifera* L.) in Bingöl region, life spin and date of the flowering. *10th Field Crops Congress, Conference Proceedings Book*, 10-13 September, Konya, s.560-567
- Behçet, L., Yapar, Y., 2019. Important plants at the Matan Mountain (Bingöl/Turkey) flora with regard to beekeeping. *Biological Diversity and Conservation*, 12(1): 149-159.
- Brodschneider, R., Crailsheim, K., 2010 Nutrition and health in honey bees. *Apidologie*, 41: 278-294.
- Davis, P.H., 1975-1985. Flora of Turkey and East Aegean Island. Vols. 1-9, Edinburg: Edinburg University Press.
- Davis, P.H., Mill, R.R., Tan, K., 1988. Flora of Turkey and East Aegean Island. Vols. 10, Edinburg: Edinburg University Press.
- Doğaroğlu, M., Genç, F., 1994. Maintenance and Management Issues Related to The Productivity of Breeding Colonies. *2th Technical Beekeeping Congress, Conference Proceedings Book*, 19-20 December, Ankara, s. 101-107.
- Güner, A. 2012 List of Plants of Türkiye (*Vascular plants*). Nezahat Gökyiğit Botanical Garden Publications Flora Series 1, Güner A. (ed.), Istanbul, s.333-337.
- Güneşdoğdu, M., Akyol, E., 2019. A survey study to determine the structure of beekeeping in Adana province. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7(12): 2030-2037.
- Karadağ, Y., Hatipoğlu, R., Çınar, S., Öztürk, M., Yenikalaycı, A., Tufan, Y., Kayaalp, A.N., 2020. Plant Species in Muş Alparslan University Complex Muş Alparslan University, Muş.
- Liolios, V., Kanelis, D., Rodopoulou, M.A., Tananaki, C.A., 2023. Comparative Study of Methods Recording Beekeeping Flora. *Forests*. 14(1): 1677-1679.
- Öztürk, F., Erkan, C., 2010. Bee plants of Van lake basin (Turkey). *International Journal of Botany*, 6(2): 101- 106.
- Polat, R., Esim, N., Ürüşan, Z., Caf, A., Ahıskalı, M., Canlı, D., 2020. An Evaluation on Solhan (Bingöl/Turkey) Flora with Regard to Beekeeping. *Turkish Journal of Nature and Science*, 9(1): 1-10.
- Sabir, A. M., Suhail, A. Akram, W., Sarwar, G., Saleem, M., 2000. Effect of some pollen substitute diets on the development of *Apis mellifera* L. Colonies. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 3(5): 890-891.
- Sandal, E.K., Kan, C., 2013. Beekeeping activities in Bingöl province. *Turkish Geographical Review*, 60(1): 1-12.
- Sönmez, M.E., 2010. Causes and Consequences of Emigration in Muş Province, *Turkish Geographical Review*, 55(1): 45-57.
- Sıralı, Y.D., 2010. Arıcılığın Türkiye İçin Önemi. *Arıcılık Araştırma Dergisi*, 4(1): 3-4.
- Tanfer, M., Yener, Ş.D., 2020. A Research About the Istanbul University - Cerrahpasa Faculty of Forestry Campus Flora. *Journal of Bartın Faculty of Forestry*, 22(3): 726-737.

To Cite: Güneşdoğdu, M., Tufan, Y., Kurt, A.N., Karadağ, Y., 2024. Evaluation of the Flora of the Muş Alparslan University Campus with Regard to Beekeeping. *MAS Journal of Applied Sciences*, 9(Special Issue): 926–935.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.13949000>.

Greenhouse Gas Emissions, Carbon Sequestration in Cropland and Crop Yield Limiting Factors

Ali DEVLET ^{1*} 

¹ Bilecik Seyh Edebali University, Faculty of Agriculture and Natural Science, Department of Field Crops, Bilecik

*Corresponding author: ali.devlet@bilecik.edu.tr

Received: 10.07.2024

Accepted: 30.08.2024

Abstract

Global warming has seriously affected human survival and sustainable development of agriculture. The direct cause of global warming is likely to be the excessive emission of greenhouse gases. Greenhouse gases mainly include carbon dioxide (CO₂), methane (CH₄), nitrous oxide (N₂O), ozone (O₃) and water vapor. Due to the rapid change of global climate, the situation has further deteriorated. In crop production, drought is undoubtedly the most important stress which has a great impact on crop growth and productivity. Understanding the physiological, biochemical and ecological interventions associated with these stresses is important for better management. Abiotic stress is one of the main constraints of crop production and food security in the world. This review explores the scientific foundations of greenhouse gas emissions and carbon sequestration in agricultural lands. It examines the negative impacts of drought stress on plant responses, crop growth, and yield formation. Additionally, it assesses the gap between actual yields and potential yields, highlighting the limiting factors that have not been adequately addressed. This issue is prevalent in agricultural production across all countries.

Keywords: Greenhouse gas emissions, carbon sequestration, abiotic stress, yield limiting factors

1. Introduction

In recent years, the relationship between greenhouse gas emissions, carbon sequestration in farmland, and crop yield limiting factors has received widespread attention, especially in the context of global food security increasingly threatened by climate change. Agricultural practices have made significant contributions to greenhouse gas emissions through soil disturbance and fertilization (Smith et al., 2021). On the contrary, farmland may serve as a carbon sink through practices such as cover planting, no till agriculture, and agricultural ecological methods (Johnson et al., 2022). Recent studies have shown that strengthening carbon sequestration can not only alleviate climate change, but also improve soil health and crop resilience (Zhang and Liu, 2023). However, challenges such as soil degradation, water scarcity, and nutrient deficiencies continue to limit crop yields, making it necessary to comprehensively understand these dynamics (Thompson et al., 2024).

Seeds are essential entities that store plant genetic information vital for adaptation throughout the plant life cycle. As critical reproductive units, seeds significantly impact crop production and human survival. Quality seeds ensure high yields across various crop types and growing conditions (Bradford and Bewley, 2002). They offer superior genetic purity and characteristics such as high germination rates, uniform growth patterns, and resistance to diseases and pests (Basra, 1995). Seed quality is influenced by genetic factors, including the mother plant's composition, age, and nutritional status, as well as physical factors like temperature, water conditions, and soil nutrients (Bradford and Bewley, 2002; Finch-Savage and Leubner Metzger, 2006; Nambara and Nonogogaki, 2012). The use of high-quality seeds maximizes crop genetic potential and provides high returns per area, with benefits including adaptability to extreme conditions and ease

of harvesting (Bradford and Bewley, 2002; Nambara and Nonogogaki, 2012). Despite their importance, many farmers, especially in developing countries, struggle to access high-quality seeds due to inadequate production and distribution systems. The FAO has established guidelines to ensure seed quality from production to delivery (FAO, 2014). Efforts to improve seed quality through breeding and biotechnology have been significant, with seed companies focusing on traits like insect resistance and water-use efficiency to enhance crop yields (Rinukshi, 2015).

Global food consumption heavily relies on wheat, rice, corn, barley, and sorghum, all of which are vulnerable to climate change, particularly global warming and prolonged drought. In Asia and Africa, rain-fed agriculture is expected to suffer significantly, with potential losses of about 280 million tons of grain production (Singh et al., 2013). Rising temperatures can decrease seed numbers and sizes and alter physiological conditions in many plant species (Martínez et al., 2012; Singh et al., 2013). Predictions indicate that rice and corn production in South Asia may drop by 10% by 2030, with southern Africa facing a 30% reduction (Lobell et al., 2008). The International Rice Institute has found that temperatures above 35°C during flowering can cause sterility, leading to a 20% reduction in rice production (IRRI, 2014).

Greenhouse gases (GHGs) significantly influence climate by absorbing and releasing energy. While carbon dioxide is the primary contributor to global warming, other gases like methane (CH₄) and nitrous oxide (N₂O) also play critical roles (Denman et al., 2007; Velders et al., 2010). Without global efforts to reduce these emissions, they will continue to rise, exacerbating climate change (Fisher et al., 2007; Townsend et al., 2010). Understanding the emissions from human activities and natural processes is essential for effective mitigation strategies (Montzka et al., 2011). Rapid population

growth, fluctuating climate conditions, and food insecurity are pressing issues today (Hussain and Sulaimon, 2018). High temperatures and drought are major constraints on crop production, contributing to a global drought-like situation (Rajsekhar and Gorelick, 2017). Extreme drought has led to significant yield declines in crops like wheat and maize, with observed reductions of 21% and 40%, respectively (Daryanto et al., 2016; Zhang et al., 2018). Over the past 30 years, the global average temperature has

risen by 0.85 °C, with projections of an additional 0.2°C increase every decade (Friedlingstein et al., 2010). Each temperature rise could decrease global wheat yields by about 6% (Asseng et al., 2015). While some regions may benefit from warmer temperatures, the overall impact on global food security remains concerning (Challinor et al., 2014). Insufficient water supply exacerbates drought conditions, affecting plant health and yield (Lisar et al., 2012). The detailed system representation is shown in Figure 1.

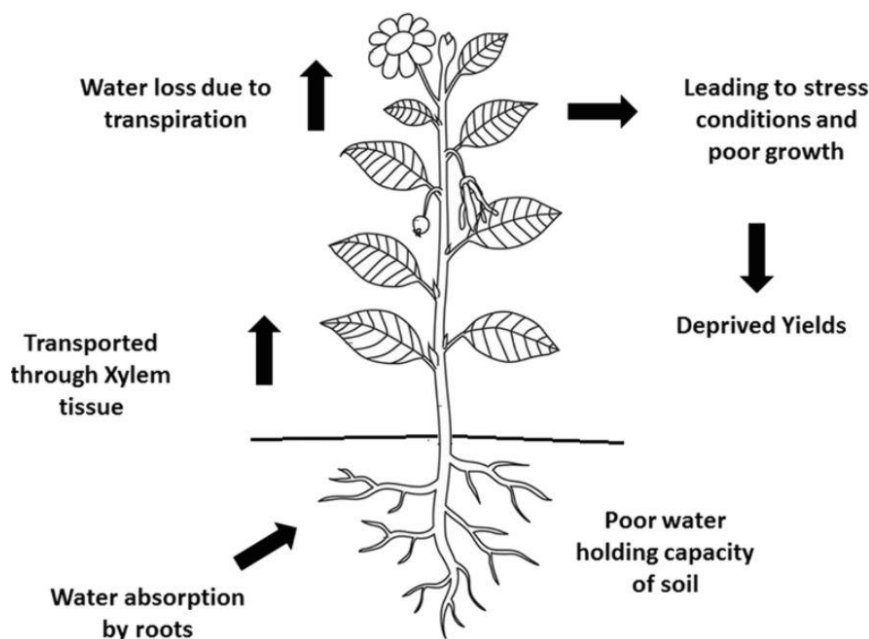


Figure. 1 A stress state in which plant yield decreases due to drought (Iqbal et al., 2020)

Drought damage is unpredictable, influenced by factors like rainfall patterns, soil water retention, and high transpiration rates (Yan et al., 2016). Drought affects plant growth by disrupting photosynthesis and nutrient uptake, leading to significant declines in crop productivity (Praba et al., 2009; Muhammad et al., 2012). Plant responses to drought vary by species and growth stage (Cheruth et al., 2009). Insufficient soil moisture limits photosynthetic radiation absorption and reduces harvest indices, contributing to yield declines (Earl and Davis, 2003).

Severe drought alters growth patterns and physiological processes (Duan et al., 2007). Heat stress also hampers plant development (Akter and Islam, 2017; Jalil and Ansari, 2018). Global warming-induced drought is increasingly limiting crop yield and productivity, emphasizing the need for effective crop management strategies. Human diets heavily rely on wheat (*Triticum aestivum L.*), maize (*Zea mays L.*), and rice (*Oryza sativa L.*), whose production has surged over the past 50 years due to land management improvements and new technologies

(Cassman, 1999; FAO, 2002a). Future agricultural demand is expected to rise, but land expansion is limited (Rosegrant, 2003). Agricultural intensification is essential for enhancing crop production (Ruttan, 2002; Barbier, 2003). However, food production growth has stagnated in many regions (Cassman, 1999; Rosegrant, 2003; Trostle, 2008). The yield gap, the difference between actual and potential crop yields, is poorly understood globally. This gap arises from inconsistent data on agricultural intensification drivers and limited land management information (Keys and McConnell, 2005). Many studies highlight local factors affecting food production, making it challenging to identify universal drivers (Timsina and Connor, 2001; FAO, 2002a; Reidsma et al., 2007). Furthermore, yield gap analyses often rely on crop models that simulate potential yields without accounting for local variations (Rockström and Falkenmark, 2000; Van Ittersum et al., 2013). While satellite data can enhance understanding of crop yield gaps, integrating this information with local data remains a significant challenge (Lobell, 2013).

2. Greenhouse gas emission and carbon sequestration in cropland

In the pre-industrial era, a natural balance existed between carbon dioxide emissions from sources (fossil fuels) and sinks (forests and oceans). However, since the industrial period, emissions have risen due to insufficient regulations, while deforestation and industrial expansion have reduced carbon sinks, particularly forest cover. Maintaining forest cover at 33% of land area is crucial for balancing land degradation and enhancing carbon absorption. There is a negative correlation between forest coverage and both population density and atmospheric CO₂ levels. Countries share the atmosphere as a common resource, necessitating international cooperation on greenhouse gas emissions through frameworks like the

Paris Agreement (UNFCCC, 2015) and Intended Nationally Determined Contributions (INDCs) (Venkatramanan et al., 2020b). Recent years have seen a rise in global average temperatures, driven by greenhouse gases (GHGs) like CO₂, methane (CH₄), and nitrous oxide (N₂O) (IPCC, 2014). CH₄ is particularly concerning, with a Global Warming Potential (GWP) significantly higher than CO₂ over various timeframes. Agricultural practices are major sources of GHGs, with farmland contributing approximately 12.5% of CO₂, 50% of CH₄, and 60% of N₂O emissions globally. For instance, paddy fields account for about 20% of global CH₄ emissions (IPCC, 2007). Soil organic carbon (SOC) plays a dual role as both a carbon source and sink. Practices like conservation tillage can enhance SOC accumulation, improving soil health and productivity (Lal et al., 2004). However, land-use changes, such as converting grasslands and forests to farmland, can release significant amounts of SOC into the atmosphere. Methane emissions from agricultural systems, particularly rice paddies, are substantial, with China contributing approximately 500 million tons annually. Strategies like alternating wet and dry irrigation have successfully reduced CH₄ emissions in China. However, understanding the mechanisms of GHG emissions in diverse agricultural systems remains insufficient, particularly regarding the interplay between N₂O and CH₄ emissions (Qiu et al., 2009). Future research should focus on regional monitoring and understanding the dynamics of GHG emissions in various cropping systems, particularly rice fields. Establishing sustainable agricultural practices that enhance carbon sequestration while maintaining productivity is essential for addressing climate change (Tan and Zhang, 2009). Strengthening the incentive mechanisms for soil carbon sequestration and enhancing research on SOC dynamics in farmland, especially in paddy systems, will provide valuable insights for policy-

making and agricultural practices (Pan et al., 2005). The impacts of climate change on ecosystems and human health underscore the importance of effective mitigation strategies. In Figure 2, we

summarize the impact pathways from carbon dioxide emissions to damage to ecosystems and human health covered by IPCC Fifth Assessment Report (AR5) (IPCC, 2014).

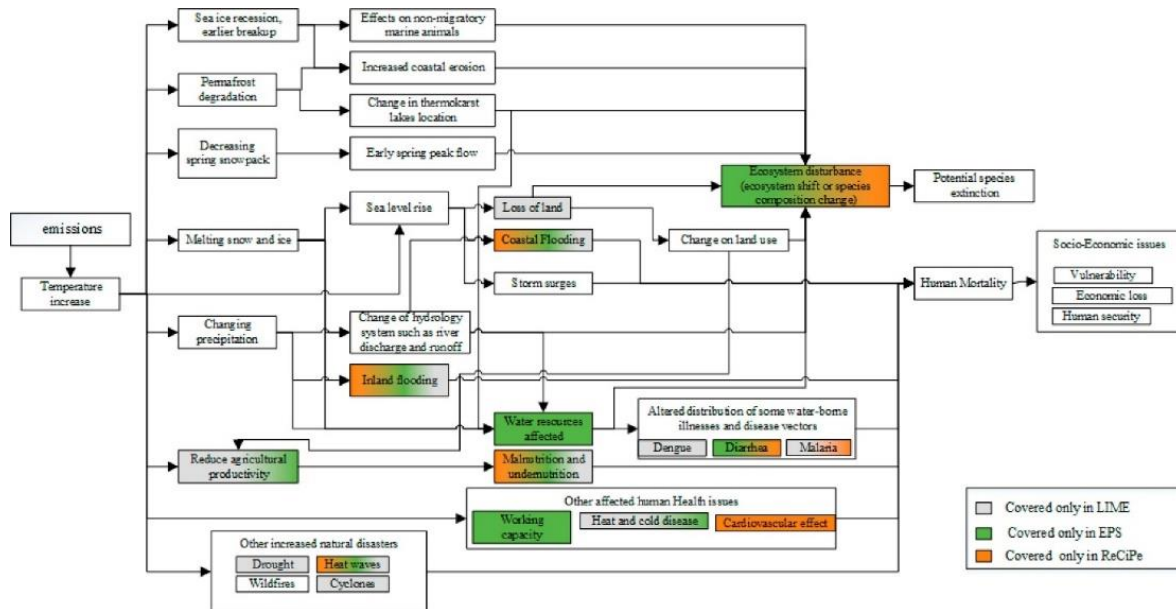


Figure 2. Damage pathways of greenhouse gas emissions to different protection areas, adapted from (IPCC, 2014a; Yan Dong et al., 2019)

Human health damage accounts for 70-97% of the monetary value of greenhouse gases, with CO₂ equivalent valued at approximately \$16, \$160, and \$140 per ton (Yan Dong et al., 2019). The uncertainty in these values can be significant, often by 1-2 orders of magnitude. Climate change, driven by anthropogenic greenhouse gases, is expected to increase flood frequency and severity, leading to estimated damages of \$300 billion over 100 years for major port cities (Hanson et al., 2011). Annual global flood-related losses are projected to rise from \$6 billion to \$100 billion by 2100 (Hallegatte et al., 2013). The socio-economic impacts of climate change could lead to conflicts over land and resources, reminiscent of the Second World War, which caused direct economic losses of \$11 trillion and 77 million deaths (Thompson, 2014). If climate change triggers similar conflicts, the estimated cost could be \$61 per ton of CO₂ equivalent. To manage greenhouse gas

emissions effectively, eco-intensive crop management practices are essential (Cassman, 1999). High-yield crops, when grown with best management practices (BMPs), can enhance soil carbon storage while minimizing greenhouse gas emissions. For example, in Nebraska, strategies such as selecting adaptive varieties, optimizing water and nitrogen management, and returning crop residues to the soil can reduce greenhouse gas emissions (Dobermann et al., 2007). The three primary agricultural greenhouse gases—CO₂, CH₄, and N₂O—differ in their global warming potential (GWP). Over 100 years, CH₄ has a GWP of 23 and N₂O has a GWP of 296 compared to CO₂ (IPCC, 2001). While CO₂ is heavily utilized in photosynthesis, methane is primarily emitted from rice cultivation and livestock, and nitrous oxide is produced during nitrification and denitrification processes in soil (Bange, 2000; Snyder et al., 2009). Optimizing nitrogen fertilizer

use can stabilize plant productivity and soil carbon storage while minimizing emissions. Current estimates suggest that 1% of nitrogen application results in N₂O emissions (IPCC, 2006), with variations based on local conditions. Reducing emissions of non-CO₂ greenhouse gases can significantly mitigate climate forcing and improve air and water quality (Fisher et al., 2007; Van Vuuren et al., 2006). Scientific advancements are crucial for understanding greenhouse gas flux sensitivities and improving emission quantification. The Montreal Protocol serves as a successful model for controlling atmospheric pollutants, demonstrating the potential for effective emission management to stabilize climate forcing (Montzka et al., 1999; Miller et al., 2010). In summary, managing both CO₂ and non-CO₂ greenhouse gas emissions is vital for climate stability, requiring a focus on eco-intensive practices, improved scientific understanding, and effective policy measures.

3. Crop production under drought condition

Drought conditions, characterized by limited root water supply and high transpiration loss, significantly impact plant growth and yield (Anjum et al., 2011). The severity of drought damage is unpredictable, influenced by rainfall patterns, soil water capacity, and evapotranspiration (Farooq et al., 2009; Praba et al., 2009). Drought affects growth, nutrient-water relationships, photosynthesis, and assimilate allocation, leading to reduced crop yields (Demirevska et al., 2009). Key factors contributing to yield reduction include decreased absorption of photosynthetically active radiation, diminished radiation use efficiency, and lower harvest indices (Earl and Davis, 2003). Initial drought effects manifest as poor germination and seedling development, impacting crops such as *Pisum sativum*, *Medicago sativa*, and *Oryza sativa* (Okcu et al., 2005; Manikavelu et al., 2006; Zeid and Sheeded,

2006). Drought restricts cell division and elongation, leading to reduced leaf number and size (Hussain et al., 2008; Taiz and Zeiger, 2006). For instance, maize exhibits significant decreases in height, leaf size, and biomass under drought (Khan et al., 2015; Kamara et al., 2003). Drought stress primarily reduces germination rates and seedling formation (Li et al., 2011). Studies indicate that drought negatively impacts seed germination and early growth (Kaya et al., 2006; Hatzig et al., 2018). The physiological processes essential for growth, such as cell elongation and mitosis, are compromised, leading to reduced plant growth (Farooq et al., 2009). Furthermore, drought stress reduces leaf area and expansion pressure, further limiting photosynthesis and growth (Rucker et al., 1995; Zhao et al., 2006). Yield is influenced by multiple physiological processes, all adversely affected by drought stress (Ali et al., 2017). The timing of drought exposure is critical; pre-anthesis drought can shorten flowering time, while post-anthesis drought affects grain filling (Farooq et al., 2009). Key enzymes involved in grain filling, such as Adenosine Diphosphate (ADP) glucose pyrophosphorylase, starch branching enzyme, and sucrose Uridine Diphosphate (UDP) glucosyltransferase, show decreased activity under drought (Ainsworth et al., 1995; Ahmadi and Baker, 2001). Stomatal closure is a primary response to water stress, limiting CO₂ intake and leading to oxidative damage (Ludlow and Muchow, 1990; Yokota et al., 2002). This response is influenced more by soil water status than leaf moisture (Turner et al., 2001). Drought also impairs photosynthesis by reducing stomatal conductance and damaging Rubisco function (Bota et al., 2004). The synthesis of key photosynthetic enzymes is negatively impacted by drought, leading to reduced Adenosine Triphosphate (ATP) production and impaired photosynthetic efficiency (Lawlor and Cornic, 2002). Overall, drought stress leads to reduced

leaf area, impaired photosynthetic mechanisms, and altered photosynthetic pigments, significantly affecting plant growth and yield (Fu and Huang, 2001; Monakhova and Chernyadev, 2002; Wahid and Rasul, 2005). Research highlights the critical need for understanding and

mitigating the impacts of drought on agriculture to improve crop resilience and yield stability under changing climatic conditions. The effect of drought stress on photosynthesis mechanism is shown in Figure 3.

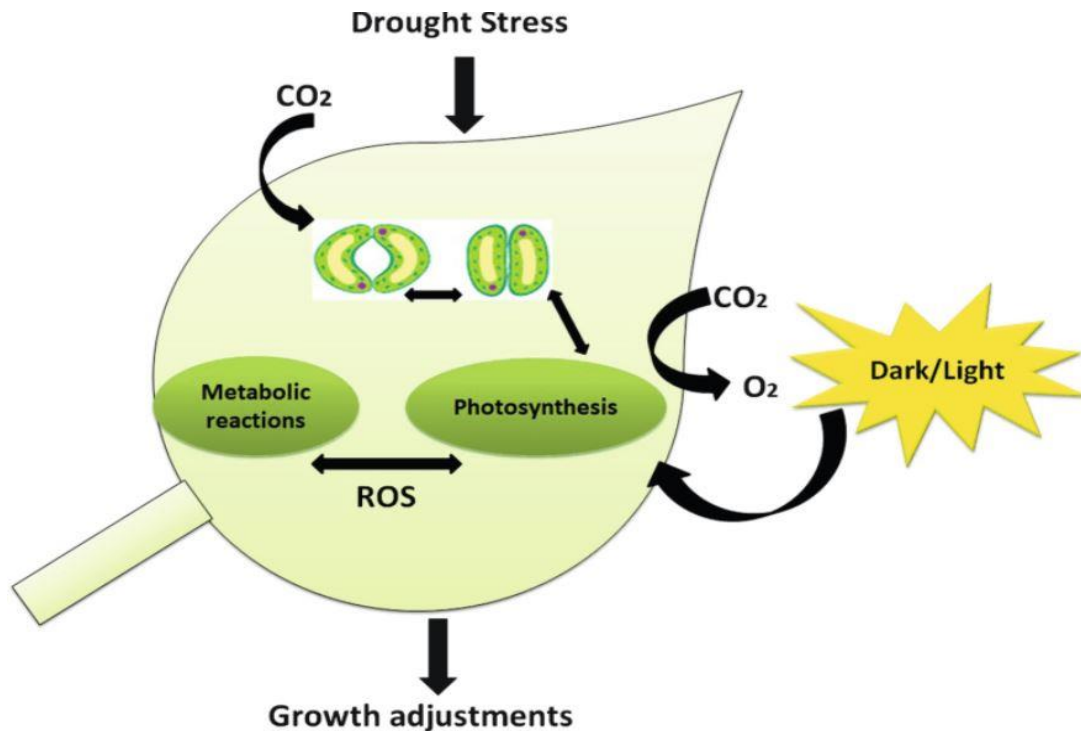


Figure 3. Drought Stress Affects Photosynthesis and leads to growth and development (Iqbal et al., 2020)

Water scarcity leads to cell shrinkage and reduced cell volume, causing substances within cells to become more viscous and resulting in protein denaturation (Ghosh and Dill, 2010). High solute concentrations in the cytoplasm can induce ionic toxicity, severely affecting enzymes essential for photosynthesis (Hussain et al., 2018). The presence of Rubisco in plant leaves is contingent on its production and degradation, remaining relatively stable even under severe water shortages due to its short half-life (Quick et al., 1991; Hoekstra et al., 2001). However, reduced production of Rubisco due to the contraction of its secondary subunit is a significant loss (Vu et al., 1999). Other

crucial photosynthetic enzymes are also adversely affected by drought (Farooq et al., 2012), with decreased phosphorylation and ATP synthesis being key factors limiting photosynthesis (Lawler and Cornic, 2002). Water relations in plants are influenced by factors such as leaf water potential, canopy and leaf temperature, transpiration rate, and stomatal conductance (Waring and Landsberg, 2011). Drought stress particularly impacts stomatal conductance, leading to decreased transpiration rates and increased leaf temperatures (Turner et al., 2001). Water use efficiency (WUE), defined as the ratio of accumulated dry matter to water consumed, is crucial for plant survival

under drought (Monclus et al., 2006). Some wheat varieties exhibit high WUE due to effective stomatal closure and reduced transpiration rates (Abbate et al., 2004). Early water shortages in *Solanum* plants can lead to decreased biomass and yield (Obidiegwu et al., 2015). Drought significantly affects the nutrient composition of plants, disrupting the absorption of essential nutrients like nitrogen, magnesium, calcium, and silicon (Barber, 1995). Root structure changes, including increased length and surface area, help plants adapt to acquire less mobile nutrients (Lynch and Brown, 2001). However, soil water deficits can hinder root growth and nutrient absorption (Garg, 2003). The interaction between roots and microorganisms is vital for nutrient uptake, and drought stress can impair nitrogen fixation in legumes (Ladrera et al., 2007; Schimel et al., 2007). Different crops respond variably to mineral absorption under drought, with nitrogen absorption typically increasing while phosphorus absorption decreases. Abiotic stress,

particularly drought and high temperatures, poses significant threats to crop production and food security, exacerbated by climate change. Understanding the physiological, biochemical, and ecological responses of plants to these stresses is essential for effective management strategies. Plant responses include morphological, physiological, and biochemical adaptations, with reproductive stages being particularly vulnerable (Fahad et al., 2017). Recent advancements in genetic methods and stress resistance techniques have shown promise, but challenges remain regarding the interaction between genetics and environmental factors. To enhance yield stability under drought, an integrated systems approach combining genomics, quantitative genetics, and ecophysiology is essential (Hawkesford and Buchner, 2001; Araus et al., 2003; Alaus, 2004). Most current research lacks this interdisciplinary framework, highlighting the need for comprehensive studies to improve crop resilience against abiotic stresses.

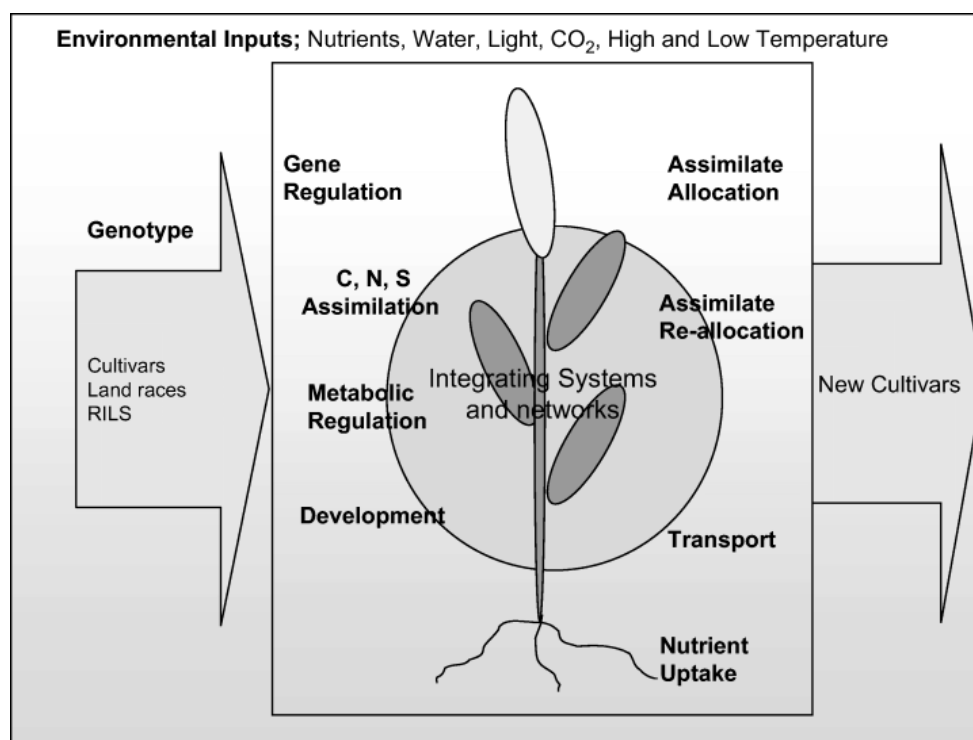


Figure 4. The response of plants to drought stress is complex, which is determined by genetic and environmental factors. The optimization of field water use needs an integrated system approach that takes into account crop management, environmental and genetic factors. Recombined inbred lines (Parry et al., 2005).

4. Crop yield and limiting factors

Recent concerns about meeting projected food demand through increased crop productivity have highlighted that "business as usual" will not suffice, potentially leading to rising food prices, poverty, and hunger (FAO, 2003; FAO, 2006; Royal Society of London, 2009; Koning and Van Gitson, 2009). Traditional computational models predicted stable or declining food prices, but significant changes in global food security predictions have emerged due to: (1) faster-than-expected economic development in populous countries, (2) increased demand for food and livestock products driven by rising purchasing power, and (3) a global slowdown in grain yield rates (Cassman et al., 2003; Royal Society of London, 2009; Cassman et al., 2010; Brisson et al., 2010; Fischer and Edmeades, 2010). As the global population approaches nine billion, existing crop land must yield significantly more. Some regions have higher potential for sustainable production due to better climate and soil quality, yet current yields in these areas are low, indicating a large yield gap. Identifying regions with the greatest potential for increased food supply is crucial for several reasons: it helps prioritize crops, guides research and interventions, assesses climate change impacts, and informs economic models for food security (Martin et al., 2013). Historical examples demonstrate the effectiveness of yield gap analysis. For

instance, wheat yields in the Netherlands have exceeded expectations, and improved management practices in Australia have reduced yield gaps (French and Schultz, 1984; Hochman et al., 2012). In Southeast Asia, nitrogen management improvements are needed for irrigated rice yields (Kropff et al., 1993), while a yield gap analysis in Nebraska revealed stagnation in maize yields (Grassini et al., 2011). Research on yield gaps has utilized various methods, including crop growth models and remote sensing technologies, revealing that biological, environmental, technical, economic, and policy factors contribute to yield differences (Wang et al., 2009). Improving crop yield focuses on enhancing yield potential (Y_p) and narrowing the yield gap (Wang, 2004). Y_p represents the maximum yield under optimal conditions, while water-limited yield (Y_w) accounts for water supply constraints. Average yield (Y_a) reflects the actual yield obtained by farmers under typical management practices (Evans, 1993; Van Ittersum and Rabbinge, 1997). Yield levels can be categorized into four tiers: theoretical yield based on light and temperature, high-yield records, regional test yields, and average field yields. The differences between these levels constitute the yield gap, with various factors identified as yield constraints (Martin et al., 2013). Therefore, the difference of crop yield can be defined as shown in Figure 5.

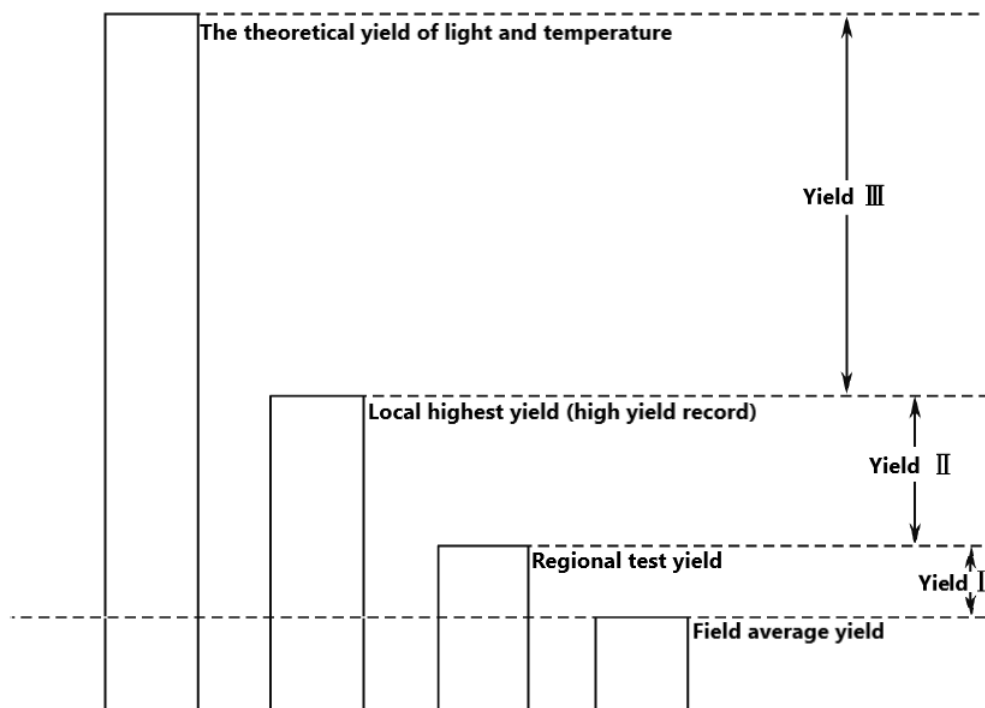


Figure 5. Definition of crop yield potential and yield difference (Li, 2011)

The theoretical yield of light and temperature represents the highest potential yield based on regional light and temperature resources, while the high yield record reflects the maximum yield achieved in the region. The regional test yield indicates the results from experimental fields, and the average yield per unit area denotes the actual yield obtained by local farmers. Yield differences are categorized as follows: Yield Difference I is the gap between regional test yield and average field yield; Yield Difference II is the gap between the high yield record and regional test yield; Yield Difference III is the gap between theoretical yield and the high yield record. For example, in China, maize's theoretical yield ranges from 27,349.5 to 47,490.0 kg/ha, whereas average yields are only 3,836.3 to 7,271.0 kg/ha, representing just 14.7% of the theoretical yield (Li, 2011). Since the mid-1970s, various conceptual models have emerged to explore the causes of yield gaps. Gomez identified two types of gaps: Gap I, which is due to environmental differences between

experimental stations and farmers' fields, and Gap II, which arises from biological, technological, and socio-economic constraints (Gomez, 1977). Lin Yifu highlighted two yield gaps in China's rice production: one between maximum experimental yields and farmers' potential yields, and another between farmers' potential and actual yields, with the latter influenced by environmental and management factors. The FAO's comparative performance analysis indicated that water shortage, diseases, and sowing dates are significant contributors to yield gaps (FAO). To address these gaps, researchers have emphasized the need for high-yield crop establishment and narrowing the yield gap between regional test yields and farmers' actual yields (Li, 2011). While achieving high yields is important, understanding the limiting factors of crop yield and resource constraints is essential for sustainable agricultural development (Evenson et al., 1997; Duvick and Cassman, 1999). Challenges in understanding yield differences include the complexity of

agroecosystems, lack of spatial data on crop yields, and farmers' focus on economic benefits. The yield gap (Y_g) is defined as the difference between potential yield (Y_p for irrigated crops or Y_w for dry crops) and actual yield (Y_a). Water productivity, or the efficiency of water use in food production, is increasingly important due to pressure on water resources (Bessembinder et al., 2005;

Passioura, 2006; Grassini et al., 2011). Achieving Y_p or Y_w is often impractical for many farmers due to cost-effectiveness and diminishing returns on inputs (Koning et al., 2008; Lobell et al., 2009). Future research must focus on narrowing the yield gap while balancing resource efficiency and economic viability (De Wit, 1992). The schematic diagram of these key parameters is shown in Figure 6.

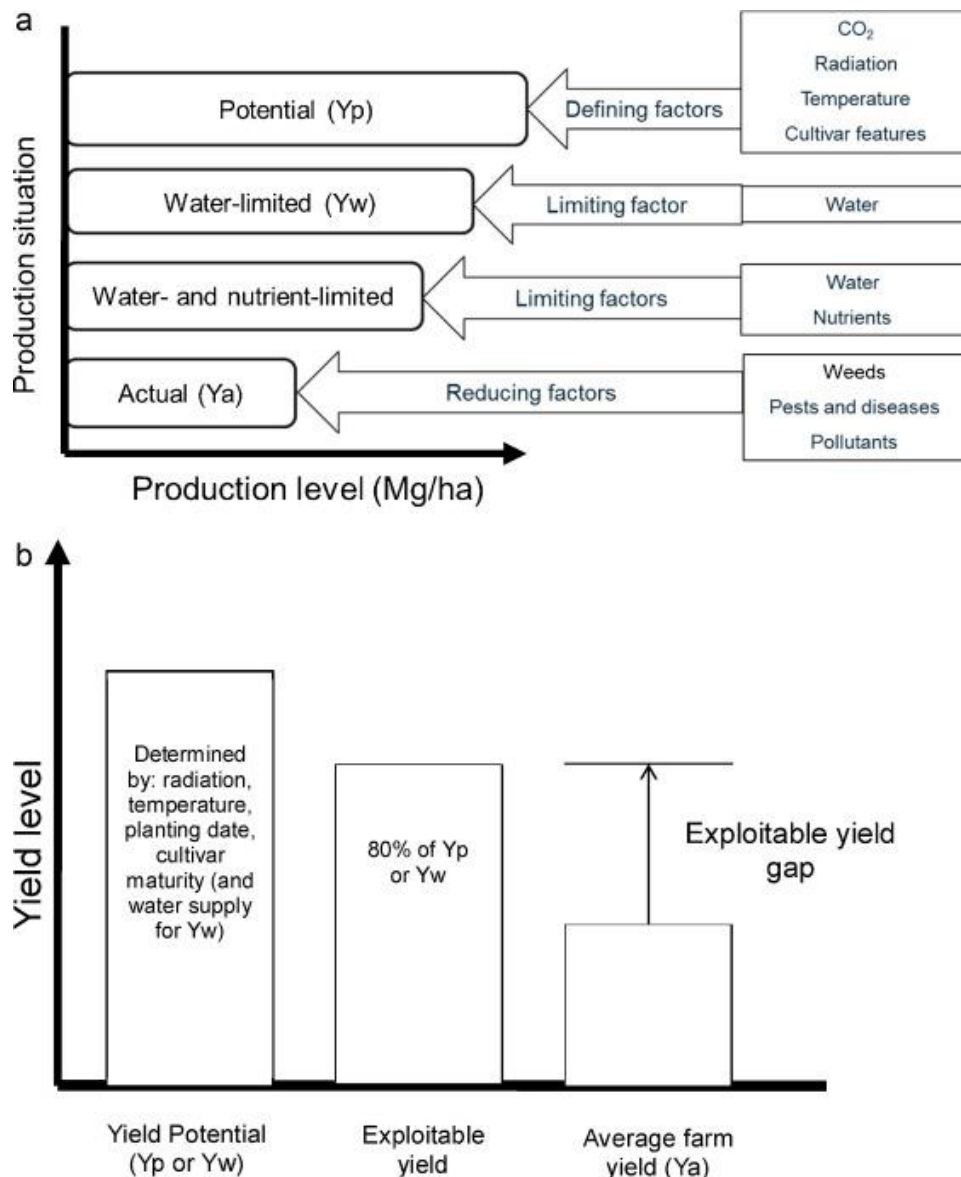


Figure 6. Different levels of production determined by growth definition, limiting and reducing factors (a). The yield potential (Y_p) of crops under non water limited irrigation depends on solar radiation (R), temperature condition (T) and growth period from planting to maturity. For crops grown under dry farming conditions, water limited yield (Y_w) represents the highest yield (Van itersum and Rabbinge, 1997). The recoverable production gap (b) represents the difference between the average production and 80% of Y_p or Y_w , as described in the paper (modified from Lobell et al., 2009; Martin et al., 2013).

Yield potential (Y_p), water-limited yield (Y_w), actual yield (Y_a), and yield gap (Y_g) are estimated based on geographical units and time frames. By applying appropriate amplification programs, it is possible to quantify individual farm yields over time and space (Ewert et al., 2011). Climate change can alter these yield levels by impacting temperature and water availability, farmers' adaptation strategies, and the prevalence of diseases and pests. This manuscript emphasizes quantifying current yield values for two main reasons: to identify causes of yield limitations and to assess the impact of climate change on future yields and food security (Martin et al., 2013). A review of organic versus conventional yield data was conducted using various literature databases, focusing on yield comparisons in organic and traditional agriculture. The search aimed to encompass diverse terminologies associated with organic farming, adhering to the International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM) standards, which exclude artificial fertilizers and promote biodiversity and soil fertility (Tomek et al., 2012). Discussions on crop yield gaps typically focus on two objectives: measuring the yield gap (the difference between Y_p and average yield) and identifying the main causes of this gap to enhance productivity through targeted management changes (Van Ittersum et al., 2013; Martin et al., 2013). However, spatial and temporal heterogeneity in agricultural landscapes poses challenges. Yield estimates often vary across different administrative units, complicating comparisons between localized agronomic experiments and broader regional data (Lobell et al., 2009). To address these challenges, remote sensing technologies have emerged as valuable tools for assessing agricultural heterogeneity. Remote sensing can provide extensive spatial and temporal data, complementing traditional methods of yield estimation, even though its

quantitative accuracy may be lower than field measurements. The integration of remote sensing into yield gap analysis presents significant potential for enhancing understanding and measurement of crop yields (Martin et al., 2013).

5. Conclusion

Carbon dioxide (CO_2), methane (CH_4), and nitrous oxide (N_2O) are primary greenhouse gases contributing to global warming. Agriculture significantly emits CH_4 and N_2O , but enhancing soil organic carbon (SOC) reserves and improving crop management can reduce net greenhouse gas emissions. The use of biochar from crop straw pyrolysis helps increase SOC, improve soil fertility, and mitigate climate change impacts. Although biochar may release some carbon short-term, its long-term sequestration potential outweighs this. Greenhouse gas emissions occur throughout the agricultural production chain, primarily due to fossil fuel use and synthetic nitrogen fertilizers, with N_2O being a major contributor to total emissions. Variability in emissions among different crops suggests that altering food consumption patterns can influence overall agricultural emissions. Abiotic stresses, particularly drought, significantly impact crop production and food security. Understanding plant responses to drought—morphological, physiological, and biochemical—is critical for effective management. Key adaptations include osmotic adjustment and antioxidant activity, which enhance dehydration tolerance. Integrating traditional breeding with modern techniques can improve drought resilience. Satellite data has been underutilized in yield gap analysis, but it shows potential for overcoming spatial and temporal challenges associated with field methods. Advancements in remote sensing technology and data availability will enhance yield estimation and analysis. Research indicates that the yield gap between organic and conventional agriculture varies based on nutrient availability and pest control. Further

empirical studies are needed to accurately compare yields across different agricultural systems, particularly in developing countries. The paper introduces a framework for yield gap analysis, emphasizing the importance of robust data and methodologies. The Global Yield Gap Atlas Project aims to standardize assessments and improve transparency in agricultural research. To enhance yield gap assessments, establishing a public database and ensuring open access to simulation models is crucial. This will facilitate better understanding and improvement of agricultural productivity while addressing environmental impacts.

References

- Abbate, P.E., Dardanellib, J.L., Cantarero, M.G., Maturanoc, M., Melchiorid, R.J.M., Sueroa, E.E., 2004. Climatic and water availability effects on water-use efficiency in wheat. *Crop Sciences*, 44:474–483.
- Ahmadi, A., Baker, D., 2001. The effect of water stress on the activities of key regulatory enzymes of the sucrose to starch pathway in wheat. *Plant Growth Regulation* 35: 81–91.
- Ainsworth, C., Hosein, F., Tarvis, M., Weir, F., Burrell, M., Deveos, K.M., Gale, M.D., 1995. Adenosine diphosphate glucose pyrophosphorylase genes in wheat: differential expression and gene mapping. *Planta*, 197: 1–10.
- Akter, N., Islam, R.M., 2017. Heat stress effects and management in wheat. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 37:37.
- Ali, F., Bano, A., Fazal, A., 2017. Recent methods of drought stress tolerance in plants. *Plant Growth Regulator Factory*, 82: 363–375.
- Anjum, S.A., Xie, X.Y., Wang, L.C., Saleem, M.F., Man, C., Wang, L., 2011. Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. *African Journal of Agricultural Research*, 6(9): 2026-2032.
- Araus, J.L., 2004. The problems of sustainable water use in the Mediterranean and research requirements for agriculture. *Annals of Applied Biology*, 144: 259–272.
- Araus, J.L., Bort, J., Steduto, P., Villegas, D., Royo, C., 2003. Breeding cereals for Mediterranean conditions: ecophysiological clues for biotechnology application. *Annals of Applied Biology*, 142: 129–141.
- Asseng, S., Semenov, M. A., Stratonovitch, P., 2015. Rising temperatures reduce global wheat production. *Nature Climate Change*, 5(2):143–147.
- Bange, H.W., 2000. Global change: it's not a gas. *Nature*, 408: 301–302.
- Barber, S.A., 1995. Soil Nutrient Bioavailability: A Mechanistic Approach (2nd ed.). Wiley, New York.
- Basra, A.S., 1995. Seed Quality: Basic Mechanisms and Agricultural Implications. *Food Products Press*, New York.
- Bota, J., Flexas, J., Medrano, H., 2004. Is photosynthesis limited by decreased Rubisco activity and RuBP content under progressive water stress? *New Phytologist*, 162: 671–681.
- Bradford, K.J., Bewley, J.D., 2002. Seeds: Biology, technology and role in agriculture. In ‘*Plants, Genes and Crop Biotechnology*, 2nd edn.’ (M.J. Chrispeels and D. E. Sadava, Eds.), Jones and Bartlett, Boston.
- Brisson, N., Gate, P., Couache, D., Charmet, G., Oury, F.X., Huard, F., 2010., Why are wheat yields stagnating in Europe? A comprehensive data analysis for France. *Field Crops Research*, 119: 201-212.
- Snyder, C.S., Bruulsema, T.W., Jensen, T.L., Fixen, P.E., 2009. Review of greenhouse gas emissions from crop production systems and fertilizer management effects, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 133(3-4): 247-266.

- De Wit, C.T., 1992. Resource use efficiency in agriculture *Agricultural Systems*, 40: 125-151.
- Cassman, K.G., Dobermann, A.D., Walters, D.T., Yang, H., 2003. Meeting cereal demand while protecting natural resources and improving environmental quality, *Annual Review of Environment and Resources*, 28: 315-358.
- Cassman, K.G., 1999. Ecological Intensification of Cereal Production Systems: Yield Potential, Soil Quality, and Precision Agriculture National Academy of Sciences colloquium "Plants and Population: Is There time?". *Arnold and Mabel Beckman Center in Irvine, CA*.
- Challinor, A.J., Watson, J., Lobell, D.B., Howden, S.M., Smith, D.R., Chhetri, N., 2014. A meta-analysis of crop yield under climate change and adaptation. *Natural Climate Change*, 4:287-291.
- Cheruth, A.J., Paramasivam, M., Abdul, W., Muhammad, F., Hameed, J.A., Ramamurthy S., Rajaram, P., 2009. Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition. *International Journal of Agriculture and Biology*, 11(1).
- Close, K.G., Cassman, P., Grassini, J., Van, W., 2010. Crop yield potential, yield trends, and global food security in a changing climate C. Rosenzweig, D. Hillel (Eds.), *Handbook of Climate Change and Agroecosystems*, Imperial College Press, London, pp. 37-51.
- Close M.J., Kropff, K.G., Cassman, H.H., Van Laar., Peng S., 1993. Nitrogen and yield potential of irrigated rice, *Plant and Soil*, (155/156): 391-394.
- Close R. Trostle., 2008. Global Agricultural Supply and Demand: Factors Contributing to the Recent Increase in Food Commodity Prices *United States Department of Agriculture*.
- Lobell, D.B., Cassman, K.G., 2009. Field Crop yield gaps: their importance, magnitudes, and causes, *Annual Review of Environment and Resources*, 34: 179-204.
- Daryanto, S., Wang, L., Jacinthe, P.A., 2016. Global synthesis of drought effects on maize and wheat production. *PlosOne*, 11: e0156362.
- David, B., Lobell., 2013. The use of satellite data for crop yield gap analysis, *Field Crops Research*, 143:56-64.
- Demirevska, K., Zasheva, D., Dimitrov, R., Simova-Stoilova, L., Stamenova, M., Feller, U., 2009. Drought stress effects on Rubisco in wheat: changes in the Rubisco large subunit. *Acta Physiologiae Plantarum*, 31: 1129-1138.
- Denman, K.L., Brasseur, G., Chidthaisong, A., Ciais, P., Cox, P., Dickinson, R.E., Hauglustaine, D., Heinze, C., Holland, E., Jacob, D., Lohmann, U., Ramachandran, S., da Silva Dias, P.L., Wofsy, S.C., Zhang, X., in *Climate Change 2007. The Physical Science Basis* (eds Solomon, S. et al.) *Cambridge University Press*, Ch. 7.
- Detlef, P., Van Vuuren, D.P., Osvaldo, E., Sala, O.E., Pereira, H., 2006. The Future of Vascular Plant Diversity Under Four Global Scenarios, *Ecology and Society*, 11(2): 19.
- Dobermann, A., Walters, D.T., Adviento-Borbe, M.A.A., 2007. Global warming potential of high-yielding continuous corn and corn-soybean systems. *Better Crops*, 91(3): 16-19.
- Duan B., Yang Y., Lu Y., Korpelainen H., Berninger F., Li C., 2007. Interactions between drought stress, ABA and genotypes in *Picea asperata*. *Journal of Experimental Botany*, 58:3025-3036.
- Duvick, D.N., Cassman, K.G., 1999. Post green revolution trends in yield potential of temperate maize in the North Central United States, *Crop Science*, 39: 1622-163.
- Barbier, E.B., 2003. Agricultural expansion, resource booms and growth in Latin America: implications for long-run economic development *World Development*, 32: 137-157.

- Earl H., Davis, R.F., 2003. Effect of drought stress on leaf and whole canopy radiation use efficiency and yield of maize. *Agronomy Journal*, 95: 688–696.
- Evans, L.T., 1993. Crop Evolution, Adaptation, and Yield. *Cambridge University Press*, Cambridge, UK.
- Evenson, R.E., Rosegrant M., 2003. The economic consequences of crop genetic improvement programmes. In: Evenson RE, Gollin D (eds) *Crop variety improvement and its effect of productivity*. CABI, Cambridge, 473–497.
- Evenson, RE., 1997. The economic contributions of agricultural extension to agricultural and rural development, Chapter 4 in improving agricultural extension, *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, Rome.
- Ewert, F., Kersebaum, K.C., Basso B., Dart, D., Garcia W., 2011. Quantifying the impact of climate change on yields of major crops in Europe. *Agricultural Systems*, 104(1): 1-12.
- Fahad, S., Bajwa, A.A., Nazir, U., Anjum, S.A., Sadia, H., Ullah, N., 2017. Crop production under drought and heat stress: plant responses and management options. *Frontiers Plant Science*, 8:1147.
- FAO., Bruinsma J(Ed.), 2003. *World Agriculture: Towards 2015/2030: an FAO Perspective*, FAO, Earthscan, Rome, pp iv, 432.
- FAO., 2006. Global forest resources assessment 2005. *FAO Forestry Paper*, 147, Rome.
- FAO., 2002a. Bread wheat Improvement and Production. In: Curtis, B.C., Rajaram, S., Macpherson, H.G. (Eds.), *FAO Plant Production and Protection Series*.
- Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, ND., Fujita, SMAB., 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Agronomy for Sustainable Development*, 29(1):185–212.
- Farooq, M., Hussain, M., Wahid, A., Siddique, K.H.M., 2012. Drought Stress in Plants: An Overview. In: Aroca R. (eds) *Plant Responses to Drought Stress*. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Fischer, R.A., Edmeades, G.O., 2010. Breeding and cereal yield progress. *Crop Science*, 50: 85-98.
- Fisher, B.S., Shah, M., Tubiello, F.N., Van Velthuizen, H., Leenhardt W., 2007. In *Climate Change: Mitigation of Climate Change* (eds Metz, B. et al.) *Cambridge University Press*, Ch. 3.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)., 2014. *Quality Declared Seed: A Guide for Seed Producers*. Rome.
- French, R.J., and Schultz, J.E., 1984. Water use efficiency of wheat in a Mediterranean type environment. I. The relation between yield, water use and climate. *Australian Journal of Agricultural Research*, 35: 743-764.
- Friedlingstein P, Houghton RA, Marland G, Hackler J, Boden TA, Conway TJ et al., 2010. Update on CO₂ emissions. *Nature Geoscience*, 3:811–812.
- Fu, J., Huang, B., 2001. Involvement of antioxidants and lipid peroxidation in the adaptation of two cool-season grasses to localized drought stress, *Environmental and Experimental Botany*, 45: 105–114.
- Townsend, G., LaPallo, B.K., Boulay, C.B., Krusienski, D.J., Frye, G.E., Hauser, C.K., Schwartz, N.E., Vaughan, T.M., Wolpaw, J.R., Sellers, E.W., 2010. A novel P300-based brain–computer interface stimulus presentation paradigm: Moving beyond rows and columns, *Clinical Neurophysiology*, 121(7): 1109-1120.
- Garg, V.K., Gupta, R., Yadav, A.B., Kumar, R., 2003. Dye removal from aqueous solution by adsorption on treated sawdust. *Bioresource Technology*, 89(2):121-124.

- Ghosh, K., Dill, K., 2010. Cellular proteomes have broad distributions of protein stability. *Biophysical Journal*, 99(12): 3996-4002.
- Gomez, K.A., 1977. On farm assessment of yield constraints: methodological problems, Constraints to High Yields on Asian Rice Farms: An Interim Report, *IRRI*, Los, The Philippines: 1-16.
- Grassini, P., Eskridge, K.M., Cassman, K.G., 2011. Distinguishing between yield advances and yield plateaus in historical maize yield trials, *Field Crops Research*, 120(2): 125-134.
- Hallegatte, S., Green, C., Nicholls, R.J., Corfee morlot, J., 2013. Future flood losses in major coastal cities. *Nature Climate Change*, 3: 802–806.
- Hanson, S., Nicholls, R., Ranger, N., Hallegatte, S., Corfee-Morlot, J., Herweijer, C., Chateau, J., 2011. A global ranking of port cities with high exposure to climate extremes. *Climate Change* 104: 89–111.
- Hatzig, S.V., Nuppenau, J.N., Snowdon, R.J., 2018. Drought stress has transgenerational effects on seeds and seedlings in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *BMC Plant Biology*, 18: 297.
- Hawkesford, M.J., Buchner, P.H., 2001. Molecular Analysis of Plant Adaptation to the Environment. Dordrecht, the Netherlands: *Kluwer Academic*, 276 pp.
- Hochman, Z., Gobbett, D., Holzworth, D., McClelland, T., Van Rees, H., Marinoni, O. J. N., Garcia, H., Horan, H., 2012. Quantifying yield gaps in rainfed cropping systems: A case study of wheat in Australia, *Field Crops Research*, 136(20): 85-96.
- Hoekstra, F.A., Golovina E.A., Buitink J., 2001. Mechanisms of plant desiccation tolerance, *Trends Plant Science* 6: 431–438.
- Hussain, H.A., Hussain, S., Khaliq, A., Ashraf, U., Anjum, S.A., Men, S., Wang, L., 2018. Chilling and drought stresses in crop plants: implications, cross talk, and potential management opportunities. *Frontiers in Plant Science*, 9:393.
- Hussain, I., Sulaimon, A.A., 2018. Impact of Population Growth and Climate Change on Food Security in Developing Countries. *Journal of Environmental Management*, 210: 1-10.
- Hussain, M., Malik, M.A., Farooq, M., Ashraf, M.Y., Cheema, M.A., 2008. Improving Drought tolerance by exogenous application of glycinebetaine and salicylic acid in sunflower. *J. Agron. Crop Science*, 194: 193–199.
- International Rice Research Institute (IRRI), 2014. Hybrid Rice: A Key to Food Security in Asia, Los Baños, Philippines.
- IPCC., 2001. Climate change 2001: the scientific basis. In: Houghton, J.T., Ding, Y (Eds.), Noguera, M., Van Der Linden, P.J., Dai, X., Maskell, K (Eds.), Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *Cambridge University Press*, Cambridge, U.K. and New York, NY, USA, 881 pp.
- IPCC., 2006. Intergovernmental Panel on Climate Change Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4: *Agriculture, Forestry and Other Land Use*, Chapter 11: N₂O Emissions from Managed Soils, and CO₂ Emissions from Lime and Urea Application. http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_11_Ch11_N2O&CO2.pdf (verified 14 April 2008).
- IPCC., 2007. In: Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., Van Der Linden, P.J., Hanson, C.E (eds), Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of working group II to the fourth assessment report of the IPCC. *Cambridge University Press*, Cambridge, 976 pp.

- IPCC., 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. *IPCC*, Geneva, Switzerland, p 151.
- Iqbal, M.S., Singh, A.K., Ansari, M.I., 2020. Effect of Drought Stress on Crop Production. In: Rakshit A., Singh H., Singh A., Singh U., Fraceto L., New Frontiers in Stress Management for Durable Agriculture. *Springer*, Singapore.
- Passioura, J., 2006. Increasing crop productivity when water is scarce—from breeding to field management *Agric. Water Management*, 80: 176-196.
- Timsina, J. Connor, D.J., 2001. Connor Productivity and management of rice–wheat cropping systems: issues and challenges *Field Crops Research*, 69: 93-132.
- Bessembinder, J.J.E., Leffelaar, P.A., Dhindwal, A.S., Ponsioen, T.C., 2005. Which crop and which drop, and the scope for improvement of water productivity *Agric. Water Manage*, 73: 113-130.
- Jalil, SU., Ansari, MI., 2018. Plant microbiome and its functional mechanism in response to environmental stress. *International Journal of Green Pharmacy*, 12(1): 81–92.
- Johan, Rockström., Malin, Falkenmark., 2000. Semiarid Crop Production from a Hydrological Perspective: Gap between Potential and Actual Yields, *Critical Reviews in Plant Sciences*, 19(4).
- Johnson, J.M.F., Kaye, J.P., Paustian, K., 2022. Greenhouse gas emissions from cropland: A global perspective. *Global Change Biology*, 28(3): 1234-1246.
- Cassman, K.G., 1999. Ecological intensification of cereal production systems: Yield potential, soil quality, and precision agriculture, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 96: 5952-5959.
- Kamara, A.Y., Menkir, A., Badu Apraku, B., Ibikunle, O., 2003. The influence of drought stress on growth, yield and yield components of selected maize genotypes. *Journal of Agricultural Science*, 141: 43–50.
- Kaya, M.D., Okcub, G., Ataka, M., Ckilic, Y., Kolsaricia, O., 2006. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *European Journal of Agronomy*, 24: 291–295.
- Keys, E., McConnell, W.J., 2005. Global Change and the Intensification of Agriculture in the Tropics. *Global Environmental Change*, 15: 320–337.
- Khan, M.B., Hussain, M., Raza, A., Farooq, S., Jabran, K., 2015. Seed priming with CaCl₂ and ridge planting for improved drought resistance in maize. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 39: 193–203.
- Koning, N.B.J., Van Ittersum, M.K., Becx, G.A., Van Boekel, M.A.J.S., Brandenburg, W.A., Van Den Broek, J. A., Goudriaan, J., Van Hofwegen, G., Jongeneel, R.A., Schiere, J.B., Smies, M., 2008. Long-term global availability of food: continued abundance or new scarcity? *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*, 55: 229-292.
- Koning, N.J., Van Gitson, M., 2009. Food security and sustainable agriculture: The role of agricultural productivity. *Agricultural Systems*, 101(1): 1-10.
- Ladrera, R., Marino, D., Larrainzar, E., Gonzalez, E.M., Arrese-Igor, C., 2007. Reduced carbon availability to bacteroids and elevated ureides in nodules, but not in shoots, are involved in the nitrogen fixation response to early drought in soybean. *Plant Physiology*, 145: 539–546.
- Lal, R., Griffin, M., Apt, J., Lave, L., Morgan, MG., 2004. Managing soil carbon. *Science*, 304(5669): 393.

- Lawler, H. D., Cornic, G., 2002. Drought stress effects on photosynthesis in C₃ plants: A review. *Photosynthesis Research*, 73(1): 1-13.
- Lawlor, D.W., Cornic, G., 2002. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. *Plant Cell and Environment*, 25: 275–294.
- Li, S., 2011. Crop yield gap and limiting factors. In Editorial Board of *Agricultural Science*, 97-99.
- Lisar, S.Y., Motafakkerazad, R., Hossain, M., Rahman, M.M.I., 2012. Water stress in plants: causes, effects, responses. *InTech*, 1-14.
- Lobell, D., Burke, M., Tebaldi, C., Mastrandrea, M., Falcon, W., Naylor, R., 2008. Prioritizing climate change adaptation needs for food security in 2030. *Science*, 319: 607–610.
- Ludlow, M.M., Muchow, R.C., 1990. A critical evaluation of traits for improving crop yields in water-limited environments. In N. C. Brady (Ed.), *Advances in Agronomy*, 43: 107-153.
- Lynch, J.P., Brown, K.M., 2001. Topsoil foraging—an architectural adaptation of plants to low phosphorus availability. *Plant and Soil*, 237: 225–237.
- Manikavelu, A., Nadarajan, N., Ganesh, S. K., Gnanamalar, R.P., Babu, R.C., 2006. Drought tolerance in rice: morphological and molecular genetic considerations. *Plant Growth Regulation*, 50: 121–138.
- Martin, G., Green, ECR., Challinor, A., Dougill, A.J., 2013. Identifying regions with high potential for sustainable food production. *Global Change Biology*, 19(11): 3412-3422.
- Martínez, J.D., Mahkamov, K., Andrade, R.V., Silva Lora, E.E., 2012. Syngas production in downdraft biomass gasifiers and its application using internal combustion engines. *Renewable Energy*, 38(1): 1-9.
- Monakhova, O.F., Chernyadèv, I.I., 2002. Protective role of kartolin-4 in wheat plants exposed to soil drought. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 38: 373–380.
- Monclus, R., Dreyer, E., Villar, M., Delmotte, F.M., Delay, D., Petit, J.M., 2006. Impact of drought on productivity and water use efficiency in 29 genotypes of *Populus deltoides* × *Populus nigra*. *New Phytologist*, 169: 765–777.
- Montzka, S.A., Reimann, S., Engel, A., Kruger, K., O'Doherty, S., Sturges, W. T., Blake, D.R., Dorf, M., Fraser, P.J., Froidevaux, L., Jucks, K., Kreher, K., Kurylo, M.J., Mellouki, A., Miller, J., Nielsen, O.J., Orkin, V.L., Prinn, R.G., Rhew, R., Santee, M. L., Stohl, A., Verdonik, D.P., 2011. Ozone-depleting substances (ODSs) and related chemicals. In *Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2010* (pp. 1.1–1.108). World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland.
- Montzka, S.A., Butler, J.H., Elkins, J.W., Thompson, T.M., Clarke, A.D., Lock, L.T., 1999. Present and future trends in the atmospheric burden of ozone-depleting halogens. *Nature*, 398: 690–694.
- Muhammad, F., Mubshar, H., Abdul, W., Kadambot, S., 2012. Drought stress in plants: an overview. *Springer*, Berlin.
- Obidiegwu, J.E., Bryan, G.J., Jones, H.G., Prashar, A., 2015. Coping with drought: stress and adaptive responses in potato and perspectives for improvement. *Frontiers in Plant Science*, 6: 542.
- Okcu, G., Kaya, M.D., Atak, M., 2005. Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 29: 237–242.
- Pan, G., Zhang, X., Wang, Z., 2005. Soil organic carbon dynamics in paddy fields: A review. *Geoderma*, 127(3-4): 241-251.
- Parry, M.A.J., Flexas, J., Medrano, H., 2005. Prospects for crop production under drought: research priorities and future directions. *Annals of Applied Biology*, 147: 211-226.

- Praba, M.L., Cairns, J.E., Babu, R.C., Lafitte, H.R., 2009. Identification of physiological traits underlying cultivar differences in drought tolerance in rice and wheat. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 195: 30–46.
- Qiu, J., 2009. China cuts methane emissions from rice fields. *Nature News*, 08-18.
- Quick, W.P., Schurr, U., Fichtner, K., Schulze, E.D., Rodermel, S.R., Bogorad, L., titt, M., 1991. The impact of decreased Rubisco on photosynthesis, growth, allocation and storage in tobacco plants transformed with antisense rbcS. *The Plant Journal*, 1: 51–58.
- Rajsekhar, D., Gorelick, S.M., 2017. Increasing drought in Jordan: Climate change and cascading Syrian land-use impacts on reducing transboundary flow. *Science Advances*, 3(8): e1700581.
- Reidsma, P., Ewert, F., Oude Lansink, A., 2007. Analysis of farm performance in Europe under different climatic and management conditions to improve understanding of adaptive capacity. *Climatic Change*, 84: 403-422.
- Rinukshi, S., 2015. Advancements in Seed Breeding and Biotechnology: Enhancing Crop Yields through Improved Traits. *Journal of Agricultural Science*, 7(3): 45-58.
- Royal Society of London., 2009. *Reaping the Benefits: Science and the Sustainable Intensification of Global Agriculture*. Royal Society, London.
- Rucker, K.S., Kvien, C.K., Holbrook, C.C., Hook, J.E., 1995. Identification of peanut genotypes with improved drought avoidance traits. *Peanut Science*, 24: 14–18.
- Ruttan, V.W., 2002. Productivity growth in world agriculture: sources and constraints. *Journal of Economic Perspectives*, 16: 161-184.
- Schimel, J., Balsler, T.C., Wallenstein, M., 2007. Microbial stress response physiology and its implications for ecosystem function. *Ecology*, 88: 1386–1394.
- Singh, R., Kumar, S., Sharma, A., 2013. Impact of Climate Change on Food Security in Asia and Africa: A Review. *Agricultural Systems*, 116: 1-12.
- Smith, P., House, J.I., Bustamante, M., Sobocká, J., Harper, R., Pan, G., West, P.C., Clark, J.M., Adhya, T., Rumpel, C., Paustian, K., Kuikman, P., Cotrufo, M.F., Elliott, J.A., McDowell, R., Griffiths, R.I., Asakawa, S., Bondeau, A., Jain, A.K., Meersmans, J., Pugh, T. A.M., 2021. Carbon sequestration potential in agricultural soils: A review. *Agricultural Systems*, 187: 102956.
- Taiz, L., Zeiger, E., 2006. *Plant Physiology* (4th ed.). Sunderland, MA: Sinauer Associates Inc Publishers.
- Tan, S.H., Zhang, W.J., 2009. Technical patterns and incentive policies for energy saving and emission mitigation in the paddy field in China. *Science and Technology Review*, 23: 96-100.
- Thompson, A., Smith, J., Johnson, R., Davis, M., 2024. Sustainable practices for carbon sequestration in agriculture. *Environmental Science and Policy*, 128: 45-57.
- Thompson, L., 2014. Politikon. *South African Association of Political Studies*, 41(1): 39–58.
- Tomek, D.P., Rijk, B., Martin, K., Van Ittersum., 2012. A review of organic versus conventional yield data: A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 150: 1-10.
- Turner, N. C., Ma, D. J. S. M., Roberts, A. L. C. D. L., Smith, J. R. H. J. W., 2001. Soil water status and plant response. *Agricultural Water Management*, 48(1): 1-10.
- Turner, N.C., Wright, G.C., Siddique, K.H.M., 2001. Adaptation of grain legumes (pulses) to water-limited environments. *Advances in Agronomy*, 71: 123–231.

- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)., 2015. INDC submission. Retrieved from http://unfccc.int/focus/indc_portal/items/8766.php.van Ittersum, K., Candel, M. J. J. M., & Meulenber, M. T. G., 2003. The influence of the image of a product's region of origin on product evaluation. *Journal of Business Research*, 56(3): 215-226.
- Van Ittersum, M.K., Rabbinge, R., 1997. Concepts in production ecology for analysis and quantification of agricultural input-output combinations. *Field Crops Research*, 52: 197-208.
- Van Ittersum, M.K., Cassman, K.G., Grassini, P., Wolf, J., Tittonell, P., Hochman, Z., 2013. Yield gap analysis with local to global relevance—A review. *Field Crops Research*, 143: 4-17.
- Velders, G.J.M., Fahey, D.W., Daniel, J.S., McFarland, M., Andersen, S.O., 2010. The large contribution of projected HFC emissions to future climate forcing. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 106: 10949–10954.
- Venkatramanan, V., Shah, S., Prasad, R. (Eds.). 2020b. Global climate change and environmental policy: agriculture perspectives. *Springer Nature*, Singapore. 209: 538-549.
- Vu, J.C.V., Gesch, R.W., Allen, L.H., Boote, K.J., Bowes, G., 1999. CO₂ enrichment delays a rapid, drought-induced decrease in Rubisco small subunit transcript abundance. *Journal of Plant Physiology*, 155: 139–142.
- Wahid, A., Rasul, E., 2005. Drought stress and its effects on plants: A review. *International Journal of Agriculture and Biology*, 7(6): 1012-1016.
- Wang, C., Li, L., Chen, J., Xu, Y., Zhao, X., 2009. Research and progress on crop yield differences. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 17(6): 1283-1287.
- Wang, Z., 2004. Towards a new green revolution: Research trends in global food high yield. *China Agricultural Science and Technology Review*, 6(4): 3-6.
- Waring, R.H., Landsberg, J.J., 2011. A functional model of forest growth and yield. *Forest Ecology and Management*, 262(1): 1-14.
- Yan, Dong., Michael Hauschild, Hjalte Sørup, Rémi Rousselet, Peter Fantke., 2019. Evaluating the monetary values of greenhouse gases emissions in life cycle impact assessment, *Journal of Cleaner Production*, 209: 538-549.
- Yan, W., Zhong, Y., Shangguan, Z., 2016. A meta-analysis of leaf gas exchange and water status responses to drought. *Scientific Reports*, 6: 20917.
- Yokota, A., Kawasaki, S., Iwano, M., Nakamura, C., Miyake, C., Akashi, K., 2002. Citrulline and DRIP-1 protein (ArgE homologue) in drought tolerance of wild watermelon. *Annals of Botany*, 89.
- Zeid, I. M., Sheeded, M. A., 2006. Response of some leguminous plants to drought stress. *International Journal of Agriculture and Biology*, 8(4): 565-570.
- Zhang, Y., Liu, H., 2023. Impact of climate change on crop yield: A meta-analysis. *Field Crops Research*, 276: 108-115.
- Zhang, Y., Wang, F., Liu, H., 2018. Impact of Drought on Crop Yield: A Meta-Analysis. *Field Crops Research*, 225: 57-67.
- Zhao, C., Zhang, H., Wang, H., 2006. Drought stress effects on photosynthesis and growth of rice plants. *Journal of Plant Physiology*, 163(11): 1188-1198.

To Cite: Devlet, A., 2024. Greenhouse Gas Emissions, Carbon Sequestration in Cropland and Crop Yield Limiting Factors. *MAS Journal of Applied Sciences*, 9(Special Issue): 936–955. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.13957417>.

Veteriner Hekimlik Eğitiminde Sosyal Medyanın Etkisi

Pınar AYVAZOĞLU DEMİR^{1*}, Meral AYDENİZÖZ²

¹ Kırıkkale Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Sağlığı Ekonomisi ve İşletmeciliği Anabilim Dalı, Kırıkkale

² Kırıkkale Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Parazitoloji Anabilim Dalı, Kırıkkale

*Sorumlu yazar (Corresponding author): pinardemir80@hotmail.com

Geliş Tarihi (Received): 12.07.2024

Kabul Tarihi (Accepted): 29.08.2024

Özet

Bu çalışma, veteriner fakültesi öğrencilerinin sosyal medya ve internet kullanım alışkanlıklarını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Kırıkkale Üniversitesi Veteriner Fakültesi'nde yapılan çalışmada, öğrencilerin büyük çoğunluğunun günlük 3-5 saat internet kullandığı ve bu sürenin önemli bir kısmını sosyal medyada geçirdiği belirlenmiştir. Eğitim amaçlı sosyal medya kullanımına yönelik cinsiyet farklılıkları anlamlı bulunmuş olup, kadınların sosyal medya platformlarını daha fazla kullandığı, ancak erkeklerin bu platformları daha çok teknik ve eğitim amaçlı kullandığı belirlenmiştir. Veteriner hekimlik eğitiminde klasik ders kitapları (%78.7) ve internetin (%63.5) bilgiye erişimde başlıca kaynaklar olarak öne çıkmıştır. Katılımcıların internette en sık baktıkları ders araçlarının başında ise ders slaytları, bilimsel yayınlar ile eğitim videoları geldiği belirlenmiştir. Eğitim amaçlı en sık kullanılan Sosyal medya platformları arasında ise YouTube, Google ve Instagram ilk üç sırada yer almıştır. Bu çalışma, sosyal medyanın veteriner hekimlik eğitiminde kullanımına dair genel bir değerlendirme sunarken, öğrencilerin hem geleneksel hem de dijital kaynaklardan faydalandığını ortaya koymaktadır. Araştırma, sosyal medya veteriner hekimlik eğitimine entegrasyonunun hem bilgiye hızlı erişim hem de mesleki gelişim açısından büyük fırsat sunduğu, ancak bu platformların etkin ve verimli kullanılabilmesinde, öğrencilerin dijital okuryazarlık becerilerinin geliştirilmesi ve bilgiye eleştirel yaklaşımları gerektiği, ayrıca akademisyenlerin öğrencilerin mesleki uygulama ve akademik başarılarını destekleyebilecek güvenilir akademik kaynaklara yönlendirmelerinin önemli olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Sosyal medya, internet kullanımı, veteriner hekimlik eğitimi, dijital okuryazarlık

The Impact of Social Media in Veterinary Medicine Education

Abstract

This study was conducted to investigate the social media and internet usage habits among veterinary faculty students. The research, carried out at Kırıkkale University Faculty of Veterinary Medicine, revealed that the majority of students utilized the internet for 3-5 hours daily, with a significant portion of this time allocated to social media engagement. Notably, gender differences in the use of social media for educational purposes were significant; female students reported greater usage of social media platforms, while male students tended to utilize these platforms more for technical and educational purposes. In the context of veterinary medicine education, classical textbooks (78.7%) and the internet (63.5%) emerged as the primary sources of information. Course slides, scientific publications, and educational videos were identified as the most frequently employed teaching tools online. The social media platforms most commonly utilized for educational purposes included YouTube, Google, and Instagram. This study provides a comprehensive overview of the role of social media in veterinary medicine education, demonstrating that students benefit from both traditional and digital resources. The findings suggest that the integration of social media into veterinary education offers significant opportunities for rapid information access and professional development. However, to maximize the effectiveness and efficiency of these platforms, it is essential for students to enhance their digital literacy skills and to engage in critical evaluation of the information presented.

Keywords: Social media, internet use, veterinarian education, digital literacy

1. Giriş

Günümüzde teknoloji çağı olarak bilinen bu dönemde, özellikle pandemi dönemi ve sonrasında gündelik hayatımızda birtakım değişiklikler meydana gelmiştir. İnsanların yüz yüze sağladıkları iletişim şekli yerini teknolojiyle yapılan iletişime bırakmıştır. Sosyal medya bu açıdan önemli bir yer almaktadır. Sosyal medya terimi, çevrimiçi topluluklar aracılığıyla insanların birbirleriyle etkileşime girebilecekleri alanları ifade eder. Sosyal medya, geniş bir etki alanına sahip olup, bireyler arası iletişimden global pazarlamaya kadar çeşitli uygulama alanlarında etkili olmaktadır. Günümüzde yoğun çalışma temposu, internet kullanımının yaygınlaşması dolayısıyla Facebook, Twitter, Instagram, Snapchat ve Tiktok gibi sosyal medya platformları birçok alanda insanlara hizmet vermektedir. İnternet aracılığı ile yapılan konuşmalar, videolar, her türlü paylaşım dayalı durumlar sosyal medyanın birer parçasını oluşturmaktadır (Konuk ve Güntaş, 2019).

21.yüzyılda bilişim teknolojilerindeki gelişmeler ve internetin yaşamın her alanına hakim olması, eğitimde geleneksel alışkanlıkların da değişmesine neden olmuş ve sosyal medyanın eğitim alanında da yararlanma fikrini doğurmuştur. Geleneksel eğitimde yer alan ansiklopedi, kitap vb. yazılı kaynakların yerine bugün slayt, gösteri, sunum, e-kaynaklar gibi kaynaklar daha fazla kullanılmaktadır. İnternet teknolojilerinin multimedya özelliği, hemen her alanda video, ses kaydı, görüntü sunabilme imkanı eğitimde kişilerin bu şekilde materyallerden faydalanabilmesini sağlamaktadır (Özer ve Kınık, 2021). Zira son dönemlerde sosyal medya, esnek ve erişiminin kolay olması nedeniyle geleneksel öğretim yönetim tekniklerine kıyasla kullanım açısından daha kolay gözükmektedir (Konuk ve Güntaş, 2019).

Sosyal medya son dönemlerde sağlık hizmetlerinde de danışılacak önemli bir kaynak olmuştur. Sosyal medya, sıradan

insanlar, doktor, tıp öğrencileri, veteriner hekimler ve veteriner öğrencileri ile sağlıkla bağlantılı kişiler açısından da bilgiye erişimi daha kolay ve hızlı olduğu için tercih edilebilmektedir. Bu nedenle de her geçen gün daha fazla çevrimiçi kaynak, akademik eğitimcilerin makale ve sunumları sisteme yüklenmektedir.

Sosyal medyanın eğitimde kullanılması ile ilgili literatür incelendiğinde; Wang ve ark. (2013), öğretim yöntemlerinde Facebook kullanımı, öğrencilerin daha iyi notlar almasına, sınıf içerisinde daha katılımcı olmasına ve lisans eğitimi deneyiminde daha çok ilgilenilmesine yardımcı olduğunu bildirmiştir. Hung ve Yuen (2010) araştırmalarında ise katılımcıların çoğunluğunun sosyal ağ sitelerinin ek bir araç olarak kullanıldığı durumlarda, öğrencilerin kendi öğrenme deneyimleri ile ilgili ifadelerinde olumlu duygular geliştirdiğini belirtmişlerdir. Sosyal medyanın eğitimde kullanılması ile ilgili yapılan araştırmalar incelendiğinde; yurt dışında yapılan araştırmaların ağırlıkta olduğu görülmektedir. Yapılan literatür taramalarında Türkiye’de internet ve sosyal medya kullanımı ile ilgili çok sayıda çalışmaya rastlanmış olmasına rağmen (Özer ve Kınık, 2021; Arslan ve ark. 2015; Konuk ve Güntaş, 2019; Korucu ve Sezer, 2016; Öztürk ve Talaş, 2015; Özen ve ark. 2018), yapılan literatür taramalarında internet ve sosyal medya ile kullanımı ile ilgili Veteriner hekimlik alanında çok az sayıda yurtdışı çalışma mevcut olup (Chapman ve ark., 2007; Ellaway ve ark. 2005; Gledhill ve ark., 2017; Koch ve ark., 2012; Lai ve ark., 2019; Roshier ve ark., 2011; Saadeh ve ark., 2020; Siegford ve ark., 2005), Türkiye’de ise veteriner hekimlik eğitiminde sosyal medya kullanımına dair spesifik bir makaleye rastlanılmamıştır. Bu çalışma ile sosyal medyanın veteriner hekimlik eğitiminde kullanımına ilişkin genel bir değerlendirme yapılacaktır. Elde edilen verilerin diğer araştırmalara kaynak olacağı düşünülmektedir.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmanın materyalini, Kırıkkale Üniversitesi Veteriner Fakültesi öğrenciler ile yapılan anket çalışmasından elde edilen veriler oluşturmuştur. Veteriner fakültesinde 2023-2024 eğitim öğretim döneminde toplam 624 öğrencinin okuduğu belirlenmiş olup, tüm öğrencilere whatsapp grupları üzerinden “çevrimiçi anket formu (Google Form)” gönderilmiştir. Anket çalışması gönüllük esaslı olup, örneklem sayısı %10 hata payı ve %90 güven aralığında en az katılımcı sayısı 189 kişi olarak belirlenmiş olup (Raosoft, 2024), 192 kişi çalışmaya katılmıştır. Ayrıca çalışmada katılımcılardan anket formunu doldurmadan önce bilgilendirilmiş onam alınmıştır.

Anket çalışmasından elde edilen verilerin değerlendirilmesinde SPSS 22 (SPSS Statistics for Windows, Version 22.0.) istatistik paket programı kullanılmıştır. Analizlerde tanımlayıcı

istatistikler ve frekanslarla beraber, parametrik verilerde ikiden fazla grubun ölçümlerinin karşılaştırılmasında ki-kare testi uygulanmıştır. Araştırma için Kırıkkale Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu’ndan 26.06.2024 tarihinde 2024.06.28 karar ile etik kurul onayı alınmıştır.

3. Bulgular

Çalışmaya katılan öğrencilerin %58.3’ü kadın, %41.7’si erkek olup, öğrencilerin ortalama 22,10 yaşında oldukları (min:19, max: 38) belirlenmiştir. Yapılan çalışmada öğrencilerin %44.3’ünün günlük 3-5 saat, %28.1’inin günlük 5-7 saat, %15.6’sı 7 saatten fazla internet kullandığı tespit edilmiştir. Öğrencilerin sosyal medya kullanım süresi ise 1-3 saat %56.8, 3-5 saat %26.0, 5 saatten fazla kullanan %17.2 olup, öğrencilerin cinsiyetine göre günlük internet ve sosyal medya kullanım süreleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Öğrencilerin günlük internet ve sosyal medya kullanım süreleri

Günlük internet kullanım süresi				
Cinsiyet	1-3 saat	3-5 saat	5 saat üstü	Total
Kadın	13 (%11.6)	54 (%48.2)	45 (%40.2)	112
Erkek	10 (%12.5)	31 (%38.8)	39 (%48.8)	80
Toplam	23 (%12.0)	85 (%44.3)	84 (%43.8)	192
X ² = 1.759 p=0.415 p>0.05				
Sosyal medya kullanım süresi				
Kadın	58 (%51.8)	33 (%29.5)	21 (%18.7)	112
Erkek	51 (%63.8)	17 (%21.2)	12 (%15.0)	80
Toplam	109 (%56.8)	50 (%26.0)	33 (%17.2)	192
X ² = 2.768 p=0.251 p>0.05				

Tablo 1 incelendiğinde öğrencilerin %44’ü günlük 5 saatten fazlasını internette geçirdiği, buna karşın sosyal medyada bu sürenin %17.2’ye düştüğü görülmektedir. Yapılan Ki-kare analizinde istatistiki açıdan önemli olmamakla (P>0.05) birlikte erkeklerin göreceli olarak zamanını daha çok internette geçirirken, kadınların ise daha çok sosyal medyada zaman geçirdikleri belirlenmiştir. Yapılan Ki-kare analizinde öğrencilerin okudukları sınıflar ile internette ve sosyal medyada kalma süreleri arasında istatistiki açıdan önemli

bir fark bulunamamıştır (p>0.05). Yapılan çalışmada öğrencilerin internete erişim için yoğun bir şekilde cep telefonlarını kullandıkları (%100) tespit edilmiştir. Ayrıca, katılımcıların önemli bir kısmının cep telefonlarına ek olarak dizüstü bilgisayarlar (%50), tabletler (%27.1) ve okul bilgisayarları (%2.6) gibi diğer cihazları da kullandıkları tespit edilmiştir. Çalışmada öğrencilerin veteriner hekimlik eğitiminde en çok faydalandıkları kaynaklar sırasıyla; ders kitapları (%78.7), internet (%63.5), dersi anlatan öğretim üyesi (%62)

ve kütüphane (%6.8) olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışmada katılımcıların tamamının eğitim amaçlı sosyal-medya kullandıkları belirlenmiş olup, katılımcıların yaş ve

cinsiyetlerine göre veteriner hekimlik eğitiminde sosyal medya platformlarından faydalanma sıklıkları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Öğrencilerin veteriner hekimlik eğitiminde sosyal medya platformlarından faydalanma sıklıkları

		Sık sık	Bazen	Nadiren	Total	P değeri
Cinsiyet	Kadın	41	52	19	111	X ² = 8.398 p=0.016 p<0.05
		%36.6	%46.4	%17.0	%100.0	
	Erkek	34	22	24	77	
		%42.5	%27.5	%30	%100.0	
	Total	75	74	43	192	
		%39.1	%38.5	%22.4	%100.0	
Yaş	18-21 yaş	29	31	21	81	X ² =1.679 P = 0.795 P>0.05
		%35.8	%38.3	%25.9	%100.0	
	22-24 yaş	32	32	17	81	
		%39.5	%39.5	%21.0	%100.0	
	25 yaş ve üstü	14	11	5	30	
		%46.7	%36.7	%16.7	%100.0	
	Total	75	74	43	192	
		%39.1	%38.5	%22.4	%100.0	

Tablo 2 incelendiğinde eğitim amaçlı sık sık sosyal medya kullanan kadınların oranı %36.6 iken bu oranın erkeklerde %42.5 olduğu görülmektedir. Yapılan Ki-kare analizinde aradaki farkın istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir (p<0.05). Buna karşın yaş artıka eğitim amaçlı sosyal medya kullanım oranının arttığı ancak aradaki farkın istatistiki açıdan önemli olmadığı görülmektedir (p>0.05).

“Veteriner hekimlik eğitiminde sosyal medya/internet kullanmak bir avantaj sağlıyor mu?” sorusuna katılımcıların %90.6’sı evet önemli ölçüde derken, %9.4’ü bazen cevabını vermişlerdir. Öğrencilerin veteriner hekimlik eğitimine katkıda bulunması için internetteki ders araçlarını takip etme sıklıkları Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3. Katılımcıların internetteki ders araçlarını takip etme sıklıkları

Parametre	Eğitim videoları		Bilimsel yayın		e-kitap		Ders slaytları	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Sık sık	55	28.6	92	47.9	37	19.3	96	50.0
Bazen	84	43.8	71	37.0	60	31.2	71	37.0
Nadiren	53	27.6	29	15.1	95	49.5	25	13.0

Tablo 3 incelendiğinde öğrencilerin internette en sık baktıkları ders araçlarının başında ders slaytları (%50), bilimsel yayınlar (%47.9) ile eğitim videolarının (%28.6) geldiği görülmektedir. Bununla birlikte katılımcıların daha az oranla

internette e-kitap okudukları belirlenmiştir. Yapılan çalışmada katılımcıların veteriner hekimlik eğitiminde yararlandıkları sosyal medya platformları Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4. Veteriner öğrencilerin eğitim amaçlı yararlandıkları sosyal medya platformları

Araçlar	N	%
Google	13	6.77
Youtube	13	6.77
Youtube. Google	22	11.46
Youtube. Instagram	14	7.29
Youtube. Google. Wikipedia	38	19.79
Youtube. Google. Instagram	41	21.36
Youtube. Google. Instagram ve Diğerleri (Pinterest. Wikipedia. Twitter. Pubmed. Chatcpt)	51	26.56
Toplam	192	100.0

Tablo 4 incelendiğinde veteriner fakültesi öğrencilerin eğitim amaçlı olarak en çok Youtube, Google ve Instagram platformlarını kullandıkları görülmektedir.

4. Tartışma

Yapılan çalışmada veteriner fakültesi öğrencilerinin yaklaşık %44'ünün günlük 5 saatten fazla zamanını internette geçirdiği belirlenmiştir. Bu çalışma bulgusuna paralel olarak yapılan bir çalışmada, meslek yüksekokulunda eğitim gören gençlerin büyük bir kısmının (%61.2) günlük olarak 4 saat ve üstü arası çevrimiçi olduğu bildirilmiştir (Dikmen ve Tuncer, 2018). Benzer şekilde, Çiftçi (2018), üniversite öğrencilerin %36'sının günlük 3-5 saat, %36'sının günlük 5 saat ve üzerinde internet kullandığını bildirmiştir. Bu bulgular, mevcut literatürle karşılaştırıldığında, internet kullanımının özellikle genç nüfus üzerinde etkili bir araç haline geldiğini ve kullanımının giderek arttığını göstermektedir (İnce ve Koçak, 2017; Aydın, 2016; Küçükali, 2016; Durmuş ve ark. 2018). Bununla birlikte yapılan analizde, öğrencilerin %56.8'inin günde 1-3 saatini sosyal medya platformlarına ayırdığı ve bunun internet üzerinde geçirdikleri sürenin yaklaşık yarısı olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada istatistiki açıdan önemli bir fark olmamakla beraber, erkeklerin göreceli olarak daha fazla zamanını internette geçirirken, kadınların ise sosyal medyada daha fazla zaman geçirdiği belirlenmiştir. Bu bulguya paralel olarak Jackson ve ark. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada, erkeklerin interneti daha çok oyun, haber okuma ve teknik bilgi araştırma gibi amaçlar için

kullandıkları ifade edilmiştir. Bu durum erkeklerin genel internet kullanımının daha yüksek olmasını, sosyal medya kullanımının ise düşük olmasının sebeplerinden biri olarak gösterilebilir. Nitekim kadınların sosyal medya kullanımında erkeklere göre daha fazla zaman harcadıkları literatürde bildirilmektedir (Tektaş, 2014; Çiftçi, 2018). Kimbrough ve ark (2013) tarafından yapılan bir araştırmada kadınların sosyal medyada iletişim kurma ve ilişkilerini sürdürme eğilimlerinin erkeklere kıyasla daha fazla olduğunu bildirmiştir. Aynı şekilde, Tufekci (2008) çalışmasında kadınların sosyal medya platformlarını sosyal bağlarını güçlendirme ve topluluk içinde yer alma amacıyla daha yoğun şekilde kullandıklarını ifade etmiştir. Bu bulgular doğrultusunda erkeklerin internette daha geniş yelpazede faaliyetlere yönelirken, kadınların sosyal medyada daha fazla zaman geçirme eğilimleri cinsiyete dayalı dijital bir davranış gösterdikleri söylenebilir. Yapılan çalışmada kadınların eğitim amaçlı sosyal medya kullanımının erkeklere göre daha düşük oranda olduğu ve bu farkın anlamlı olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmada, yaşın artmasıyla birlikte eğitim amaçlı sosyal medya kullanımının arttığı, ancak aradaki farkın istatistiksel olarak anlamlı bulunmadığı belirlenmiştir. Manca ve Ranieri (2016), bu çalışma bulgusuna paralel olarak gençlerde yaş ilerledikçe sosyal medya platformların daha profesyonel ve eğitsel amaçlarla kullanıldığını belirtmiştir. Bu doğrultuda yaşın sosyal medya kullanımındaki eğitsel tercihleri etkileyebileceği, ancak bu etkinin

tutarlı bir şekilde ortaya çıkmadığı söylenebilir. Bu çalışmada öğrencilerin internete erişim için yoğun bir şekilde cep telefonlarını kullandıkları (%100) bununla birlikte dizüstü bilgisayarlar (%50), tabletler (%27.1) ve okul bilgisayarları (%2.6) gibi diğer cihazları da kullandıkları belirlenmiştir. Cep telefonlarının internet erişiminde birincil araç olarak kullanılması, literatürde de desteklenmektedir (Çiftçi, 2018). Yapılan bir araştırmada gençlerin büyük bir kısmı internete erişim için mobil cihazları tercih ettiği ve bu trendin dünya genelinde yaygınlaştığı rapor edilmiştir (Anderson ve Jiang, 2018). Digital Report (2021) verilerine göre, mobil internet kullanıcılarının sayısı son yıllarda önemli ölçüde artmakta ve genç nüfusun %90'ından fazlası cep telefonları aracılığıyla internete erişim sağlamaktadır. Öğrencilerin bu cihazları tercih etmeleri, mobil teknolojinin kullanım kolaylığı, sürekli erişim imkanı ve çok yönlü uygulamaları ile açıklanabilir. Diğer cihazların kullanım oranlarına bakıldığında, dizüstü bilgisayarların (%50) hala önemli bir erişim aracı olduğu görülmektedir. Bu, öğrencilerin yazı yazma, akademik çalışmalar ve daha kapsamlı dijital aktiviteler için laptopları tercih ettiklerini göstermektedir. Bu bulgu, dizüstü bilgisayarların daha üretken ve uzun süreli dijital etkinlikler için tercih edilen araçlar olduğunu göstermektedir. Tablet kullanımının (%27.1) göreceli olarak daha düşük olduğu görülmektedir, ancak bu cihazların özellikle not alma, ders materyali inceleme, okuma ve medya tüketimi gibi aktivitelerde kullanıldığı bilinmektedir (Mueller ve Oppenheimer, 2014). Okul bilgisayarlarının internet erişiminde ise düşük bir oranda (%2.6) kullanılması, öğrencilerin kendi kişisel cihazlarını daha sık tercih ettiklerini ve internet erişimi dışında okulun sağladığı dijital cihazlara bağımlılığın azaldığını göstermektedir. Veteriner hekimlik eğitiminde öğrencilerin bilgiye erişim için en çok başvurdukları kaynakların ders kitapları (%78.7), internet (%63.5), öğretim üyeleri (%62) olması,

literatürle uyumludur (Sevmez ve Yıldız, 2024). Bu bulgular, öğrenci tercihlerinin bilgiye hızlı erişim, güvenilirlik ve akademik destek arayışı etrafında şekillendiğini göstermektedir. Özellikle öğrencilerinin bilgiye erişimde hem geleneksel (ders kitapları ve öğretim üyeleri) hem de dijital (internet) yöntemlerin bir kombinasyonun olduğu söylenebilir. Öğrencilerin ders kitaplarını en çok başvurdukları kaynak olması (%66.7), özellikle Veteriner hekimlik gibi teknik bilgi gerektiren alanlarda, bu materyallerin bilgi sunma ve güvenilir bilgi sağlamadaki öneminin hala devam ettiğini göstermektedir. Öğretim üyelerinin bilgi kaynakları arasında 3. sırada önemli bir yer tutması (%62), eğitimde rehberlik ve birebir etkileşim ihtiyacını ortaya koyduğu gibi veteriner hekimlik gibi pratik bilgi ve deneyime dayalı alanlarda, öğretim üyelerinin sadece bilgi sağlayıcı değil, aynı zamanda mesleki rehberlik sunan önemli figürler olduklarını da göstermektedir. Eğitim amacıyla, öğrenciler tarafından internetin yoğun bir şekilde kullanılması (%63.5), internetin öğrenciler için bilgiye hızlı ve kapsamlı erişim sağlama ve ekonomik açıdan avantaj sağlaması ile ilgilidir (Türkben, 2023). Ancak internetin doğruluğu sorgulanmayan çeşitli bilgileri de içerdiği göz önüne alındığında, öğrencilerin güvenilir akademik kaynaklara yönlendirilmesi önemlidir. Veteriner hekimlik eğitiminde sosyal medya ve internet kullanımının büyük ölçüde avantaj sağladığını belirten katılımcıların, bilgiye hızlı ve kolay erişim, öğrenme materyallerine daha geniş bir erişim imkanı ve mesleki ağların oluşturulması açısından önemli fırsatlar sunmaktadır. Manca ve Ranieri (2016) çalışmalarında sosyal medya ve internetin eğitime entegrasyonunun, öğrenme süreçlerini güçlendirdiğini ve öğrencilerin öğrenmeye aktif katılımını teşvik ettiğini belirtmektedir. Veteriner hekimlik eğitimi gibi sürekli güncellenen bilgi ve uygulamalara dayalı alanlarda, internet ve sosyal medya üzerinden en güncel bilgilere erişim sağlanabilmesi,

öğrencilere önemli bir avantaj sunabilir. Özellikle video paylaşım platformları, çevrimiçi dergiler ve bilimsel sosyal ağlar öğrencilerin ve profesyonellerin birbirleriyle bilgi paylaşımını kolaylaştırmakta ve mesleki gelişimlerini hızlandırması açısından etkili olabilecekleri söylenebilir (Kaysı ve ark., 2023). Çalışmada veteriner fakültesi öğrencilerinin eğitim amaçlı en çok YouTube, Google ve Instagram platformlarını kullanmaları, dijital öğrenme ortamlarında öğrencilerin bilgiye hızlı erişim ve görsel-işitsel öğrenme araçlarını eğitim süreçlerine entegre ettiklerini göstermektedir. Literatürde de bu platformların eğitimde giderek artan önemine dair birçok çalışma yer almaktadır. (Tektaş, 2014, Balcı ve ark. 2013). Özellikle YouTube gibi video paylaşım platformlarının özellikle klinik prosedürler, cerrahi teknikler ve hayvan bakımı gibi uygulamalı bilgi gerektiren konuların video içerikleri ile sunulması, öğrencilerin teorik bilgiyi pratiğe dönüştürmelerini kolaylaştırmaktadır. Bu bağlamda, YouTube'un veteriner hekimlik öğrencileri için bir öğrenme aracı olarak görülmesi şaşırtıcı değildir. Benzer şekilde Instagram, veteriner hekimlik gibi görsel materyallerin önemli olduğu disiplinlerde faydalı olabilir. Hayvanların klinik fotoğrafları, vaka paylaşımları ve veteriner hekimlerin deneyimlerini aktardığı içerikler, öğrencilerin hem mesleki bilgiye hem de pratiğe dayalı deneyimlere ulaşmalarını kolaylaştırdığı söylenebilir. Ancak, öğrencilerin bu kaynakları etkili kullanabilmesi için gerekli dijital okuryazarlık becerilerine sahip olmaları ve güvenilir siteleri takip etmeleri gerekir. Zira dijital materyallerin fazlalığı, bilgi doğruluğunun analiz edilmesi gibi süreçler öğrencilerin zaman yönetimini olumsuz etkileyebilir.

5. Sonuç

Sonuç olarak, internet ve sosyal medya kullanımı, öğrencilerin eğitim ve akademik yaşamları üzerinde her geçen gün daha etkili bir rol oynamaktadır. Özellikle dijital kaynakların etkili kullanımı, geleneksel

eğitim yöntemleriyle birlikte öğrencilerin bilgiye erişimini güçlendirmekte, sosyal medyanın eğitsel potansiyelini gözler önüne sermektedir. Ancak öğrencilerin akademik ilgi alanlarını geliştirme ve artırma kapasitelerinin geliştirilmesinde bu platformların etkin ve verimli kullanılabilmesinde öğrencilerin dijital okuryazarlık becerilerinin geliştirilmesi ve bilgiye eleştirel yaklaşımları gerektiği, bu bağlamda akademisyenlerin, öğrencileri mesleki uygulama ve akademik başarılarını destekleyebilecek internet sitelerine yönlendirmelerinin önemli olduğu söylenebilir.

Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulduklarını, 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.

Etik Kurul Onayı

Araştırma için Kırıkkale Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 26.06.2024 tarihinde 2024.06.28 karar ile etik kurul onayı alınmıştır.

Kaynaklar

- Anderson, M., Jiang, J., 2018. Teens, social media & technology 2018. Pew Research Center. <https://www.pewresearch.org/internet/2018/05/31/teens-social-media-technology-2018/> (Erişim tarihi: 10.06.2024).
- Arslan, A., Kırık, A.M., Karaman, M. Çetinkaya, A., 2015. Lise ve Üniversite öğrencilerinde dijital bağımlılık. *Uluslararası Hakemli İletişim ve Edebiyat Araştırmaları Dergisi*, 8(8): 34-55.
- Aydın, E.İ., 2016. Üniversite öğrencilerinin sosyal medya kullanımları üzerine bir araştırma: Anadolu Üniversitesi Örneği. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (35): 373-386.

- Balcı, Ş., Gölcü, A., Öcalan, M., 2013. Üniversite öğrencileri arasında internet kullanım örüntüleri. *Selçuk İletişim*, 7(4): 5-22.
- Chapman, H.M., Taylor, E.G., Buddle, J.R., Murphy, D.J., 2007. Student training in large-animal handling at the School of Veterinary and Biomedical Sciences, Murdoch University, Australia. *Journal Veterinary Medical Education*, 34(5): 576-582.
- Çiftçi, H., 2018. Üniversite öğrencilerinde sosyal medya bağımlılığı. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 7(4): 417-434.
- Digital Report, 2021. Global overview report. <https://wearesocial.com/digital-2021> (Erişim tarihi: 10.06.2024).
- Dikmen, M., Tuncer, M., 2018. İnternet bağımlılığının aile ilişkilerine etkisi. *Online Journal of Technology Addiction and Cyberbullying*, 5(1): 34-52.
- Durmuş, H., Günay, O., Yıldız, S., Timur, A., Balcı, E., Karaca, S., 2018. Üniversite öğrencilerinde internet bağımlılığı ve üniversite yaşamı boyunca değişimi. *Anadolu Psikiyatri Dergisi*, 19(4): 383-389.
- Ellaway, R., Pettigrew, G., Rhind, S., Dewhurst, D., 2005. The Edinburgh Electronic Veterinary Curriculum: an online program-wide learning and support environment for veterinary education. *Journal of Veterinary Medical Education*, 32: 38-46.
- Gledhill, L., Dale, V.H., Powney, S., Gaitskell-Phillips, G.H., Short, N.R., 2017. An international survey of veterinary students to assess their use of online learning resources. *Journal of Veterinary Medical Education*, 44: 692-703.
- Hung, H.T., Yuen, S.C., 2010. Educational Use of Social Networking Technology in Higher Education. *Teaching Higher Education*, 15(6): 703-714.
- İnce, M., Koçak, M.C., 2017. Üniversite öğrencilerinin sosyal medya kullanım alışkanlıkları: Necmettin Erbakan Üniversitesi örneği. *Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(2): 736-749.
- Jackson, L.A., Zhao, Y., Qiu, W., Kolenic, A., Fitzgerald, H.E., Harold, R.D., 2008. Culture, gender, and information technology use: A comparison of Chinese and U.S. children. *Computers in Human Behavior*, 24(6): 2817-2829.
- Kaysi, F., Aydemir, E., Gülseçen, S., 2023. Üniversite öğrencilerinin akıllı telefon ve internet kullanımının mesleki gelişimlerine etkisinin incelenmesi. *Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 25: 47-56.
- Kimbrough, A.M., Guadagno, R.E., Muscanell, N.L., Dill, J., 2013. Gender differences in mediated communication: Women connect more than do men. *Computers in Human Behavior*, 29(3): 896-900.
- Koch, M., Fischer, M.R., Tipold, A., Ehlers, J.P., 2012. Can online conference systems improve veterinary education? A study about the capability of online conferencing and its acceptance. *Journal of Veterinary Medical Education*, 39: 283-296.
- Konuk, N., Güntaş, S., 2019. Sosyal medya kullanımı eğitimi ve bir eğitim aracı olarak sosyal medya kullanımı. *International Journal of Entrepreneurship and Management Inquiries*, 3(4): 1-25.
- Korucu, A., Sezer, C., 2016. Web 2.0 teknolojilerini kullanma sıklığının ders başarısı üzerindeki etkisine yönelik öğretmen görüşleri. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 5(2): 379-394.
- Küçükali, A., 2016. Üniversite öğrencilerinin sosyal medya kullanımı: Atatürk Üniversitesi Örneği. *Bartın Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 7(13): 531-546.
- Lai, N., Khosa, D., Jones-Bitton, A., Dewey, C.E., 2019. Students' experiences of seeking web-based animal health information at the Ontario Veterinary College: exploratory qualitative study. *JMIR Medical Education* 5: e13795.

- Manca, S., Ranieri, M., 2016. Is Facebook still a suitable technology-enhanced learning environment? An updated critical review of the literature from 2012 to 2015. *Journal Of Computer Assisted Learning*, 32(6): 503-528.
- Mueller, P.A., Oppenheimer, D.M., 2014. The pen is mightier than the keyboard: Advantages of longhand over laptop note taking. *Psychological Science*, 25(6): 1159-1168.
- Özen, Ü., Çam, H., Can, D., Dönmez, Ö. 2018. Uzaktan yükseköğretim öğrencilerinin sosyal medyanın eğitim boyutu konusundaki algıları ve eğitim amaçlı sosyal medya kullanımlarının belirlenmesi. *The Journal of International Scientific Researches*, 3 (1): 64-72.
- Özer, M.A., Kınık, A.M. 2021. Eğitimde Sosyal Medyanın Kullanımı. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 14(87): 393-408.
- Öztürk, M.F., Talas, M. 2015. Sosyal Medya ve Eğitim Etkileşimi. *Journal Of World Of Turks*, 7(1): 101-120.
- Raosoft. 2024. Sample Size Calculator by Raosoft. Inc. Raosoft.com. Available online: http://www.raosoft.com/sample_size.html (Accessed: 08.06.2024).
- Roshier, A.L., Foster, N., Jones, M.A. 2011. Veterinary students' usage and perception of video teaching resources. *BMC Medical Education*, 11 (1): 1-13.
- Saadeh, K., Henderson, V., Paramasivam, S.J., Jeevaratnam, K., 2021. To what extent do preclinical veterinary students in the UK utilize online resources to study physiology. *Advances in Physiology Education*, 45: 160–171.
- Sevmez, H., Yıldız, D., 2024. Dijital çağda üniversite öğrencilerinin okuma tercihlerinin belirlenmesi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15(1): 199-230.
- Siegford, J.M., Bernardo, T.N., Malinowski, R.P., Laughlin, K., Zanella, A.J., 2005. Integrating animal welfare into veterinary education: using an online, interactive course. *Journal Veterinary Medical Education*, 32(4): 497-503.
- Tektaş, N. 2014. Üniversite öğrencilerinin sosyal ağları kullanımına yönelik bir araştırma, *Journal of History School*, 7(17): 851-870.
- Tufekci, Z. 2008. Gender, social capital and social network(ing) sites: Women bonding, men searching. *American Behavioral Scientist*, 52(8): 1-21.
- Türkben, T. 2023. Öğretmen Adaylarının Dijital Ortamlardaki Akademik Okuma Alışkanlık ve Eğilimlerinin Belirlenmesi. *Çukurova Üniversitesi Türkoğlu Araştırmaları Dergisi*, 8(1): 88-116.
- Wang, J., Lin, C., Yu, W., Wu, E. 2013. Meaningful Engagement in Facebook Learning Environments: Merging Social and Academic Lives. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 14(1): 302-322.

Atf Şekli: Ayvazoğlu Demir, P., Aydenizöz, M., 2024. Veteriner Hekimlik Eğitiminde Sosyal Medyanın Etkisi (I). *MAS Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 9 (Özel Sayı): 956–964. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.13957479>.

To Cite: Ayvazoğlu Demir, P., Aydenizöz, M., 2024. The Impact of Social Media in Veterinary Medicine Education (I). *MAS Journal of Applied Sciences*, 9(Special Issue): 956–964. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.13957479>.

Novel Two Parameter Model: Statistical Properties, Fuzzy Reliability and Applications

Razika GRINE ^{1*}, Halim ZEGHDOUDI ², Mohamed KOUADRIA ²

¹ Chadli Bendjedid University El Tarf, Faculty of Science and Technology and Computer Science and Applied Mathematics Laboratory Mathematics Department, Algeria

² Badji Mokhtar-Annaba University, Laboratory of Probability and Statistics, Department of Mathematics, Algeria

*Corresponding author: grine-razika@uni-eltarf.dz

Received: 12.07.2024

Accepted: 29.08.2024

Abstract

The improvement of one-parameter lifetime distributions together with Lindley, Zegdoudi, XLindley, new XLindley, XGamma, etc., has usually been popular, however including a brand new parameter to a distribution makes it better and more flexible than the present one. This paper presents a new family of two-parameter (NTPFD) derivatives of the two parameter polynomial exponential family. This new version is a generalization of numerous novel one-parameter distributions such as: the XLindley, new XLindley, and ZLindley distributions. We study the main statistical properties of NTPFD: the shape of the density and hazard rate functions, moments, skewness, kurtosis, coefficient of variation, Bonferroni and Lorenz curves, reliability parameters, stochastic ordering, entropies, and quantile function. A discussion of fuzzy reliability is also given. To study the applicability, usefulness, reliability and superiority of the proposed distribution over existing distributions, two real data sets are assessed and fitted to the NTPFD distribution and potential competitors such as: an uncensored data set corresponding to the remission duration of a random sample of 128 patients with bladder cancer and the US population recorded in the decennial census during the period 1790-1970.

Keywords: Two parameter distribution, moments, fuzzy reliability, application

1. Introduction

Exponential and Lindley distributions are two classic life expectancy distributions for modeling life expectancy data. Lindley (1958) introduced a life expectancy distribution called the Lindley distribution. Lindley distribution, which is a convex combination of exponential and gamma

distributions, is a better fit and more flexible than exponential distribution but only one parameter does not allow to model all phenomena. For this, this work proposes a new family with two parameters. The distribution of X is a two-parameter family and the probability density function can be written as

$$f(t; \theta, \gamma) = b(\theta, \gamma)(a_0 + a_1x)exp^{-c(\theta, \gamma)t}$$

where $b(\theta, \gamma)$, $a_0 = a(\theta, \gamma)$, $a_1 = a(\theta, \gamma)$ and $c(\theta, \gamma)$ are real-valued functions on $[0, +\infty[$ see(Belili et al., 2023) .We can check immediately:

- It is non-negative for $t > 0$
- $P[a < x < b] = \int_a^b f(x; \theta, \gamma) dx$
- $\int_0^\infty f(x; \theta, \gamma) dx = 1$

In this paper, we proposed a special case of two-parameter family called two parameter Lindley family (NTPFD)

$$\text{when } a_0 = \gamma, a_1 = (1 - \gamma)\theta, c = \theta$$

$$\text{The density is } f(x; \theta, \gamma) = \theta(\gamma + (1 - \gamma)\theta x)exp^{-\theta x}$$

The corresponding cumulative distribution function (CDF), the survival function (SF) and hazard rate function (HRF) are given by

$$F(x; \theta, \gamma) = 1 - e^{-\theta x}(1 + (1 - \gamma)\theta^2 x), x, \theta > 0. 0 < \gamma < 1$$

$$S(t; \theta, \gamma) = e^{-\theta x}(1 + (1 - \gamma)\theta^2 x), x, \theta > 0. 0 < \gamma < 1$$

$$h(t; \theta, \gamma) = \frac{\theta^2(\gamma + (1 - \gamma)\theta x)}{(1 - \gamma)\theta^2 x + 1}$$

This distribution includes several distributions with one parameter such as:

- The XLindley distribution Chouia and Zeghdoudi (2021));
- The new XLindley distribution Khodja et al. (2023));
- The ZLindley distribution Saadia et al. (2024)).

The following is the format of this research paper:

Section 2 covers survival and hazard functions, moments, Stochastic Order, Entropies and other statistical properties.

Sections 3 consider the Fuzzy reliability. Finally, two specific applications demonstrate the superior performance of the new family of models (NTPFD) over the two-parameter Lindley , Quasi Lindley, Power XLindley, TPQED distributions

2. A general theoretical result

2.1. Asymptotic behavior

This subsection discusses the shape characteristics of the PDF and HRF, respectively of the NTPFD . The behavior of NTPFD at $x = 0$ and $x = \infty$, respectively, are given by

$$\lim_{x \rightarrow 0} f(x; \theta, \gamma) = \frac{\gamma\theta^2}{\theta\gamma + (1 - \gamma)\theta} = \gamma\theta$$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} f(x; \theta, \gamma) = 0.$$

The behavior of $h(x; \theta, \gamma)$ at $x = 0$ and $x = \infty$, respectively, are given by

$$\lim_{x \rightarrow 0} h(x; \theta, \gamma) = \frac{\gamma\theta^2}{\theta\gamma + (1 - \gamma)\theta} = \gamma\theta$$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} h(x; \theta, \gamma) = c(\theta, \gamma).$$

The following proposition states that there are two shapes for the PDF of the two-parameter polynomial exponential distribution, depending on the range of the parameters θ and γ .

Proposition 1. The PDF $f(x; \theta, \gamma)$ in (ref: PDF) of the NTPFD is

- 1.
2. Decreasing if $(1 - \gamma)\theta - \theta\gamma > 0$.
3. Unimodal if $(1 - \gamma)\theta - \theta\gamma > 0$.

Proof. The first and the second derivative of the PDF is determined as follows

$$\frac{df(x; \theta, \gamma)}{dx} = -\theta^2 e^{-\theta x} (2\gamma - 1 + (1 - \gamma)\theta x)$$

$$\frac{d^2f(x; \theta, \gamma)}{dx^2} = -\theta^3 e^{-\theta x} (3\theta - 2 + (1 - \gamma)\theta x)$$

by equating last equation to zero and solve it with respect to x , we have:
the solution is $x = \frac{1-2\gamma}{(1-\gamma)\theta}$ then, our critical point is $x^* = \frac{1-2\gamma}{(1-\gamma)\theta}$, if $(1 - \gamma)\theta - \theta\gamma > 0$.

$$\frac{d^2f(x; \theta, \gamma)}{dt^2} = \frac{\theta^2}{(1 - \gamma)(\theta + 1)} e^{-\theta t} ((1 - \gamma)\theta^2 t + \gamma(\theta - 2)), \frac{d^2f(x; \theta, \gamma)}{dt^2} < 0,$$

then, $\forall \theta, \gamma > 0, x = \frac{(1-\gamma)\theta - \theta\gamma}{(1-\gamma)\theta^2}$ is the unique critical point which maximize the PDF (ref:PDF) and the PDF is unimodal.

Therefore, the mode of TPDF is defined as follows

$$M^* = \frac{1 - 2\gamma}{(1 - \gamma)\theta}.$$

If $(1 - \gamma)\theta - \theta\gamma < 0$, the PDF is decreasing, the mode will be

$$M^* = \frac{\gamma\theta^2}{\theta\gamma + (1 - \gamma)\theta} = \gamma\theta.$$

Proposition 2. Let $h(x; \theta, \gamma)$ be the hazard rate function of of the TPDF. Then $h(x; \theta, \gamma)$ increasing.

Proof. The first derivative of $h(x; \theta, \gamma)$ is

$$\frac{dh(x; \theta, \gamma)}{dx} = \frac{\theta^2(1 - \gamma)^2\theta^2}{((1 - \gamma)\theta^2x + \theta\gamma + (1 - \gamma)\theta)^2} = \frac{(1 - \gamma)^2\theta^4}{((1 - \gamma)\theta^2x + \theta)^2} = \frac{(1 - \gamma)^2\theta^2}{(1 - \gamma)\theta x + 1)^2}$$

It is easy to check that $h(x; \theta, \gamma)$ is an increasing function.

Moments and related measures of NTPFD

Let $X \sim NTPFD$, Then the i th moment of X is determined as follows

$$E(X^i) = \frac{\Gamma(1+i)}{\theta^{2+i}} [\theta\gamma + (1-\gamma)\theta(1+i)]$$

Hence, the first four moments of the $NTPFD$ random variable can be found by substituting $i=1,2,3,4$, respectively, in above equation. They are used to determine variance, Skewness, Kurtosis and coefficient of variation of $NTPFD$, respectively, as follows

$$\begin{aligned} Var(X) &= E(X^2) - E(X)^2 = \frac{2\gamma\theta^3 + 6(1-\gamma)\theta^3 - \gamma^2\theta^2 - 4\gamma(1-\gamma)\theta^2 - 4(1-\gamma)^2\theta^2}{\theta^6} \\ &= \frac{(6\theta - 4)(1-\gamma) + \gamma(2\theta - \gamma)}{\theta^4}, \end{aligned}$$

$$Skewness = \sqrt{\beta_1} = \frac{E(X^3)}{Var(X)^{3/2}} = \frac{6\theta^4(4(1-\gamma)\theta + \gamma\theta)}{(2\gamma\theta^3 + 6(1-\gamma)\theta^3 - \gamma^2\theta^2 - 4\gamma(1-\gamma)\theta^2 - 4(1-\gamma)^2\theta^2)^{3/2}}$$

$$Kurtosis = \beta_2 = \frac{E(X^4)}{(Var(X))^2} = \frac{(24\theta^6(5(1-\gamma)\theta + \theta\gamma))}{(2\gamma\theta^3 + 6(1-\gamma)\theta^3 - \gamma^2\theta^2 - 4\gamma(1-\gamma)\theta^2 - 4(1-\gamma)^2\theta^2)^2},$$

$$\begin{aligned} C.V = K &= \frac{\sqrt{Var(X)}}{E(X)} = \frac{\sqrt{2\gamma\theta^3 + 6(1-\gamma)\theta^2 - \gamma^2\theta^2 - 4\gamma(1-\gamma)\theta^2 - 4(1-\gamma)^2\theta^2}}{2(1-\gamma)\theta + \theta\gamma} \\ &= \frac{\sqrt{2\gamma\theta + 6(1-\gamma) - \gamma^2 - 4\gamma(1-\gamma) - 4(1-\gamma)^2}}{2-\gamma} \end{aligned}$$

The moment generating function of the $TPFD$ is determined as follows

$$\begin{aligned} M(s) &= \int e^{sx} f(x) dx = \frac{\theta^2((1-\gamma)\theta + \theta\gamma - s\gamma)}{((1-\gamma)\theta + \theta\gamma)(\theta - s)^2}, s < \theta \\ &= \frac{\theta(\theta - s\gamma)}{(\theta - s)^2} \end{aligned}$$

its characteristic function is obtained by replacing t with it in the last equation.

The i th incomplete moments of $TPFD$ is determined as follows

$$T_i(s) = \int_0^s t^i f(x) dx = \frac{(1-\gamma)\theta\Gamma(2+i) + \theta\gamma\Gamma(1+i) - (1-\gamma)\theta\Gamma(2+i, s\theta\gamma) - \gamma\theta\Gamma(1+i, s\theta\gamma)}{\theta^i(1-\gamma)\theta + \gamma\theta^{i+1}}$$

where $\Gamma(\alpha, x) = \int_x^\infty t^{\alpha-1} e^{-t} dt$. We have first incomplete moments $T_1(s)$ in above equation when $i = 1$ which used to calculate the mean residual life and the mean waiting time which is, respectively, defined as follows

$$\begin{aligned} \Psi(s) &= \frac{1 - T_1(s)}{S(x; \theta, \gamma) - 1} \\ M_1(s) &= \frac{1 - T_1(s)}{F(x; \theta, \gamma)} \end{aligned}$$

Another uses of $T_1(s)$ is to calculate Bonferroni and Lorenz curves which are, respectively, defined as follows

$$L(p) = \frac{T_1(x)}{E(X)}$$

$$B(p) = \frac{T_1(x_p)}{pE(X)}$$

Where (x_p) is the quantile function of NTPFD.

Stochastic orders

Stochastic Order is an order of -largeness -on random variables. More broadly, stochastic orders are orders that are used to compare random variables, or probability distributions or measurements.

Now, we consider 2 random variables V and W . Then V is said smaller than W in the :

- Likelihood ratio order ($V <_{lr} W$), if $\frac{f_v(x)}{f_w(x)}$ is decreasing in x
- Hazard rate order ($V \leq_{hr} W$), if $h_v(x) \geq h_w(x), \forall x$
- Stochastic order ($V <_s W$), if $F_v(x) < F_w(x), \forall x$
- Convex order ($V \leq_{cx} W$), if for all convex functions $\phi, E[\phi(V)] \leq E[\phi(W)]$ (expectation exist).

Theorem 1. Let $V, W \sim TPDF$ be two random variables. If

$$(1 - \gamma_1)\theta_1\gamma_2 \leq (1 - \gamma_2)\theta_2\gamma_1, \text{ and } \theta_1 \geq \theta_2 \text{ then: } V <_{lr} W; V <_{hr} W; V <_s W \text{ and } V \leq_{cx} W$$

Proof. We have:

$$\frac{f_v(x)}{f_w(x)} = \frac{\frac{\theta_1^2(\gamma_1 + (1 - \gamma_1)\theta_1 t) \exp(-\theta_1 t)}{\gamma_1 + (1 - \gamma_1)\theta_1 t}}{\frac{\theta_2^2(\gamma_2 + (1 - \gamma_2)\theta_2 t) \exp(-\theta_2 t)}{\gamma_2 + (1 - \gamma_2)\theta_2 t}}$$

To keep it simple, we use $\ln \frac{f_v(x)}{f_w(x)}$, which we find after derivation:

$$\frac{d}{dx} \ln \frac{f_v(x)}{f_w(x)} = \frac{(1 - \gamma_1)\theta_1\gamma_2 - (1 - \gamma_2)\theta_2\gamma_1}{(\gamma_1 + (1 - \gamma_1)\theta_1 t) + (\gamma_2 + (1 - \gamma_2)\theta_2 t)} - (\theta_1 - \theta_2)$$

In this regard, if $\theta_1\gamma_2 \leq \theta_2\gamma_1$ and $\theta_1 \geq \theta_2$, we have $\frac{d}{dx} \ln \left(\frac{f_v(x)}{f_w(x)}\right) \leq 0$. It means that

$V <_{lr} W$. Moreover, we know that $V <_{lr} W \Rightarrow V <_{hr} W \Rightarrow V <_s W$ and $V \leq_{cx} W \Leftrightarrow V <_s W$ (if $E[V] = E[W]$), which the Theorem 1 is proved.

Entropies

There is general agreement that entropy and information can be used to calculate the degree of uncertainty in a probability distribution. However, many correlations

have been generated from the characteristics of entropy. The entropy of a random variable X is a measurement of the variability of uncertainty. The entropy of Rényi is defined as:

$$I_R(s) = \frac{1}{(1-s)} \log \int_0^\infty f^s(x) dx$$

Were $s(\text{integer}) > 0$ et $s \neq 1$. For the NTPFD, we have:

$$\begin{aligned} I_R(s) &= \frac{1}{(1-s)} \log \left(\int_0^\infty \frac{\theta^2(\gamma + (1-\gamma)\theta x) \exp(-\theta x)}{\gamma\theta + (1-\gamma)\theta^2} dx \right)^s \\ &= \frac{1}{(1-s)} \log \left(\int_0^\infty \frac{\theta^{s^2}}{(\gamma\theta + (1-\gamma)\theta)^s} (\gamma + (1-\gamma)\theta x)^s e^{-\theta x s} dx \right) \end{aligned}$$

We observe that

$$\int_0^\infty \frac{\theta^{s^2}}{(\gamma\theta + (1-\gamma)\theta)^s} (\gamma + (1-\gamma)\theta x)^s e^{-\theta x s} dx = \frac{\theta^{s^2}}{(\gamma\theta + (1-\gamma)\theta)^s} \sum_{i=0}^n \frac{n! (\gamma)^i ((1-\gamma)\theta)^{n-i}}{(n-i)! i!} \int_0^\infty x^{n-i} e^{-\theta x s} dx$$

where

$$\int_0^\infty x^{n-i} e^{-\theta x s} dx = \frac{-1}{s\theta} \Gamma(n+1-i, s\theta x) (s\theta)^{i-n}$$

Now, the Rényi entropy observes as

$$I_R(s) = \frac{1}{(1-s)} \log \left(\frac{\theta^{s^2}}{(\gamma\theta + (1-\gamma)\theta)^s} \sum_{i=0}^n \frac{n! (\gamma)^i ((1-\gamma)\theta)^{n-i} (s\theta)^{i-n} \Gamma(n-i+1)}{(n-i)! i! (s\theta)^{n-i}} \right).$$

Quantile Function

It may be noted that $F(x; \theta, \gamma)$ is continuous and strictly increasing, so we for the quantile function of T is defined:

$$Q_X(u) = x_u = F^{-1}(u; \theta, \gamma), \quad u \in [0,1]$$

For $u = F(x; \theta, \gamma)$, we give an explicit expression for $Q_X(u)$ in terms of the Lambert W function in the following theorem and results.

Theorem 2. For any $\theta, \gamma > 0$, the $Q_X(u)$ of the NTPFD is

$$\begin{aligned} Q_X(u) = x_u &= \frac{-\gamma\theta - (1-\gamma)\theta - W_{-1}((u-1)(\gamma\theta + (1-\gamma)\theta)e^{-(\gamma\theta + (1-\gamma)\theta)})}{(1-\gamma)\theta^2}, \quad u \in [0,1] \\ &= \frac{-\gamma - (1-\gamma) - W_{-1}((u-1)(\gamma + (1-\gamma))e^{-(\gamma\theta + (1-\gamma)\theta)})}{(1-\gamma)\theta} \\ &= \frac{-1 - W_{-1}((u-1)e^{-\theta})}{(1-\gamma)\theta} \end{aligned}$$

Where W_{-1} is the negative branch .

Proof. For any $\theta > 0, 0 < \gamma < 1$ let $0 < u < 1$. We will solve the equation $F_{\text{TTPFD}}(t)$ with respect to x , by following the steps below:

$$e^{-\theta x}(\theta\gamma + (1 - \gamma)\theta + (1 - \gamma)\theta^2x) = (\theta)(1 - u). \quad (*)$$

We multiplying the both sides by $[-exp - (\theta)]$ of the equ(*), we get :

$$-e^{-\theta t - (\gamma\theta + (1-\gamma)\theta)}(\theta\gamma + (1 - \gamma)\theta + (1 - \gamma)\theta^2t) = (u - 1)(\theta\gamma + (1 - \gamma)\theta)e^{(-\theta)}$$

By using the definition of Lambert W function ($W(z)exp(W(z)) = z$), we observe that $-(\theta + (1 - \gamma)\theta^2t)$ is the Lambert W function of the real argument $(u - 1)(\theta)e^{-(\gamma\theta + (1-\gamma)\theta)}$. So, we have:

$$\begin{aligned} W((u - 1)(\theta\gamma + (1 - \gamma)\theta)e^{-(\gamma\theta + (1-\gamma)\theta)}) &= -(\theta\gamma + (1 - \gamma)\theta + (1 - \gamma)\theta^2t). \\ &= (\theta + (1 - \gamma)\theta^2t)(**) \end{aligned}$$

In addition, for any $\theta, \gamma, t > 0$ it's obviously that $\theta + (1 - \gamma)\theta^2t > 0$ and it also checked that $(u - 1)(\theta\gamma + (1 - \gamma)\theta)e^{(-\theta)} \in (-e^{-1}, 0)$ since $0 < u < 1$. Since, by taking into account the properties of the negative branch W_{-1} of the Lamber W function, son the equ above(**) become:

$$\begin{aligned} W_{-1}((u - 1)(\theta\gamma + (1 - \gamma)\theta)e^{(-\theta)}) &= -(\theta\gamma + (1 - \gamma)\theta + (1 - \gamma)\theta^2t) \\ &= -(\theta + (1 - \gamma)\theta^2t). \end{aligned}$$

This in turn means the result that given before in Theorem 2 is complete.

4. Fuzzy reliability

Let X is a continuous random variable that represents a system's failure time (component). The fuzzy dependability can then be calculated using the fuzzy probability in formula (see Chen et al. (2001)).

$$R_F(t) = P(T > t) = \int_t^\infty \mu(x)f_{NTPFD}(x)dx, 0 \leq t \leq x < \infty,$$

where $\mu(x)$ is a membership function that describes the degree to which each element of a given universe belongs to a fuzzy set. Now, assume that $\mu(x)$ is

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & , x \leq t_1 \\ \frac{(x - t_1)}{(t_2 - t_1)} & , 0 \leq t_1 < x < t_2 \\ 1 & , x \geq t_2 \end{cases}$$

For $\mu(x)$, by the computational analysis of the function of fuzzy numbers, the lifetime $x(\alpha)$ can be obtained corresponds to a certain value of $\alpha - Cut, \alpha \in [0,1]$, can by obtained as: $\mu(x) = \alpha \rightarrow \frac{x-t_1}{t_2-t_1} = \alpha$, then

$$\begin{cases} x(\alpha) \leq t_1 & , \alpha = 0 \\ x(\alpha) = t_1 + \gamma(t_2 - t_1) & , 0 < \alpha < 1 \\ x(\alpha) \geq t_2 & , \alpha = 1 \end{cases}$$

As a result, the fuzzy reliability values may be determined for all α values. The fuzzy dependability of the NTPFD is determined by the fuzzy reliability definition. The fuzzy reliability of the NTPFD can be define as,

$$R_F(t) = (1 + (1 - \gamma)\theta t_1)e^{-\theta t_1} - (1 + (1 - \gamma)\theta\alpha)e^{-\alpha\theta}$$

Then $R_F(t)_{\alpha=0} = 0$.

5. Applications: real data analysis

Two applications are now proposed to illustrate the usefulness of the proposed model. More precisely, we explore the tuning behavior of the NTPLD compared to two-parameter Lindley (Shanker and Ghebretsadik 2013) , Quasi Lindley (Benatmane et al.2021), Power XLindley (Meriem et al.2022), TPQED (Boussaba et al.2024) distributions. For this, we estimate the unknown parameters of the respective model using the maximum likelihood method and consider their corresponding standard errors (SE), the estimated log likelihoods ($-2\log L$), the values of AIC (Akaike information criterion)AICC(Akaike information criterion correction) ,and BIC (Bayesian information criterion).

Data Set 1: The data set 1 represents an uncensored data set corresponding to remission times (in months) of a random

sample of 128 bladder cancer patients reported by Lee and Wang (2003)

0.08, 2.09, 3.48, 4.87, 6.94, 8.66, 13.11, 23.63, 0.20, 2.23, 3.52, 4.98, 6.97, 9.02, 13.29, 0.40, 2.26, 3.57, 5.06, 7.09, 9.22, 13.80, 25.74, 0.50, 2.46, 3.64, 5.09, 7.26, 9.47, 14.24, 25.82, 0.51, 2.54, 3.70, 5.17, 7.28, 9.74, 14.76, 26.31, 0.81, 2.62, 3.82, 5.32, 7.32, 10.06, 14.77, 32.15, 2.64,3.88, 5.32, 7.39, 10.34, 14.83, 34.26, 0.90, 2.69, 4.18, 5.34, 7.59, 10.66, 15.96, 36.66, 1.05, 2.69, 4.23, 5.41, 7.62, 10.75, 16.62, 43.01, 1.19, 2.75, 4.26, 5.41, 7.63, 17.12, 46.12, 1.26, 2.83, 4.33, 5.49, 7.66, 11.25, 17.14,79.05, 1.35, 2.87, 5.62, 7.87, 11.64, 17.36, 1.40, 3.02, 4.34, 5.71, 7.93,11.79, 18.10, 1.46, 4.40, 5.85, 8.26, 11.98, 19.13, 1.76, 3.25, 4.50, 6.25,8.37, 12.02, 2.02, 3.31, 4.51, 6.54, 8.53, 12.03, 20.28, 2.02, 3.36, 6.76,12.07, 21.73, 2.07, 3.36, 6.93, 8.65, 12.63, 22.69.

Model	θ	γ	AIC	BIC	-2LL	AICC
two-parameter Lindley	0.1283	30.1556	833.328	839.0321	829.328	833.424
Quasi Lindley	0.31603	0.041835	1196.427	1202.131	1192.427	1196.523
Power XLindley	1.3886	0.261294	1127.513	1133.217	1123.513	1127.609
TPQED	0.18857	88.3213	841.4313	847.1353	837.4313	841.5273
NTPFD	0.10698	0.997623	833.2282	838.9322	829.2282	833.3242

Data set 2: This data set gives the population of the United States (in millions) as recorded by the decennial census for the period 1790--1970(McNeil (1977)). 3.93,

5.31, 7.24, 9.64, 12.90, 17.10, 23.20, 31.40, 39.80, 50.20, 62.90, 76.00, 92.00, 105.70, 122.80, 131.70, 151.30, 179.30, 203.20

Model	θ	γ	AIC	BIC	-2L	AICC
two-parameter Lindley	0.021668	44.2597	203.7026	205.5914	199.7026	204.4526
Quasi Lindley	0.04057	0.20435	336.5028	338.3917	332.5028	337.2528
New quasi Lindley	0.02478	0.0010298	204.5499	206.4388	200.5499	205.2999
Power XLindley	1.0557	0.19355	251.3029	253.1917	247.3029	252.0529
TPQED	0.04027	94.2316	214.4968	216.3856	210.4968	215.2468
NTPFD	0.01387	0.997565	203.4288	205.3177	199.4288	204.1788

6. Conclusion

In this paper we have shown how probability distributions can be constructed without adding additional parameters or using the usual generalizations techniques. The proposed distribution is called the TPDF. It can be seen that the TPDF has

many desirable properties. We have derived precise and explicit expressions for many characteristics, in particular moments, reliability parameters and asymptotic distributions of order statistics. In addition, TPDF, two-parameter L1, Quasi Lindley, Power XLindley, and TPQED distributions

were fitted to two real data sets; and the results showed that the TPDF distribution is a strong candidate with two parameter distribution.

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

- Belili, M.C., Alshangiti, A.M., Gemeay, A.M., Zeghdoudi, H., Karakaya, K., Bakr, M.E., Hussam, E., 2023. Two-parameter family of distributions: Properties, estimation, and applications. *AIP Advances*, 13(10).
- Benatmane, C., Zeghdoudi, H., Ezzesba, A., Bouchahed, L., 2021. Note on quasi lindley distribution: some remarks and corrections. *Asian Journal of Probability and Statistics*, 15(4): 324-329.
- Bousseba, F.Z., Zeghdoudi, H., Sapkota, L.P., Tashkandy, Y.A., Bakr, M.E., Kumar, A., Gemeay, A.M., 2024. Novel two-parameter quadratic exponential distribution: Properties, simulation, and applications. *Heliyon*.
- Chen, G. Pham, T.T., Boustany, N., 2001. M. Introduction to fuzzy sets, fuzzy logic, and fuzzy control systems. *Applied Mechanics Reviews*, 54(6): 102-103.
- Chouia, S., Zeghdoudi, H., 2021. The XLindley distribution: properties and application. *Journal of Statistical Theory and Applications*, 20(2): 318-327.
- Khodja, N., Gemeay, A.M., Zeghdoudi, H., Karakaya, K., Alshangiti, A.M., Bakr, M.E., Hussam, E., 2023. Modeling voltage real data set by a new version of Lindley distribution. *IEEE Access*, 11: 67220-67229.
- Lindley D.V., 1958. Fiducial distributions and Bayes' theorem. *Journal of the Royal Statistical Society*, 20: 102-107.
- Lee, Elisa T., John Wang. Statistical methods for survival data analysis. Vol. 476. John Wiley & Sons, 2003.
- Meriem, B., Gemeay, A.M., Almetwally, E.M., Halim, Z., Alshawarbeh, E., Abdulrahman, A.T., El-Raouf, M.M.A., Hussam, E., 2022. The power xlindley distribution: statistical inference, fuzzy reliability, and Covid-19 application, *Journal of Function Spaces*, 1-21.
- McNeil, D.R., 1977. *Interactive Data Analysis*. New York: Wiley.
- Shanker, R., Mishra, A., 2013. A two-parameter Lindley distribution. *Statistics in Transition New Series*, 14(1): 45-56.
- Shanker, R., Ghebretsadik, A. H., 2013. A new quasi lindley distribution. *International Journal of Statistics and Systems*, 8(2): 143-156.
- Saaidia, N., Belhamra, T., Zeghdoudi, H., 2024. On ZLindley distribution: statistical properties and applications. *Studies in Engineering and Exact Sciences*, 5(1): 3078-3097.

To Cite: Grine, R., Zeghdoudi, H., Kouadria, M., 2024. Novel Two Parameter Model: Statistical Properties, Fuzzy Reliability and Applications. *MAS Journal of Applied Sciences*, 9(Special Issue): 965-973.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.13958817>.
