



EÜ Ziraat Fakültesi Adına Sahibi (Director):

Prof. Dr. İsmail Can PAYLAN

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dekanı
(Dean, Faculty of Agriculture - Ege University)

Sorumlu Müdür (Publishing Manager)

Prof. Dr. Gülsüm ÖZTÜRK

Baş Editör (Editor-in-Chief):

Prof. Dr. Galip KAŞKAVALCI

Yardımcı Editör (Associate Editor)

Prof. Dr. Cem KARAGÖZLÜ

Yabancı Dil Editörleri (Foreign Language Editors)

Prof. Dr. Pervin KINAY TEKSÜR

Prof. Dr. Fatma AYKUT TONK

Prof. Dr. Özer Hakan BAYRAKTAR

İndeks Editörü (Index Editor)

Doç. Dr. Oktay YERLİKAYA

Teknik Editör (Technical Editor)

Doç. Dr. Çağrı KANDEMİR

ISSN 1018-8851

e-ISSN 2548-1207

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi; SCOPUS, EBSCO Clarivate Analysis Master Journal List, Zoological Record, DOAJ, TÜBİTAK/ULAKBİM, CAB Abstracts, FAO AGRIS ve NAL Catalog (AGRICOLA) tarafından taranan hakemli bir dergidir.

The Journal of Ege University Faculty of Agriculture is abstracted and indexed in SCOPUS, EBSCO Clarivate Analysis Master Journal List, Zoological Record, DOAJ, TÜBİTAK/ULAKBİM, CAB Abstracts, FAO AGRIS and NAL Catalog (AGRICOLA).

Dergimize yaptığınız atıflarda “Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.” kısaltması kullanılmalıdır.

The title of the journal should be cited as “Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.”.

Konu Editörleri (Section Editors)

Prof. Dr. Galip KAŞKAVALCI

Prof. Dr. Pervin KINAY TEKSÜR

Prof. Dr. Zümrüt AÇIKGÖZ

Prof. Dr. Cem KARAGÖZLÜ

Prof. Dr. Fatma AYKUT TONK

Prof. Dr. Hakan GEREN

Dr. Öğr. Üyesi İkbâl AYGÜN

Doç. Dr. Ali Rıza ONGUN

Doç. Dr. İpek ALTUĞ TURAN

Dr. Öğr. Üyesi Ece SALALI

Dr. Öğr. Üyesi Emrah ZEYBEKOĞLU

Dr. İlkay ALKAN

Bitki Koruma

(Plant Protection)

Zootekni

(Animal Science)

Süt Teknolojisi

(Dairy Technology)

Tarla Bitkileri

(Field Crops)

Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği

(Agricultural Machinery & Technologies)

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme

(Soil Science & Plant Nutrition)

Peyzaj Mimarlığı

(Landscape Architecture)

Tarım Ekonomisi

(Agricultural Economics)

Bahçe Bitkileri

(Horticulture)

Tarımsal Yapılar ve Sulama

(Agricultural Structures & Irrigation)

Yayın Tarihi: 23.06.2025

Yazışma Adresi

(Correspondence Address)

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dekanlığı, 35100 Bornova, İzmir, TÜRKİYE

e-mail: ziraatbasinyayin@mail.ege.edu.tr – ziraatbasinyayin@gmail.com

Baskı: Ege Üniversitesi Basımevi Müdürlüğü, Bornova – İZMİR, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Sertifika No: 18679



Uluslararası Yayın Kurulu (International Editorial Board)

- Meryem ATİK**, Akdeniz Üniversitesi, TÜRKİYE
George BAURAKIS, Mediterranean Agronomic Institute of Chania, GREECE
Kemal BENLİOĞLU, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, TÜRKİYE
Süha BERBEROĞLU, Çukurova Üniversitesi, TÜRKİYE
Boris BILČÍK, Slovak Academy of Sciences, SLOVAK REPUBLIC
Vittorio CAPOZZI, National Research Council of Italy, ITALY
Vedat CEYHAN, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, TÜRKİYE
İlkay DELLAL, Ankara Üniversitesi, TÜRKİYE
Vedat DEMİR, Ege Üniversitesi, TÜRKİYE
Can ERTEKİN, Akdeniz Üniversitesi, TÜRKİYE
Hakan GEREN, Ege Üniversitesi, TÜRKİYE
Salim HIZIROĞLU, Oklahoma State University, USA
M. Ali KHALVATI, Ontario Technology University, CANADA
Figen KIRKPINAR, Ege Üniversitesi, TÜRKİYE
Ahmet KURUNÇ, Akdeniz Üniversitesi, TÜRKİYE
Monika MARKOVIC, University of Osijek, CROATIA
Pedro MARTINEZ-GOMEZ, Biología Aplicada del Segura, SPAIN
Hossein NAVID, University of Tabriz, IRAN
Barbaros ÖZER, Ankara Üniversitesi, TÜRKİYE
Sezen ÖZKAN, Ege Üniversitesi, TÜRKİYE
Erdoğan ÖZTÜRK, Atatürk Üniversitesi, TÜRKİYE
Reza Farshbaf POURABAD, University of Tabriz, IRAN
Ian T. RILEY, The University of Adelaide, AUSTRALIA
Roman ROLBIECKI, Bydgoszcz University, POLAND
Evangelia N. SOSSIDOU, Veterinary Research Institute, GREECE
Ali TOPÇU, Hacettepe Üniversitesi, TÜRKİYE
Serdar TEZCAN, Ege Üniversitesi, TÜRKİYE
Yüksel TÜZEL, Ege Üniversitesi, TÜRKİYE
Attila YAZAR, Çukurova Üniversitesi, TÜRKİYE
Banu YÜCEL, Ege Üniversitesi, TÜRKİYE

İÇİNDEKİLER (CONTENTS)

ARAŞTIRMA MAKALELERİ (RESEARCH ARTICLES)

Drought stress effects on quality and grain composition in four hybrid maize varieties with different stomatal resistance

Farklı stoma direncine sahip dört hibrit mısır çeşitinde kuraklık stresinin verim ve tane bileşimi üzerine etkisi

Ali MAHROKH, Farid GOLZARDİ, Vida GHOTBİ, Emre KARA, Saeid HEYDARZADEH, Mustafa SÜRMEN.....151

The *in vitro* energy and enteric methane values of three microalgae species for ruminants

Ruminantlar için üç mikroalg türünün *in vitro* enerji ve enterik metan değerleri

Nagehan Nur ALTAN, Muazzez CÖMERT ACAR163

Machine performance in pelletizing poultry litter

Kümes hayvanı altlığı peletleme işleminde makine performansı

Mohamed Ali Ibrahim AL-RAJHİ173

Examination of traditional street texture in terms of plant existence: Kilis urban protected area

Geleneksel sokak dokusunun bitki varlığı açısından incelenmesi: Kilis kentsel sit alanı

Saliha TAŞÇIOĞLU189

The effect of farmyard manure on seed yield and yield components of broad bean (*Vicia faba* L.) varieties

Çiftlik gübresinin Bakla (*Vicia faba* L.) çeşitlerinde tane verimi ve verim unsurlarına etkisi

Suzan ÖZTÜRK SÜLEYMANOĞLU, Feride ÖNCAN SÜMER201

Performance of durum wheat landraces concerning on grain yield and spike characteristics in Bornova ecological conditions

Bornova ekolojik koşullarında yerel makamalık buğday çeşitlerinin tane verimi ve başak özelliklerine ilişkin performansı

Rıza IŞIK, R. Refika AKÇALI GIACHINO215

Fındık tarımına küçük ölçekli fındık işletmeleri perspektifinden bir bakış: Giresun-Piraziz örneği

A perspective on hazelnut farming from the small-scale hazelnut farms: The Giresun-Piraziz case

Neslihan AYDIN YÖNET229

Çiftçilerin tarım danışmanlığı sistemine bakışları: İzmir İli örneği

Farmer' s perspectives on the agricultural consultancy system: the case of Izmir Province

Ayşe YARICI, Murat BOYACI247

Ahududunun (*Rubus idaeus* L. cv. Ruby) mikroçoğaltımında Giberellik Asitin (GA_3) bitki gelişimine etkisi

The effect of gibberellic acid (GA_3) on plant growth in micropropagation of raspberry (*Rubus idaeus* L. cv. Ruby)

Selcan ÖZYALIN, Cennet YAMAN, Gülden BALCI259

Azerbaycan Devlet Tarım Üniversitesi ve Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Çift Diploma Programı öğrencilerinin programı ve eğitimi değerlendirmeleri

Evaluations of the program and education of Double Diploma Program students of Azerbaijan State Agricultural University and Ege University Faculty of Agriculture

Murat BOYACI, Gölgen Bahar ÖZTEKİN, Lamiya QULİYEVA.....269



Research Article (Araştırma Makalesi)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2025, 62 (2):151-162

<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1495688>

Ali MAHROKH¹

Farid GOLZARDI¹

Vida GHOTBI¹

Emre KARA²

Saeid HEYDARZADEH¹

Mustafa SÜRMEN²

¹ Seed and Plant Improvement Institute,
Agricultural Research, Education and
Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

² Aydın Adnan Menderes University, Faculty
of Agriculture, Department of Field Crops,
Aydın, Türkiye

* Corresponding author (Sorumlu yazar):

emre.kara@adu.edu.tr

Keywords: Canopy temperature, crude
ash, crude fiber, starch

Anahtar sözcükler: Kanopi sıcaklığı, ham
kül, ham lif, nişasta

Drought stress effects on quality and grain composition in four hybrid maize varieties with different stomatal resistance

Farklı stoma direncine sahip dört hibrit mısır çeşitinde
kuraklık stresinin verim ve tane bileşimi üzerine etkisi

Received (Alınış): 05.06.2024

Accepted (Kabul Tarihi): 28.12.2024

ABSTRACT

Objective: This study aimed to evaluate transpiration and its effects on grain quality in some maize hybrids under drought stress conditions.

Material and Methods: The experiment was conducted using three irrigation levels-60 mm (control), 90 mm (moderate drought stress), and 120 mm (severe drought stress) of evaporation from a class A pan-applied to four maize hybrids: KSC 703, KSC 704, KSC 705, and KSC 706. This study was set up with three replications, carried out at Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Karaj, Iran during 2015 and 2016 growing seasons.

Results: The results indicated that under drought stress conditions, the levels of crude fiber and ash increased, while starch content decreased. The KSC 706 hybrid exhibited the lowest stomatal resistance and canopy temperature, and the highest grain starch content, averaging 64.84%. These findings suggest that increased stomatal opening and transpiration are associated with improved maize grain quality.

Conclusion: Based on the findings, in regions where irrigation water is available and a higher starch content in grain is a priority, the KSC 706 hybrid is recommended.

ÖZ

Amaç: Bu çalışma, kuraklık stresi koşullarında bazı hibrit mısır çeşitlerinde transpirasyonu ve bunun tane kalitesine etkisini değerlendirmek amacıyla yürütülmüştür..

Materyal ve Yöntem: Araştırma, dört farklı hibrit mısır çeşiti (KSC 703, KSC 704, KSC 705 ve KSC 706) kullanılarak, A sınıfı buharlaşma kabından uygulanan üç farklı sulama düzeyinde — 60 mm (kontrol), 90 mm (orta düzey kuraklık stresi) ve 120 mm (şiddetli kuraklık stresi) — yürütülmüştür. Deneme, İran'ın Karaj kentinde yer alan Tohum ve Bitki Islahı Enstitüsü (SPII)'nde 2015 ve 2016 yetiştirme sezonlarında üç tekerrürlü olarak kurulmuştur.

Araştırma Bulguları: Elde edilen sonuçlara göre, kuraklık stresi koşullarında ham selüloz ve kül içeriği artarken, nişasta oranı azalmıştır. KSC 706 melezi, en düşük stoma direnci ve kanopi sıcaklığı ile birlikte ortalama %64,84 ile en yüksek tane nişasta içeriğini göstermiştir. Bu bulgular, artan stoma açıklığı ve terlemenin, mısır tanelerinde kaliteyi artırıcı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Sonuç: Araştırma bulgularına göre, sulama suyunun temin edilebilir olduğu ve yüksek tane nişasta içeriğinin öncelikli hedeflendiği bölgelerde, KSC 706 hibrit mısır çeşiti önerilmektedir.

INTRODUCTION

Maize (*Zea mays*) is a highly versatile crop with significant global importance as both a food and feed grain (Bruns, 2003; Kavut & Soya, 2014). Depending on its intended use, maize can be classified into forage, grain, and industrial types (Qi et al., 2022). In the livestock industry, maize plays a critical role, particularly in the United States, where 90% of maize-based ethanol co-products are used as livestock feed (Wu & Munkvold, 2008). Poultry and ruminants, in particular, depend heavily on maize as a staple in their diets, consuming a substantial portion of the maize produced in countries like Pakistan (Habib et al., 2016). Beyond its use as fodder, maize is also a key ingredient in poultry feed, often substituting for other grains (Mumtaz et al., 2018).

On a global scale, the impacts of climate change are becoming increasingly evident, with rising temperatures and expanding aridity posing significant challenges to agriculture (Ghalkhani et al., 2022; Heydarzadeh et al., 2023). Insufficient water supply, particularly during critical growth and developmental stages, limits the ability of crops like maize to reach their full potential, ultimately reducing yield and impacting farmer livelihoods (Sallah et al., 2002). Water stress is a major limiting factor in semi-arid and arid regions, affecting all aspects of plant morphology, biology, growth, and yield (Heydarzadeh et al., 2022). It leads to a cascade of negative effects, including reduced crop maturation, impaired stomatal function, lower dry matter accumulation, diminished chlorophyll content, which leads to decreased photosynthetic efficiency (Bulgari et al., 2019). Drought stress not only hampers plant growth but also increases leaf and canopy temperatures by halting transpiration and increasing boundary layer resistance (Hirayama et al., 2006).

Soil water potential is one of the most crucial environmental factors for maize cultivation (Seydoşoğlu & Saruhan, 2017). A decline in soil water potential reduces relative water content, stomatal conductance, and CO₂ availability, which in turn lowers photosynthesis in maize (Martinez et al., 2007). Reduced transpiration under water scarcity conditions leads to increased leaf temperature, disrupting the plant's cooling mechanisms (Yu et al., 2015). The transport of abscisic acid (ABA) to the leaves triggers leaf rolling, stomatal closure, and leaf senescence, sometimes even before a reduction in leaf turgor potential occurs through hydraulic mechanisms (Bharath et al., 2021). This root signaling helps the plant minimize water loss, a critical adaptation under drought conditions (Farooq et al., 2009).

Given maize's essential role in both human and animal diets, and its high per capita consumption in various countries, strategies to enhance both the quantitative and qualitative aspects of maize production are a priority in agricultural research (Cocks, 2003; Ghalkhani et al., 2022). Grain quality is a vital factor for producers and consumers alike, determining the final value of the crop (Ghorbanli et al., 2006). Optimal soil moisture during the grain development stage is crucial for starch and protein accumulation, which directly influences both yield and quality (Ahmadi & Baker, 2001). Water availability is particularly critical for maize grain quality, as water deficiency can increase the activity of enzymes involved in sucrose synthesis and carbohydrate branching, leading to enhanced carbohydrate synthesis under drought stress (Ghalkhani et al., 2022; Ghalkhani et al., 2023). Additionally, carbon stored in vegetative organs is transported to the grain during the filling period, further influencing grain quality (Ghorbanli et al., 2006).

This experiment aimed to evaluate the transpiration mechanisms in four maize hybrids under drought stress conditions and to assess how these mechanisms affect grain quality.

MATERIALS and METHOD

Experimental area and design

This study was conducted at the Seed and Plant Improvement Institute (SPII) located in Karaj during the 2015 and 2016 growing seasons. The experimental site is situated at an altitude of 1321 meters above sea level, at a latitude of 35° 48' N and longitude of 51° E. The area has an average annual

rainfall of 275 mm, characterized by cold winters and low precipitation, typical of semi-arid regions. The soil at the experimental site was sandy-clay with a bulk density of 1.36 g cm^{-3} , a pH of 7.5, electrical conductivity of 0.7 dS m^{-1} , and a field capacity of 26%. Field preparation included plowing, discing, and leveling with a spring leveler. Prior to planting, 99 kg ha^{-1} of pure nitrogen and 144 kg ha^{-1} of phosphorus were applied in the form of urea and ammonium phosphate, respectively. An additional 92 kg ha^{-1} of pure nitrogen from urea was applied as a top-dressing fertilizer during the growing season. The experiment was arranged as a factorial based on a randomized complete block design with three replications. Three irrigation levels—irrigation after 60, 90, and 120 mm of evaporation from a class A pan—were applied to four maize hybrids: KSC 703, KSC 704, KSC 705, and KSC 706.

Field management and irrigation system

A furrow irrigation system was used, with furrows spaced 75 cm apart and plants spaced 18 cm apart within rows, resulting in a planting density of $85,000 \text{ plants ha}^{-1}$. Each experimental plot consisted of five planting rows, each 6 meters in length. Weed control was managed with the application of Eradicane herbicide (6 L ha^{-1}) before planting and mechanical control during the V4-V6 growth stages. For pest management, Larvin pesticide was applied at a rate of 1 kg ha^{-1} during the V4-V6 stages to control Spodoptera and Agrotis pests.

Drought stress treatments commenced after the V2-V3 growth stages. Prior to this stage, normal irrigation was implemented after 60 mm of evaporation to ensure complete plant establishment. To schedule subsequent irrigations, daily pan evaporation was recorded at 9:00 A.M. The required irrigation volume was calculated based on soil moisture content, which was determined by sampling soil up to the depth of root development and assessing the moisture levels. The irrigation water volume (V) was calculated using the Equations 1 and 2 (Afshar et al., 2014; Farhadi et al., 2022):

$$H = pb \times (\theta_{Fc} - \theta_m) \times D \quad (1)$$

$$V = H \times A \quad (2)$$

In equations 1 and 2, H represents the water height in the plot, pb is the soil bulk density, θ_{Fc} is the soil moisture at field capacity, θ_m is the soil moisture at the time of irrigation, D is the root development depth, V is the irrigation water volume in the plot, and A is the plot area.

Determination of physiological parameters

Stomatal resistance (SR) was measured using a porometer (Delta-T Devices model) at three critical growth stages: V6-V7, pollination up to silk emergence, and the grain milky stage. Measurements were taken from the upper, middle, and lower sections of the ear leaf in six plants per plot. These plants were randomly selected at the V6-V7 stage and marked to ensure consistency in measurements across the subsequent stages. All measurements were conducted between 11:00 AM and 1:00 PM, a period chosen for its high solar radiation, optimizing the accuracy of the readings. Measurements were taken one day prior to irrigation at each growth stage. The porometer was calibrated using plates with six different pore diameters. Data obtained from the leaf measurements were then fitted to a regression line equation, facilitating the accurate calculation of stomatal resistance, expressed in s cm^{-1} .

Canopy temperature was measured at the ear leaf level using a laser infrared thermometer (TM_958 model) at three critical growth stages: V6-V7, pollination up to silk emergence, and the grain milky stage. These measurements were conducted from a distance of 1 meter in six randomly selected and marked plants per plot, between 11:00 AM and 1:00 PM. To ensure consistency, the same plants were used for measurements across all stages. For accurate calculation of canopy temperature depression (CTD), simultaneous air temperature measurements were taken alongside canopy temperature readings. Air temperature was measured using a calibrated digital thermometer with a shielded sensor to minimize direct solar radiation effects. The sensor was positioned at the same height

as the canopy and placed 1 meter away from the plants to avoid any influence from plant transpiration. This method ensures that the air temperature accurately reflects the ambient conditions surrounding the canopy. Measurements at each growth stage were taken one day before irrigation to maintain consistent soil moisture levels. The CTD was then calculated as the difference between the measured air temperature and canopy temperature, providing a reliable indicator of plant stress and water status.

Determination of grain yield and composition

For the determination of grain yield, a 4.5 m² area from each plot was harvested, accounting for marginal effects. Grain composition, including crude fiber, crude ash, soluble sugar, crude protein, starch, crude fat, and dry matter, was analyzed using Near-Infrared Spectroscopy (NIR) with a DICKEY-john model device, a widely recognized and reliable method in agricultural and food quality analysis. For each plot, a 1 kg grain sample was randomly selected, milled, and a 5-gram portion of the milled sample was used for analysis. The NIR device was calibrated using standard coefficients, and qualitative indices were reported as percentages (Nicolia et al., 2007; Shao et al., 2009).

Statistical analysis

Data were analyzed as a combined two-year experiment after testing for homogeneity of variances using Bartlett's test. Variance analysis was performed using SAS software (version 9.1), and means were compared using Duncan's multiple range test at a 5% probability level.

RESULT and DISCUSSION

Stomatal resistance and canopy temperature

The study observed notable differences in SR among various maize hybrids, particularly in KSC 706, compared to other hybrids during the vegetative stage up to pollination (Figure 1). KSC 705 exhibited higher SR than the other hybrids until the pollination stage, after which the resistance levels of KSC 705 converged with the others. During the grain milky stage, differences in the SR among the cultivars were minimal (Figure 1). The variation in the SR for KSC 706 followed a relatively linear trend, markedly distinct from the other hybrids. It exhibited a sharp increase during the pollination to grain milky stages, eventually aligning with the other hybrids (Figure 1). The decrease in the SR observed in KSC 706 during the vegetative stage likely facilitated stomatal opening until the grain milky stage, allowing for enhanced CO₂ assimilation and photosynthesis. However, this could also lead to increased moisture loss from the rhizosphere in this hybrid.

Under well-watered conditions (irrigation after 60 mm of evaporation), the SR was lowest during the vegetative stage (Figure 2). In this phase, the open stomata facilitated effective CO₂ assimilation and transpiration. However, as the plants transitioned to the pollination and reproductive stages, the SR began to increase, eventually reaching levels comparable to those observed under moderate drought stress by the grain milky stage (Figure 2). This increase suggests a reduction in stomatal guard cell flexibility as the plant undergoes senescence, leading to decreased stomatal opening, diminished CO₂ assimilation, and reduced apparent photosynthesis, with remobilization becoming a more prominent factor. The highest SR was recorded during the vegetative stage under severe drought stress conditions (Figure 2). Nonetheless, as the plant entered the senescence phase, stomatal guard cell flexibility decreased, resulting in reduced SR, even under severe drought stress, bringing the resistance levels closer to those observed under moderate drought stress and control conditions (Figure 2). The role of abscisic acid (ABA) as an early warning signal under declining moisture conditions in the rhizosphere is well-documented (Ghalkhani et al., 2023). ABA is transported from the roots to the shoots, initiating stomatal closure before a significant reduction in leaf turgor potential occurs (Zhang et al., 1987; Bharath et al., 2021).

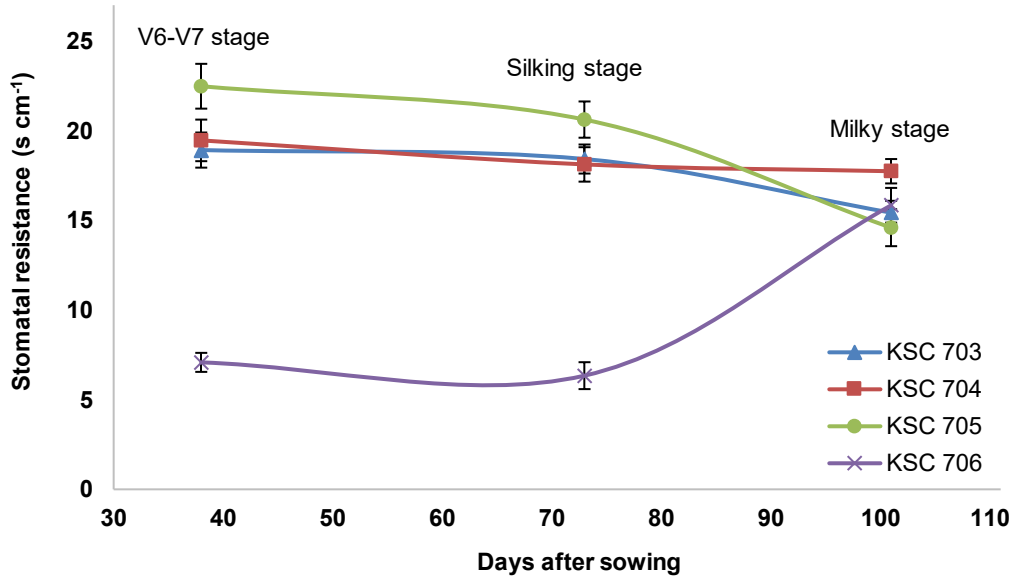


Figure 1. Stomatal resistance ($s\ cm^{-1}$) across different maize hybrids from the V6 to the milky stage.

Şekil 1. V6 döneminden süt olum evresine kadar farklı hibrit mısır çeşitlerinde stoma direnci ($s\ cm^{-1}$)

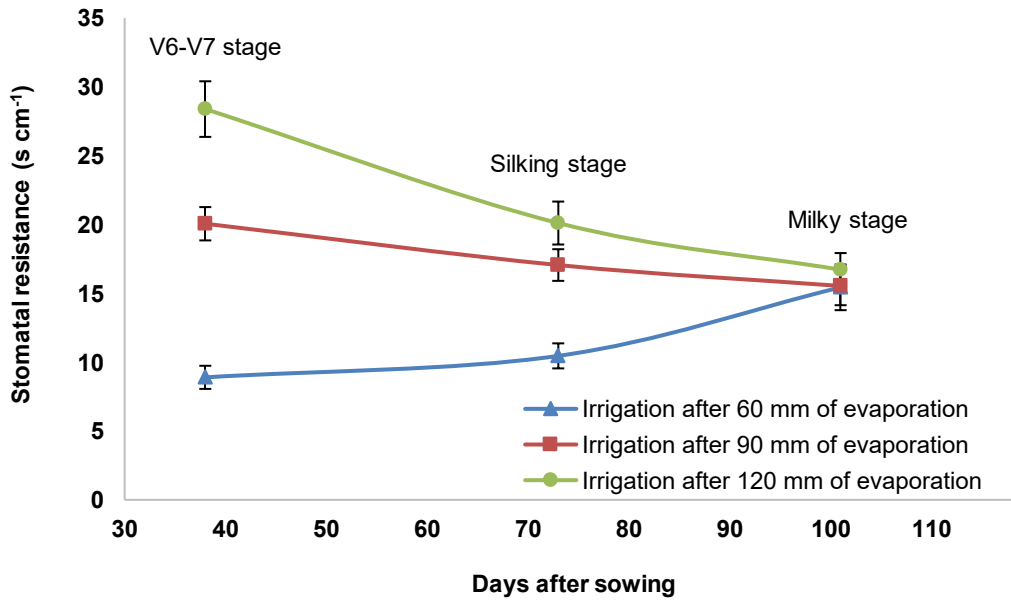


Figure 2. Stomatal resistance ($s\ cm^{-1}$) under varying drought stress conditions from the V6 to the milky stage.

Şekil 2. V6 gelişme döneminden süt olum evresine kadar farklı kuraklık stresi düzeylerinde ölçülen stoma direnci ($s\ cm^{-1}$)

The relationship between the SR and CTD was evident, with CTD increasing as the SR decreased (Figures 1 & 3). As the SR rises and stomata close, transpiration decreases, leading to an increase in canopy temperature. KSC 706 exhibited the highest CTD, indicating the coolest canopy, likely due to its lower SR (Figure 3). This suggests that KSC 706 might not receive or respond to secondary drought stress signals, potentially due to differences in its hormonal signaling system, which allows stomata to remain open and the cooling transpiration process to continue until moisture in the rhizosphere is depleted.

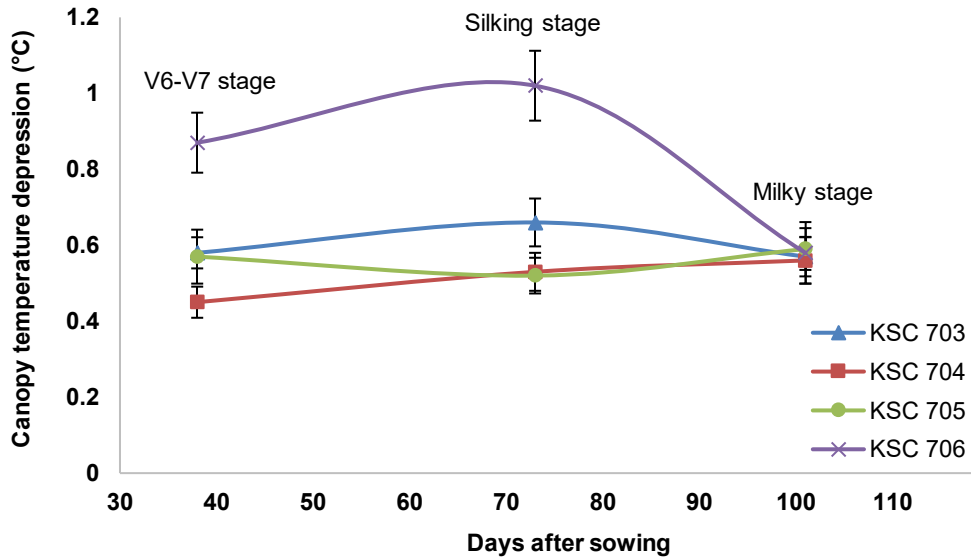


Figure 3. Canopy temperature depression (°C) in different maize hybrids from the V6 to the milky stage.

Şekil 3. V6 döneminden süt olum evresine kadar farklı hibrit mısır çeşitlerinde kanopi sıcaklık farkı (°C)

The coolest canopy temperatures were recorded during the vegetative stage under control conditions (Figure 4), attributed to the ample moisture available to the roots, allowing stomata to remain open and sustain transpiration, leading to minimal canopy temperature (Figure 4). This cooling trend persisted until the pollination stage. However, during the grain milky stage, relative senescence and a loss of stomatal guard cell flexibility led to increased SR, stomatal closure, reduced transpiration, and an increase in CTD (Figure 4). Canopy temperature rose in response to the increase in SR under moderate and severe drought stress conditions (Figures 2 & 4). The synthesis of ABA in the roots and its transport to leaf cells via the xylem serves as an early warning system under drought stress, promoting stomatal closure before a decrease in leaf turgor potential is perceived (Farooq et al., 2009).

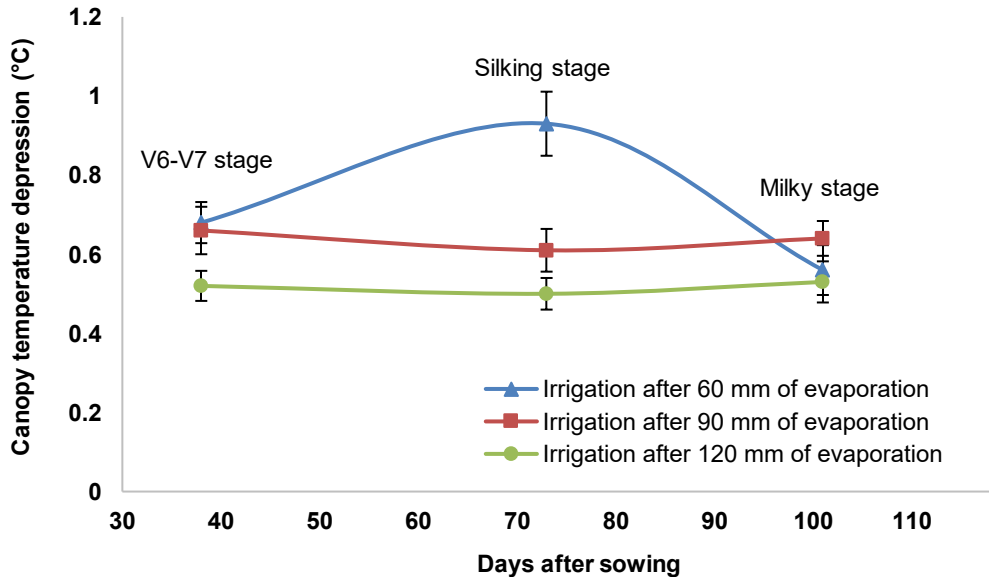


Figure 4. Canopy temperature depression (°C) under drought stress conditions from the V6 to the milky stage.

Şekil 4. V6 döneminden süt olum evresine kadar kuraklık stresi koşullarında kanopi sıcaklık farkı (°C)

The differences observed in stomatal resistance and canopy temperature among maize hybrids highlight the physiological adaptations of these plants to varying environmental conditions, particularly under drought stress (Lepekhev, 2022). The lower SR in KSC 706 during the vegetative stage suggests a potential advantage in CO₂ assimilation and photosynthesis under optimal conditions, leading to more robust growth. However, this same trait might predispose the hybrid to greater water loss under drought conditions, as indicated by the linear increase in the SR during the reproductive stages. This pattern aligns with the concept of drought avoidance, where plants delay stomatal closure to maintain growth processes as long as possible, even at the cost of higher water use. In contrast, KSC 705's higher SR during early growth stages could be indicative of a conservative water use strategy, potentially making it more resilient under prolonged drought conditions. The convergence of SR levels among hybrids during the grain milky stage suggests a common physiological response to drought stress, possibly driven by hormonal signals such as ABA, which is known to mediate stomatal closure under water-deficit conditions (Bharath et al., 2021). The relationship between stomatal resistance and canopy temperature, as reflected in CTD, underscores the importance of transpiration in regulating plant temperature (Yu et al., 2015). The ability of KSC 706 to maintain a cooler canopy under control conditions points to its potential for higher efficiency in water use and thermoregulation, traits that are beneficial under optimal growing conditions but could be detrimental under drought stress if water availability becomes limiting. This balance between maintaining growth and conserving water is a critical factor in the overall drought tolerance of maize hybrids (Ghalkhani et al., 2023). The findings also emphasize the role of root-to-shoot signaling in drought response, with ABA playing a crucial role in initiating stomatal closure before significant water stress is perceived by the leaves (Farooq et al., 2009; Farhadi et al., 2022; Ghalkhani et al., 2023). This early signaling mechanism allows plants to conserve water during the initial stages of drought, potentially extending their survival under prolonged stress conditions.

Grain quality (compositions)

The effect of drought stress on crude fiber, crude ash, and starch was significant at the 5% probability level, whereas it was not significant on other quality traits (Table 1). Hybrid effects were significant only for starch at the 1% probability level (Table 1).

Under control conditions, the minimum crude fiber content, averaging 2.46%, was observed; however, under mid and severe drought stress conditions, crude fiber content increased significantly (Table 2). Similarly, the crude ash content also increased under drought stress conditions, with the minimum amount observed at 1.10% under normal irrigation (Table 2). Increased drought stress is associated with higher crude fiber content, which negatively impacts digestibility and overall grain quality (Pourali et al., 2023). The rise in insoluble fibers within cell walls under water deficit conditions is a plant's physiological adaptation to prevent moisture loss (Jahanzad et al., 2013). The application of irrigation helps slow this process, preventing a significant increase in crude fiber content (Jahansouz et al., 2014).

The increase in crude protein content under water stress, compared to normal irrigation conditions (Table 2), can be attributed to the shortened growth and development period induced by water stress. This shortened period results in a lower carbohydrate-to-protein ratio, thereby elevating the protein content (Heydarzadeh et al., 2022 Attaran Dowom et al. (2022) also observed that substantial amounts of soluble sugars accumulate during periods of water scarcity, which helps to mitigate the negative effects of moisture stress on crop yield. This accumulation of soluble sugars serves as a biochemical osmotic adjustment and represents a key defense mechanism in plants under water stress, helping to alleviate oxidative damage (Elshamly & Nassar, 2023).

Drought stress affected starch content, with the maximum starch content observed under control conditions, averaging 64.31% (Table 2). Under mid drought stress, starch content decreased slightly to 63.43%, which was not significantly different from control conditions, but under severe drought stress, it significantly decreased to 62.76% (Table 2). Previous research suggests that drought stress disrupts enzyme activity involved in starch biosynthesis, such as soluble starch synthase (SSS), leading to a reduction in

starch accumulation in cereal grains (Kowles & Philips, 1988; Ghalkhani et al., 2022). The reduction in starch storage under severe drought stress conditions may be attributed to the disruption of SSS enzyme activity, which is crucial for converting sucrose into starch. Additionally, drought stress likely reduces the production of assimilates, particularly sucrose, leading to a lower availability of sucrose for starch synthesis.

Table 1. Combined analysis of variance for the effects of drought stress on grain quality in maize hybrids

Çizelge 1. Mısırdaki kuraklık stresinin tane kalitesi üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizi

SOV	df	Mean Squares						
		Crude fiber	Crude ash	Soluble sugar	Crude protein	Starch	Crude fat	Grain dry matter
Year	1	0.02 ^{ns}	0.03 [*]	0.056 ^{ns}	65.76 ^{**}	826.48 ^{**}	4.87 ^{**}	480.91 ^{**}
Block	4	0.29	0.005	0.70	4.68	2.74	0.12	203.04
Drought stress	2	0.26 [*]	0.01 [*]	0.50 ^{ns}	4.75 ^{ns}	14.39 [*]	0.06 ^{ns}	58.01 ^{ns}
year × Drought stress	2	0.06 ^{ns}	0.01 ^{ns}	2.35 [*]	1.56 ^{ns}	1.38 ^{ns}	0.02 ^{ns}	54.56 ^{ns}
Hybrid	3	0.05 ^{ns}	0.005 ^{ns}	1.00 ^{ns}	2.04 ^{ns}	15.95 ^{**}	0.006 ^{ns}	40.24 ^{ns}
Year × Hybrid	3	0.06 ^{ns}	0.005 ^{ns}	0.07 ^{ns}	0.46 ^{ns}	1.86 ^{ns}	0.13 ^{ns}	21.34 ^{ns}
Hybrid × Drought stress	6	0.03 ^{ns}	0.002 ^{ns}	0.60 ^{ns}	1.02 ^{ns}	3.13 ^{ns}	0.05 ^{ns}	39.96 ^{ns}
Year × Hybrid × Drought stress	6	0.08 ^{ns}	0.009 ^{ns}	0.92 ^{ns}	3.02 ^{ns}	10.49 ^{ns}	0.12 ^{ns}	79.07 ^{ns}
Error	44	0.1	0.006	0.74	2.39	3.63	0.06	59.71

Table 2. Mean comparison of grain quality in maize hybrids as affected by drought stress

Çizelge 2. Kuraklık stresinden etkilenen hibrit mısır çeşitlerinde tane kalitesine ilişkin ortalama karşılaştırması

Experimental factors	Crude fiber (%)	Crude ash (%)	Soluble sugar (%)	Crude protein (%)	Starch (%)	Crude fat (%)	Grain dry matter (%)
Irrigation Regime							
60 mm	2.46±0.073 ^b	1.10±0.033 ^b	4.17±0.305 ^a	9.73±0.854 ^a	64.31±1.199 ^a	1.18±0.580 ^a	85.76±2.833 ^a
90 mm	2.66±0.098 ^a	1.16±0.044 ^a	4.36±0.269 ^a	10.44±0.821 ^a	63.43±0.987 ^{ab}	1.70±0.687 ^a	88.54±3.356 ^a
120 mm	2.57±0.110 ^{ab}	1.13±0.045 ^{ab}	4.45±0.311 ^a	10.55±0.960 ^a	62.76±1.266 ^b	1.75±0.709 ^a	88.31±3.027 ^a
Hybrid							
KSC 703	2.52±0.159 ^a	1.11±0.051 ^a	4.47±0.510 ^a	9.58±1.168 ^a	62.99±1.035 ^b	1.76±0.122 ^a	86.85±4.561 ^a
KSC 704	2.56±0.166 ^a	1.15±0.057 ^a	4.58±0.559 ^a	10.62±1.382 ^a	62.73±1.111 ^b	1.73±0.074 ^a	89.04±5.554 ^a
KSC 705	2.64±0.160 ^a	1.14±0.063 ^a	4.17±0.545 ^a	10.39±1.346 ^a	63.45±1.093 ^b	1.78±0.129 ^a	88.52±4.535 ^a
KSC 706	2.52±0.144 ^a	1.13±0.059 ^a	4.09±0.499 ^a	10.09±1.207 ^a	64.84±1.361 ^a	1.74±0.082 ^a	85.80±5.039 ^a
Year							
2015	2.55±0.082 ^a	1.11±0.023 ^b	4.24±0.241 ^a	9.28±0.703 ^b	66.89±1.237 ^a	2.01±0.210 ^a	84.97±3.705 ^b
2016	2.58±0.097 ^a	1.15±0.029 ^a	4.41±0.320 ^a	11.2±0.871 ^a	60.11±1.288 ^b	1.49±0.184 ^b	90.14±3.100 ^a

Means, in each column and for each factor, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level- using Duncan's Multiple Range Test

Among the maize hybrids studied, KSC 706 exhibited the highest starch content, averaging 64.84% (Table 2). This may be due to lower SR and higher transpiration rates in KSC 706 from the V6 stage up to silk emergence (Figure 1). The efficient water transport from the roots to the shoots and subsequent transpiration cooling likely maintained optimal canopy temperatures in this hybrid (Figure 3), allowing the enzymes responsible for converting sucrose into starch to function effectively. This continuous enzyme activity under favorable conditions resulted in the highest starch production in KSC 706.

Water stress, often resulting from drought, is recognized as one of the major ecological challenges facing agriculture. Drought stress exerts significant impacts on plants at various levels, from cellular to whole-plant structures, affecting their structural, biological, and molecular characteristics (Baghdadi et al., 2023). It limits plant growth and development by disrupting several physiological processes, including nutrient absorption, stomatal function, transpiration rate, sugar synthesis, and photosynthesis (Bukhari et

al., 2022). The severity and duration of water stress significantly influence how crops respond, affecting their overall resilience and productivity (Heydarzadeh et al., 2022).

In this study, maize grain productivity was notably reduced under water stress conditions, likely due to decreased assimilation of photosynthetic carbon, which is essential for determining crop yield. The stress led to suppressed leaf growth and development, induced leaf senescence, stomatal closure, and a reduction in carbon fixation efficiency (Elshamly & Nassar, 2023). The decline in seed and biomass yield under water stress can be attributed to reduced moisture uptake, impaired photosynthesis, and diminished hormone production and enzyme activity (Elshamly et al., 2024).

The correlation analysis revealed a strong negative relationship between stomatal resistance and canopy temperature depression ($r = -0.951$, $p < 0.01$) (Figure 5), highlighting the significant role of stomatal regulation in heat stress management. As SR increased, CTD decreased, indicating that maize hybrids with higher stomatal resistance experienced more canopy heating, likely due to reduced transpiration. This finding aligns with previous research showing that elevated stomatal resistance limits transpiration and canopy cooling, particularly under drought conditions (Lhomme, 2001; Gong et al., 2023). In relation to grain quality traits, SR showed a positive correlation with soluble sugar ($r = 0.684$) and dry matter content ($r = 0.853$, $p < 0.05$) (Figure 5). This suggests that plants with higher SR accumulate more sugars and dry matter, likely as an adaptive response to water stress. Soluble sugars may serve as osmotic regulators, helping plants maintain cell turgor under drought conditions (Baghdadi et al., 2023). Conversely, SR was strongly negatively correlated with starch content ($r = -0.927$, $p < 0.01$) (Figure 5), indicating a metabolic shift where stressed plants prioritize soluble sugar retention over starch synthesis. Such carbohydrate adjustments are well-documented in crops exposed to water deficits, where sugars play a crucial role in maintaining osmotic balance and protecting cellular structures (Pourali et al., 2023; Tavazoh et al., 2024). CTD also exhibited significant correlations with grain quality traits, particularly a strong positive correlation with starch content ($r = 0.957$, $p < 0.01$) (Figure 5).

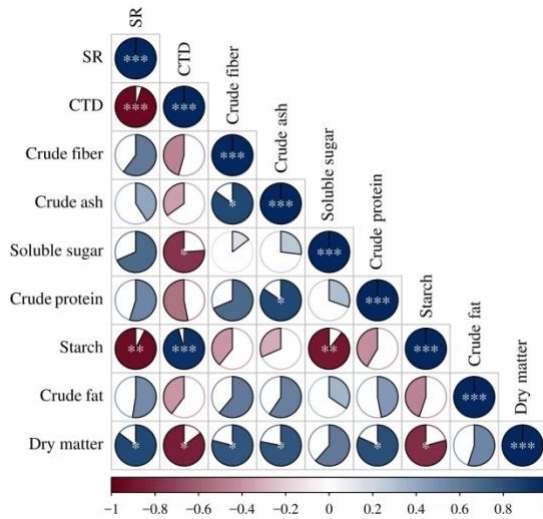


Figure 5. Pearson correlation analysis of stomatal resistance (SR), canopy temperature depression (CTD), and various quality traits in maize

Şekil 5. Mısırdaki stoma direnci (SR), gözenek sıcaklık farkı (CTD) ve çeşitli kalite özellikleri arasındaki Pearson korelasyon analizi

This suggests that hybrids with more efficient canopy cooling tend to accumulate more starch. Other grain quality traits revealed some notable associations. Crude fiber was positively correlated with crude ash, and crude protein was strongly correlated with crude ash (Figure 5), suggesting a connection between mineral content and protein levels in the grain. Grain dry matter was also positively correlated with both crude fiber and crude protein, indicating that hybrids with higher dry matter content tend to

exhibit better nutritional quality (Ghalkhani et al., 2022). In summary, the correlations between SR, CTD, and grain quality traits suggest that maize hybrids exhibit distinct physiological and metabolic responses to drought stress. These findings have important implications for breeding programs aimed at improving drought tolerance while maintaining grain quality. By selecting hybrids that balance stomatal regulation, canopy cooling efficiency, and grain quality across varying irrigation regimes, breeders can develop maize varieties that are better suited to water-limited environments. Further research is needed to explore the genetic mechanisms underlying these relationships and to confirm their stability across different environmental conditions.

CONCLUSION

The results indicate that KSC 706, with its lower stomatal resistance and efficient transpiration cooling system, is better suited to environments where water is available and higher starch production is desired. This hybrid's ability to maintain open stomata and regulate canopy temperature effectively underpins its superior performance in starch accumulation. Therefore, KSC 706 can be recommended for cultivation in regions with adequate irrigation, where maximizing starch yield is a primary objective. Additionally, the strong negative correlation between stomatal resistance and canopy temperature depression, along with their relationships to grain quality traits, highlights the importance of stomatal regulation and canopy cooling in maize's adaptive response to drought stress. These findings provide valuable insights for breeding programs focused on enhancing both drought resilience and grain quality in water-limited environments.

Data Availability

Data will be made available upon reasonable request.

Author Contributions

Conception and design of the study: AM, FG, VG, EK, SH; sample collection: AM, FG, VG, SH; analysis and interpretation of data: AM, FG, VG, SH; statistical analysis: AM, FG, VG, EK, SH; visualization: AM, FG, VG, SH; writing manuscript: AM, FG, VG, EK, SH, MS

Conflict of Interest

The authors have no conflicts of interest to declare.

Ethical Statement

I declare that there is no need for an ethics committee for this research.

Financial Support

This study was not financially supported.

Article Description

This article was edited by Section Editor Prof. Dr. Fatma AYKUT TONK.

REFERENCES

- Afshar, R. K., M. A. Jovini, M. R. Chaichi & M. Hashemi, 2014. Grain sorghum response to arbuscular mycorrhiza and phosphorus fertilizer under deficit irrigation. *Agronomy Journal*, 106 (4): 1212-1218.
- Ahmadi, A. & A. D. Baker, 1999. Effects of abscisic acid (ABA) on grain filling processes in wheat. *Journal of Plant Growth Regulation*, 28: 187-197.
- Attaran Dowom, S., Z. Karimian, M. Mostafaei Dehnavi & L. Samiei, 2022. Chitosan nanoparticles improve physiological and biochemical responses of *Salvia abrotanoides* (Kar.) under drought stress. *BMC Plant Biology*, 22 (1): 364.

- Baghdadi, A., F. Golzardi & M. Hashemi, 2023. The use of alternative irrigation and cropping systems in forage production may alleviate the water scarcity in semi-arid regions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 103 (10): 5050-5060.
- Bharath, P., S. Gahir & A.S. Raghavendra, 2021. Absciscic acid-induced stomatal closure: An important component of plant defense against abiotic and biotic stress. *Frontiers in Plant Science*, 12: 615114.
- Bohnert H. J., D.E. Nelson & R. G. Jensen, 1995. Adaptations to environmental stresses. *Plant Cell*, 7: 1099-1111.
- Bruns, H., 2003. Controlling aflatoxin and fumonisin in maize by crop management. *Journal of Toxicology Toxin Reviews*, 22 (2-3): 153-173.
- Bukhari, B., S. Zakaria, S. Sufardi & S. Syafruddin, 2022. Effect of organic amendments on the water stress resistance of corn varieties during vegetative stage in ultisols. *Indian Journal of Agricultural Research*, 56 (3): 276-282.
- Bulgari, R., G. Franzoni & A. Ferrante, 2019. Biostimulants application in horticultural crops under abiotic stress conditions. *Agronomy*, 9 (6): 306.
- Cocks, J.W., 2003. Plant density effects on tropical corn forage masses, morphology and nutritive value. *Agronomy Journal*, 90: 93-96.
- Elshamly, A.M. & S.M. Nassar, 2023. The impacts of applying cobalt and chitosan with various water irrigation schemes at different growth stages of corn on macronutrient uptake, yield, and water use efficiency. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 23 (2): 2770-2785.
- Elshamly, A.M., R. Iqbal, B. Ali, I. Ahmed, M. I. Akram, S. Ali, A. Ditta, F. Çiğ, M. S. Elshikh, M. Aezm & M. H. Hamed, 2024. Zinc and amino acids improve the growth, physiological, and biochemical attributes of corn under different irrigation levels. *Rhizosphere*, 29: 100820.
- Farhadi, A., F. Paknejad, F. Golzardi, M.N. Ilkaee & F. Aghayari, 2022. Effects of limited irrigation and nitrogen rate on the herbage yield, water productivity, and nutritive value of sorghum silage. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 53 (5): 576-589.
- Farooq, M. A., N. Wahid, D.F. Kobayashiujita & S. M. A. Basra, 2009. Plant drought stress, effects, mechanisms and management. *Agronomy for Sustainable Development*, 29: 185-212.
- Ghalkhani, A., F. Golzardi, A. Khazaei, A. Mahrokh, Á. Illés, C. Bojtor, S.M.N. Mousavi & A. Széles, 2023. Irrigation management strategies to enhance forage yield, feed value, and water-use efficiency of sorghum cultivars. *Plants*, 12 (11): 2154.
- Ghalkhani, A., F. Paknejad, A. Mahrokh, M.R. Ardakani & F. Golzardi, 2022. Transplanting and seed hydropriming affects yield, water use efficiency, and grain quality of maize cultivars under delayed planting. *Journal of Agricultural Sciences*, 28 (4): 740-750.
- Ghorbanli, M. S. Hashemi Moghaddam & A. Fallah, 2006. Study of interaction effects of irrigation and nitrogen on some morphological and physiological characteristic of rice plant (*Oryza sativa* L.). *Journal of Agricultural Science*, 12 (2): 415-428.
- Gong, W., Proud, C., Fukai, S. & Mitchell, J. 2023. Low canopy temperature and high stomatal conductance contribute to high grain yield of contrasting japonica rice under aerobic conditions. *Frontiers in Plant Science*, 14: 1176156.
- Habib, G., M. Khan, S. Javaid & M. Saleem, 2016. Assessment of feed supply and demand for livestock in pakistan. *Journal of Agricultural Science and Technology A*, 6 (3): 191-202.
- Heydarzadeh, S., C. Arena, E. Vitale, A. Rahimi, M. Mirzapour, J. Nasar, O. Kisaka, S. Sow, S. Ranjan, & H. Gitari, 2023. Impact of different fertilizer sources under supplemental irrigation and rainfed conditions on eco-physiological responses and yield characteristics of dragon's head (*Lallemantia iberica*). *Plants*, 12 (8): 1693.
- Heydarzadeh, S., J. Jalilian, A. Pirzad, R. Jamei & E. Petrusa, 2022. Fodder value and physiological aspects of rainfed smooth vetch affected by biofertilizers and supplementary irrigation in an agri-silviculture system. *Agroforestry Systems*, 96: 221-232.
- Hirayama, H., Y. Wada & H. Neato, 2006. Estimation of drought tolerance based on leaf temperature in upland rice breeding. *Breeding Science*, 56: 47-54.
- Jahansouz, M. R., R.K. Afshar, H. Heidari & M. Hashemi, 2014. Evaluation of yield and quality of sorghum and millet as alternative forage crops to corn under normal and deficit irrigation regimes. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, 173 (3834): 1-17.

- Jahanzad, E., M. Jorat, H. Moghadam, A. Sadeghpour, M. R. Chaichi & M. Dashtaki, 2013. Response of a new and a commonly grown forage sorghum cultivar to limited irrigation and planting density. *Agricultural Water Management*, 117: 62-69.
- Kavut, Y. T. & H. Soya, 2014. An investigation on the effect of different soil textures on the grain yield and some yield components of some maize (*Zea mays* L.) cultivars under Mediterranean climate conditions. *Journal of Agriculture Faculty of Ege University*, 51 (1): 41-47.
- Kowles, R.V. & R.L Phillips, 1988. Endosperm development in maize. *International Review of Cytology*, 112: 97-136.
- Lawlor, D.W., 2002. Limitation to photosynthesis in water-stressed leaves: stomata vs. metabolism and role of ATP. *Annals of Botany*, 89: 871-885.
- Lepekhev, S.B., 2022. Canopy temperature depression for drought- and heat stress tolerance in wheat breeding. *Vavilovskii Zhurnal Genet Seleksii*, 26 (2): 196-201.
- Lhomme, J. P., 2001. Stomatal control of transpiration: Examination of the Jarvis-type representation of canopy resistance in relation to humidity. *Water Resources Research*, 37 (3): 689-699.
- Martinez, J.P., H. Silva, J.F. Ledent & M. Pinto, 2007. Effect of drought stress on the osmotic adjustment, cell wall elasticity and cell volume of six cultivars of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *European Journal of Agronomy*, 26: 30-38.
- Mumtaz, A., D. Hussain, M. Saeed, M. Arshad & M. Yousaf, 2018. Estimation of genetic diversity in sorghum genotypes of pakistan. *Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka*, 46 (3): 271-280.
- Nicolia, B.M., K. Beullens, E. Bobelyn, A. Peris, W. Saeys, K. I. Theron & J. Lammertyn, 2007. Nondestructive measurement of fruit and vegetable quality by means of NIR spectroscopy: a review. *Postharvest Biology and Technology*, 46: 99-118.
- Pourali, S., F. Aghayari, M.R. Ardakani, F. Paknejad & F. Golzardi, 2023. Benefits from intercropped forage sorghum–red clover under drought stress conditions. *Gesunde Pflanzen*, 75 (5): 1769-1780.
- Qi, H., G. Lu, Z. Li, C. Xu, F. Tian, C. He, G. Ma, W. Ma & H. Ma, 2022. Cladosporium species causing leaf spot on silage maize based on multi-locus phylogeny in china. *Journal of Phytopathology*, 171 (2-3): 82-91.
- Sallah, P.Y.K., K.O. Antwi & M. B. Ewool, 2002. Potential of elite maize composites for drought tolerance in stress and non-drought stress environments. *African Crop Science Journal*, 10: 1-9.
- Seydoşoğlu, S. & V. Saruhan, 2017. Effect of sowing time and variety on silage quality of maize. *Journal of Agriculture Faculty of Ege University*, 54 (3): 361-366.
- Shao, Y.H., Y. He & J.Y. Bao, 2009. Near-infrared spectroscopy for classification of organs and prediction of the sugar content. *International Journal Food Properties*, 12: 644-658.
- Tavazoh, M., D. Habibi, F. Golzardi, M. N. Ilkaee, & F. Paknejad, 2024. Effect of drought stress on morpho-physiological characteristics, nutritive value, and water-use efficiency of sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] varieties under various irrigation systems. *Brazilian Journal of Biology*, 84: e286121.
- Wu, F. & G. Munkvold, 2008. Mycotoxins in ethanol co-products: modeling economic impacts on the livestock industry and management strategies. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56 (11): 3900-3911.
- Yu, M.H., G.D. Ding, G.L. Gao, Y.Y. Zhao, L. Yan & K. Sai, 2015. Using plant temperature to evaluate the response of stomatal conductance to soil moisture deficit. *Forests*, 6 (10): 3748-3762.



Research Article (Araştırma Makalesi)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2025, 62 (2):163-172

<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1404998>

Nagehan NUR ALTAN ^{1*}

Muazzez CÖMERT ACAR ¹

¹ Ege University, Faculty of Agriculture,
Department of Animal Science, 35100,
Bornova, İzmir, Türkiye

* Corresponding author (Sorumlu yazar):

nagehannur.altan@meb.k12.tr

The *in vitro* energy and enteric methane values of three microalgae species for ruminants

Ruminantlar için üç mikroalg türünün *in vitro* enerji ve enterik metan değerleri*

* This article is summarized from the first author's M.Sc. Thesis. This study was financially supported by Ege University Scientific Research Projects Coordination (BAP, Project No; FYL-2021-22676).

Received (Alınış): 14.12.2024

Accepted (Kabul Tarihi): 28.12.2024

ABSTRACT

Objective: The aim of the study was to determine the *in vitro* energy and enteric methane values of the three microalgae (*Spirulina platensis* (SPTS), *Chlorella vulgaris* (CVGS) and *Schizochytrium* spp. (SSPP) species by *in vitro* Gas Production Technique.

Materials and Method: The gas production (GP) of the microalgae were found based on 3, 6, 9, 12, 24, 48 and 72 hours incubation period. The IVOMD (*In Vitro* Organic Matter Digestibility), ME (Metabolic Energy) and NEL (Net Energy Lactation) values were calculated by using 24-hours gas production and some crude nutrient contents. The CH₄VFA (Methane volatile fatty acids) were found from volatile fatty acids (VFA) profiles of 48-hours of incubation residues.

Results: For each microalgae, the differences between the IVOMD and NEL values were significant (P<0.05). The differences between IVOMD and NEL values were similar in SPTS and CVGS which were significantly higher than SSPP (31.10 DM% , 1010 kcal/kg) (P<0.05). The Σ VFA and CH₄ VFA were found to be highest in CVGS and similar to each other in SPTS and SSPP. Although the CH₄VFA values of SPTS and SPSS were similar to each other, the CH₄VFA value of SSPP (0.70 mol/mol VFA) was found to be the lowest.

Conclusion: If it is produced economically, it may be recommended that CVGS can be used as an alternative feed source in ruminant nutrition due to high energy, crude protein and Σ VFA concentrations, while SPTS and SSPP can be used as feed additives due to their low Σ VFA and CH₄VFA concentrations.

ÖZ

Amaç: Bu çalışmanın amacı, üç mikroalg türünün (*Spirulina platensis* (SPTS), *Chlorella vulgaris* (CVGS) ve *Schizochytrium* spp. (SSPP)) *in vitro* enerji ve enterik metan değerlerinin *in vitro* Gaz Üretim Tekniği ile belirlenmesidir.

Materyal ve Yöntem: Mikroalglerin 3, 6, 9, 12, 24, 48 ve 72 saatlik gaz üretimleri (GÜ), IVOMD (*In Vitro* Organik Madde Sindirilebilirliği), ME (Metabolik Enerji), NEL (Net Enerji Laktasyon) değerleri; 24 saatlik gaz üretimi ve bazı ham besin içerikleri kullanılarak hesaplanmıştır. Ayrıca, CH₄VFA (Metan uçucu yağ asitleri), uçucu yağ asitleri (UYA) profilleri de 48 saatlik artıktaki bulunmuştur.

Araştırma Bulguları: Her bir mikroalg için IVOMD ve NEL değerleri arasındaki farklar önemlidir (P<0.05). IVOMD ve NEL değerleri arasındaki farklar, SPTS ve CVGS'de birbirine benzer ve SSPP'den (%31.10, KM, 1010 kcal/kg) yüksek bulunmuştur (P<0.05). C₂, Σ UYA ve CH₄ VFA CVGS'de en yüksek, SPTS ve SSPP'de ise birbirine benzer bulunmuştur. SPTS ve SPSS'in CH₄VFA değerleri birbirine benzer olmasına rağmen, SSPP'nin CH₄VFA değeri (0.70 mol/mol VFA) en düşük bulunmuştur.

Sonuç: Sonuç olarak, ruminant beslemede yüksek enerji, ham protein ve Σ UYA içeriği nedeniyle ekonomik olarak üretilirse CVGS'nin alternatif yem kaynağı olarak kullanılabileceği, SPTS ve SSPP'nin ise Σ UYA ve CH₄VFA konsantrasyonunun düşük olması nedeniyle yem katkı maddesi olarak kullanılabileceği söylenebilir.

Anahtar sözcükler: *In vitro*, metan, mikroalg, protein, yem değeri

Keywords: *In vitro*, methane, microalgae, protein, feed value

INTRODUCTION

In parallel with today's rapidly increasing world population, the increasing need for food leads to studies on animal and plant protein sources. Proteins of animal origin, which are of vital importance for human health, differ from proteins of plant origin in terms of nutrients such as amino acids, vitamins and volatile fatty acids. Ruminant animals, provide a better conversion rate of high-cellulose materials to products of animal origin than many other herbivores, and have a highly developed and specialized digestive system (Van Soest, 1994). The microbial activity and symbiotic life in the pre-stomach of ruminant animals eliminate their dependence on B group vitamins and amino acids, which are obligatory to be supplied from outside in other domestic animals (McDonald et al., 2011). In the production of these animals, the yield and quality of the obtained product varies depending on the level of feeding and the balanced nutrition of the animal. Before using alternative feed sources, it is necessary to know the amount of crude nutrients and energy values they contain, and the advantages and disadvantages they have should be taken into account (SOLID, 2016). In this sense, it is important to know the enteric methane production of feeds for sustainable animal nutrition (Scott & Gooch, 2017).

Considering the production of protein source feed in Türkiye, it is seen that a significant part of the demand is met from Brazil, Ukraine and USA (2.89 in million tons of soybean imports: Season 2022/2023) (Özcan, 2023). In addition to raising concerns about food safety in protein source products, this situation also causes significant problems in the sector due to feed supply problems in extraordinary situations. For this reason, the use of alternative protein feeds in animal nutrition is gaining importance. The main factor for sustainable animal nutrition is to increase the feed production possibilities as much as possible on the farm. For this purpose, there is a need for alternative feed that can replace them, especially soybean and rapeseed meal, as well as roughage grown on the farm and grains as energy sources. When this problem is addressed, besides leguminous seeds, especially microalgae is alternative protein for ruminants (Parisi et al., 2020). Because the processes that take place during the production stages of microalgae do not have harmful effects on the environment and protect natural resources (Sousa et al., 2008; Christaki et al., 2011). Microalgae, emerges as an ideal feed in terms of nutritional value especially, proteins, carbohydrates, and lipids to minerals, vitamins, and antioxidants, which confirm their effectiveness as feed constituents for animal production (Ahmed et al., 2023; Jack et al., 2023). The term "microalgae" summarizes a diverse group of plant-like, photosynthetic, unicellular or simple multicellular organisms that does not belong to a single monophyletic group, it includes eukaryotes as well as prokaryotes (Wild, 2019). It refers to aquatic organisms (freshwater and seawater) that emerged on Earth about 3.5 billion years ago and are considered the first life form (Margulis, 1981). It has many advantages over terrestrial plants; They have higher productivity than conventional forages (for example, they produce 21 times the amount of protein per unit area compared to soybean grain and 49 times more than grain corn and can be grown in harsh climatic conditions in areas where other crops cannot be grown, such as desert and coastal areas.

Microalgae can be added to ruminant diets as an energy source to replace maize or concentrates, as a protein source to replace part of the soybean or rapeseed meal, or to improve the antioxidant content of the diet. It is recommended that microalgae be used primarily in ruminant diets (Wild, 2019). Ruminants appear to be a promising target for this new feed ingredient as they can utilize the non-protein nitrogen found in microalgae and digest the cell wall content of algal organisms (Esmail, 2019). Therefore, microalgae have been used in recent years to enrich ruminant diets to enhance meat and dairy products with valuable omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acids (n-3 LCPUFA) and docosahexaenoic acid (DHA) (Madeira et al., 2017; Altomonte et al., 2018). However, studies on the effects of microalgae on feed digestibility and nutritional value in ruminants are very scarce in the literature. In addition, there is a need for studies on the effects of algae use according to animal species and yield direction.

In vitro techniques are generally based on measuring of products or fermentation residues. The most commonly used *in vitro* techniques are; Two-Stage Digestion Technique and Gas Production Technique.

Gas Production Technique, Menke et al. (1979) who found a high degree of correlation between *in vitro* gas measurement and *in vivo* digestibility has been accepted as a method that can be used routinely in the evaluation of feeds. The study was aimed to determine the *in vitro* energy and enteric methane values of the three microalgae (*Spirulina platensis* (SPTS), *Chlorella vulgaris* (CVGS) and *Schizochytrium* spp. (SSPP) species by *in vitro* Gas Production Technique (Hohenheim Feed Test).

MATERIALS and METHOD

Material

The research material for this study was the three different species of microalgae: *Spirulina platensis*, *Chlorella vulgaris* (with fragile cell walls) and *Schizochytrium* spp. The samples (at least 1 kg) were taken from the producers and/or commercial enterprises in Türkiye.

Method

Chemical compositions of microalgae

The dry matter (DM), crude ash (CA), ether extract (EE), crude fiber (CF) and nitrogen free extract (NFE) values of the microalgae were measured by AOAC (1995), approved methods.

According to this analysis method, the amount of DM; 3-5 g of feed sample is weighed into a tared dry matter container and dried in an oven set at 105°C overnight and the amount of CA; is found by weighing 2-3 g samples into tared porcelain crucibles and burning them overnight in an oven set at 550°C. In order to determine the CP amount, 0.5 - 0.7 g samples were weighed into Kjeldahl tubes, and the analysis was carried out in three stages: wet decomposition, distillation and titration. The CP amounts were calculated by using the consumption value obtained as a result of wet burning and the conversion of nitrogen to ammonium sulphate form then to ammonia form by treating the feed samples with strong acid and titration of this ammonia with a certain normality acid. Velp brand crude oil device was used to determine the amount of EE. For this, firstly, 5-6 g samples were weighed on the cartridges and the cartridges were placed on the magnetic parts of the device. Glass balloons filled with 70 ml of hexane were placed under these mortars and the device was started. Fibre-bag system was used to determine the amount of raw cellulose. For this, Gerhardt Manual Cellulose Detection Device, FBS6 was used. The NFE (% DM) values of microalgae were calculated by the following (AOAC,1995).

$$\text{NFE (\%)} = (\text{DM\%} - (\text{EE\%} + \text{CP\%} + \text{CA\%} + \text{CF\%}))$$

Determination of gas production amounts of microalgae by *in vitro* technique

The basis of the method was made according to the Hohenheim Feed Test (Menke & Steingass, 1988).

Rumen fluid samples used in the experiment were obtained daily from a slaughterhouse. The rumen fluid taken from the ram immediately after slaughter was brought to the laboratory, where the experiment will be carried out, as soon as possible (approximately 30 min) with a 1 litter thermos preheated at 38-40°C. In the feeding of rams from which rumen fluid was taken, animals with ad-libitum roughage consumption and concentrate feed consumption of approximately 1-1.5% of their live weight were preferred. Three replications and five cycles were performed for each microalgal species (n=3). In the rumen fluid samples brought from the slaughterhouse, the pH values for each cycle were determined as 6.67, 6.63, 6.03, 6.12 and 6.80, respectively.

The gas production (GP) values of the microalgae were recorded during the incubation periods (3, 6, 9, 12, 24, 48 and 72 hours) and incubation was terminated at the end of 72 hours. Then, the net gas production, *in vitro* organic matter digestibility (IVOMD), metabolic energy (ME), and net energy lactation (NEL) were calculated for each sample. The amounts of nutrients (CP, CF and CA) and the 24 hours gas production were used to calculate to ME and NEL values of microalgae (Menke & Steingass, 1988).

$$\text{IVOMD (\%)} = 14,88 + 0,8893 \times \text{GP} + 0,0448 \times \text{CP} + 0,0651 \times \text{CA} \quad (R^2 = 0.92, \text{Sy.x} = 4.17),$$

$$\text{ME (MJ/kg DM)} = 1,06 + 0,1570 \times \text{GP} + 0,0084 \times \text{CP} + 0,0020 \times \text{EE} - 0,0081 \times \text{CA}, \quad (R^2 = 0.94, \text{Sy.x} = 2.92),$$

$$\text{NEL (MJ/kg DM)} = -0,36 + 0,1149 \times \text{GP} + 0,0054 \times \text{CP} + 0,0139 \times \text{EE} - 0,0054 \times \text{CA}, \quad (R^2 = 0.93, \text{Sy.x} = 3.59).$$

Volatile fatty acids (acetate, propionate and butyrate), and *in vitro* CH₄VFA fermentation efficiency were determined in 48-hours residual artificial saliva samples by using the following equation CH₄VFA: (0.5 × acetate – 0.25 × propionate + 0.5 × butyrate). In HPLC, the volatile fatty acids are 2 samples for each cycle; 5-7 ml of artificial saliva samples, which was passed through 4-5 layers of cheesecloth into 15 ml centrifuge tubes, was centrifuged at 6000 rpm for 10 min. 5 ml of residual artificial saliva samples was taken from the centrifuged rumen fluid, 1 ml of a 25% metaphosphoric acid solution was added to it and the tubes were left for 30 min. At the end of the period, after the tubes were centrifuged again at 3000 rpm, the supernatant was separated, taken into Eppendorf tubes and stored at -20°C until analyzed in Instrument Conditions Agilent 1260 Infinity HPLC system was used (Erwin et al.1961). The procedure for the machine used is given below: Instrument: Agilent 1260 Infinity HPLC system DAD, Detector: DAD, Wavelength: 210 nm, Flow Rate: 0.8 mL/min, Column temp: 45°C, Column: Agilent Hi-Plex H, 8 µm, 300*7.7 mm Organic Acid column Mobile Phase: 10 mM H₂SO₄ solution (100%).

Statistical analysis

IBM SPSS v25 was used to analyze in the statistical evaluation of the research data, and Duncan's multiple comparison test was used to determine the difference between the groups. Differences between treatments were considered significant at P<0.05 (SPSS, 2017).

RESULTS and DISCUSSION

The crude nutrient compositions of the microalgae species were shown in Table 1. When the crude nutrient compositions of the microalgae were evaluated statistically; the differences between the means were significant for each parameter (P<0.05). The DM content of CVGS and SSPP were significantly higher than that of SPTS. The CA and CP contents are significantly different from each other in each microalgae species listed as SPTS, CVGS and SSPP, from highest to lowest (P<0.05). EE contents in SPTS and CVGS are similar but significantly lower than SSPP (P<0.05). CF contents in SPTS and SSPP are similar but significantly lower than CVGS (P<0.05). The NFE contents SSPP was found to be significantly higher than CVGS and SPTS, ranked from largest to smallest as SSPP, CVGS and SPTS (P<0.05).

Table 1. Crude Nutritional composition of the microalgae species (DM on %)

Çizelge 1. Mikroalg türlerinin ham besin madde kompozisyonu (KM'de %)

Microalgae's	DM	CA	CP	EE	CF	NFE
SPTS	91.87±0.45 ^b	8.23±0.23 ^a	61.69±2.46 ^a	4.84 ±0.93 ^b	2.92± 0.35 ^b	14.19 ±1.00 ^c
CVGS	93.95±0.47 ^a	5.58±0.44 ^b	41.03±4.88 ^b	2.24±0.39 ^b	4.87± 0.41 ^a	40.23±3.44 ^b
SSPP	95.16±0.28 ^a	2.68±0.07 ^c	15.40±1.05 ^c	21.02±2.97 ^a	2.60± 0.15 ^b	53.46±1.99 ^a
P value	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

DM: Dry Matter, CA: Crude Ash, EE: Ether extract, CF: Crude Fiber, NFE: Nitrogen Free Extract, SPTS: *Spirulina platensis*, CVGS: *Chlorella vulgaris*, SSPP: *Schizochytrium* spp. Sem: Standard error of mean. The different letters (a, b, c) in the same column are statistically different (P<0.05).

Chlorella vulgaris is a more studied microalgae species that can be used in ruminant nutrition due to its higher CF content than the others (Wild et al., 2018). When our results were compared with the studies, it was seen that CA (between 6.5 and 16.5%), CP (between 60.3 and 74.3%) and CF (between 0.8 and 11.6) for SPTS were close, while the content of EE (between 0.5 and 1.8) was higher than our results (Madeira et al., 2017; Wild et al., 2018; Lamminen, 2021). When it comes to the results of CVGS, it was found on the studies that CA (between 2.7 and 11.1%), CP (between 9.2 and 71.1), CF (between

0.6 and 14.4) were close to our study, and EE content (between 12.1 and 59.1) was lower than our results for CVGS (Anele et al., 2016; Kholif et al., 2017; Madeira et al., 2017; Wild, 2019; Meehan et al., 2021). It has been observed on the studies that SSPP has CA (8.2%), CP (3.0-12.1%), EE (36.2% and 71.1%) and CF (0.6%) contents, respectively (Madeira et al., 2017; Kiani et al., 2020). When our study was compared with the studies performed, it was seen that CA and EE contents were low (2.68% vs. 8.2%, 21.02% vs. 36.2% - 71.1%, respectively), CP content was close and CF content was high for SSPP. As a matter of fact, it has been observed that the crude nutrient compositions of microalgae species have differences both between species and within the same species. It is reported that these differences are due to different production systems, growing conditions and harvesting/processing of microalgae species (Meehan et al., 2021).

The *in vitro* average gas production amounts of the microalgae species according to the incubation periods of 3, 6, 9, 12, 24, 48 and 72 hours were given in Figure 1; Table 2.

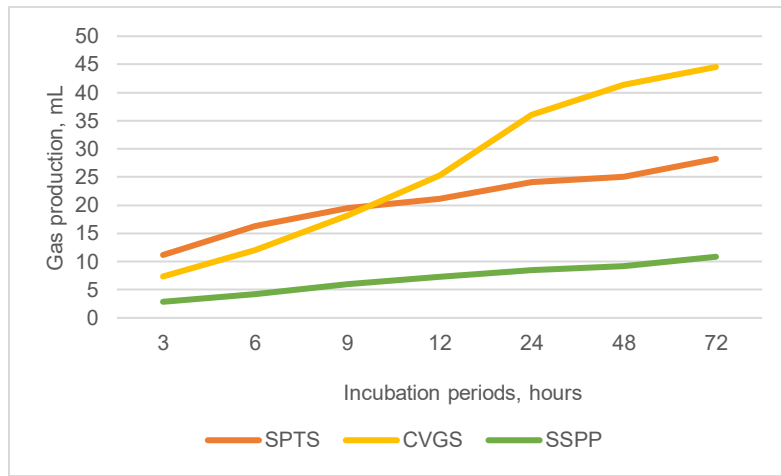


Figure 1. The average gas production amounts of the microalgae species (mL/200 mg DM).

Şekil 1. Mikroalg türlerinin ortalama gaz üretim miktarları (mL/200 mg KM).

Table 2. *In vitro* total gas production (mL/200mg DM), *in vitro* organic matter digestibility (IVOMD; %), metabolizable energy (ME; kcal/kg DM), net energy lactation (NEL; kcal/kg DM) values of microalgae species

Çizelge 2. Mikroalg türlerinin *in vitro* toplam gaz üretimi (mL/200mg KM), *in vitro* organik madde sindirilebilirliği (IVOMD; %), metabolize edilebilir enerji (ME; kcal/kg KM), net enerji laktasyon (NEL; kcal/kg KM) değerleri

Parameters	Microalgae's			
Incubation periods	SPTS	CVGS	SSPP	p value
3	11.17±0.61 ^a	7.35±0.47 ^{ab}	2.86±0.38 ^b	0.014
6	16.28±0.55 ^a	12.08±0.86 ^a	4.27±0.41 ^b	0.007
9	19.48±0.52 ^a	18.18±1.27 ^a	5.99±0.50 ^b	0.020
12	21.13±0.64 ^a	25.29±1.63 ^a	7.28±0.57 ^b	0.020
24	24.10±0.79 ^{ab}	36.10±2.18 ^a	8.52±0.68 ^b	0.017
48	25.04±0.83 ^{ab}	41.43±2.23 ^a	9.23±0.69 ^b	0.009
72	28.23±0.69 ^b	44.54±2.19 ^a	10.85±1.19 ^b	0.006
IVOMD	68.64±1.27 ^a	73.71±6.85 ^a	31.10±2.49 ^b	0.001
ME	2464±8	2442±197	1935±146	0.065
NEL	1406±6 ^a	1437±149 ^a	1010±85 ^b	0.040

SPTS: *Spirulina platensis*, CVGS: *Chlorella vulgaris*, SSPP: *Schizochytrium* spp., The IVOMD, ME and NEL, were evaluated after the *in vitro* incubation period of 24 hours. Sem: Standard error of mean. The different letters (a, b, c) in the same column are statistically different ($P<0.05$).

When the gas production amounts of the microalgae were evaluated statistically, the differences between the average gas production from 3 to 72 hours for each microalgae species were significant ($P<0.05$). SPTS was highest and similar to CVGS and; CVGS and SSPP were similar to each other at the 3 hours incubation period. SPTS and CVGS were similar and significantly higher than SSPP at 6, 9 and 12 hours incubation periods ($P<0.05$). In the 24 and 48 hours incubation periods, CVGS was found to be highest and similar to SPTS, while SPTS and SSPP were similar to each other. In the 72 hours incubation period, it was the highest in SPTS, while CVGS and SSPP were similar to each other ($P<0.05$). The average IVOMD (%), ME (kcal/kg) and NEL (kcal/kg) values calculated by using 24 hours GP amounts of microalgae species.

When the IVOMD, ME and NEL values of the microalgae were evaluated statistically; the differences between the IVOMD and NEL values for each microalgae species were significant ($P<0.05$), while ME values insignificant ($P>0.05$). The differences between mean IVOMD and NEL values were similar in SPTS and CVGS and significantly higher than SSPP ($P<0.05$).

In recent years, there has been an increasing interest in the use of microalgae in sustainable ruminant nutrition (Ahmed et al., 2023, Jack et al., 2023). When the studies were evaluated, GP amount of SPTS and CVGS were very limited, and no references were found for GP of SSPP. When our study compared that Wild (2019), the GP of the 24-hours incubation were more similar to our study in SPTS (24.10 ml vs 22-28 ml 200 mg⁻¹ DM), however, it was found to be lower than in our study for CVGS (36.10 ml vs 9-24 ml 200 mg⁻¹ DM) respectively. Gooma et al., (2018), found that the 24 hours GP (23.0 vs 36.10 ml/200 mg⁻¹ DM) of *Nannochloropsis oculata*, which is from the same family as CVGS, was lower than our study. Sucu (2020), found that the average 3 and 48 hours GP for the CVGS were close to our study. This may be due to the fact that these differences between the GP amounts are due to the different crude nutrient compositions of the microalgae.

It was observed that the IVOMD values calculated in our study were close to the studies conducted on both SPTS and CVGS (Wild, 2019). However, it can be said that the IVOMD of CVGS, which was found to be 73.71% in our study, is slightly higher and that the IVOMD of CVGS (is between 36 and 65%) due to greater crude nutrient composition. Sucu (2020), reported that the ME values of *Chlorella vulgaris* varied between 2151 and 4063 kcal/kg. Evaluating these results, there may be differences in IVOMD and ME values due to the wide variation in crude nutrient composition of microalgae. It can be said that the CP and EE contents play an important role in these differences, especially in the high IVOMD and ME values, and the CF content in the low values. Feed value increases with CP and EE and decreases with CF.

Studies have shown that microalgae can be used as an alternative feed or feed additive in sustainable ruminant diets due to their methane-reducing effects (Beauchemin, et al., 2008; Martin et al., 2010; Grainger & Beauchemin, 2011; Kiani et al., 2020). However, the limiting factors of lipid concentration and the economic value of microalgal species need to be considered when feeding microalgal protein replacements for soybean meal protein or other ingredients (Jack et al., 2023).

Table 3 shows the C₂ (mmol/L), C₃ (mmol/L), C₄ (mmol/L), and Σ VFA (mmol/L) values of microalgae species after 48 hours of *in vitro* GP and total CH₄VFA (mmol/L VFA) values. When the C₂, C₃, C₄, Σ VFA and CH₄VFA values of the microalgae were evaluated statistically; the differences between C₂, C₄, Σ VFA and CH₄VFA were significant ($P<0.05$), while C₃ values were insignificant ($P>0.05$). The C₂, Σ VFA and CH₄VFA were found to be highest in CVGS and similar to each other in SPTS and SSPP. In C₄, SPTS and CVGS were similar and significantly higher than SSPP ($P<0.05$).

Table 3. The parameters of *in vitro* rumen fermentation values of acetate (C₂), propionate (C₃), butyrate (C₄), total VFA concentrations (Σ VFA, mmol/L), and the methane VFA concentrations (CH₄VFA mmol/L) of three microalgae species**Çizelge 3.** Mikroalg türlerinin asetat (C₂), propiyonat (C₃), bütiratın (C₄), toplam VFA konsantrasyonlarının (Σ VFA, mmol/L) molar oranları ve metan konsantrasyonlarının (CH₄VFA mmol/L) *in vitro* rumen fermentasyon değerleri parametreleri

Microalgae's	C ₂	C ₃	C ₄	Σ VFA	CH ₄ VFA
SPTS	1.96±0.13 ^b	0.72±0.04	0.65±0.05 ^a	3.33±1.17 ^b	1.13±0.07 ^b
CVGS	3.67±0.51 ^a	1.32±0.31	0.73±0.09 ^a	5.72±0.79 ^a	1.86±0.30 ^a
SSPP	1.35±0.17 ^b	0.65±0.05	0.37±0.01 ^b	2.37±0.20 ^b	0.70±0.09 ^b
P value	0.005	0.077	0.014	0.007	0.006

SPTS: *Spirulina platensis*, CVGS: *Chlorella vulgaris*, SSPP: *Schizochytrium* spp., CH₄VFA: (0.5 × acetate – 0.25 × propionate + 0.5 × butyrate). Sem: Standard error of mean. The different letters (a, b, c) in the same column are statistically different (P<0.05).

In our study, Σ VFA profiles were determined from 48 hours of GP and the CH₄VFA value was calculated according to the Wolin (1960), equation. Anele et al., (2016), showed that; the amounts of C₂, C₃, C₄ and CH₄VFA for CVGS were 0.510 mmol/L, 0.132 mmol/L, 0.206 mmol/L and 3.99 mL/g DM respectively. However, in our study, it was found that C₂ (3.67 mmol/L) had the highest in CVGS, because of it is higher CF content than the other two microalgae. In the study of Marrez et al., (2017), *Nannochloropsis limnetica* the amounts of C₂, C₃ and Σ VFA were consistent with our study's; it is clear that the amount of C₄ was similar. As a matter of fact, in our study, it was observed that the amount of CH₄VFA increased as a function of the high IVOMD. Considering this result, a high CF value can be characterized by an increased methane production. Fermentation in the rumen, influences the production of CH₄. Therefore, mathematical models are used to predict CH₄ production in ruminant diets. It has been reported that CH₄VFA, which is used in current *in vitro* studies and defines the stoichiometric relationship between rumen fermentation and CH₄ production, shows a better fit than single VFA or other VFA ratios (Ramin & Huhtanen, 2012). Accordingly, studies have reported a high correlation (R² = 0.97) between CH₄ released in the *in vitro* gas production system and methane (CH₄VFA) calculated from VFA (Ramin and Huhtanen, 2012). Therefore, in our study, the amount of VFA was determined after 48 hours of incubation and the production of CH₄ was estimated. Anele et al., (2016), showed that the amount of CH₄VFA was similar to our study. According to Sucu (2020), the results of the CH₄VFA values were in agreement with our study. However, this study, conducted by Marrez et al., (2017), showed us that the amounts of CH₄VFA (*Nannochloropsis limnetica*- Σ VFA 70.9 mmol, C₂ 40.3 mmol, C₃ 11.7 mmol, C₄ 11.7 mmol) were lower than our study. Microalgae are evaluated as potential inhibitors of enteric methane emissions. As a matter of fact, SSPP is known to reduce enteric methanogenesis (80%) due to its high EE and PUFA composition (Meehan et al., 2021). In addition, CVGS has the highest CH₄ production due to it is high CF content.

CONCLUSIONS

In conclusion, three species of microalgae can be ranked from highest to lowest as *Spirulina platensis*, *Chlorella vulgaris* and *Schizochytrium* spp. for protein values. When it comes to the fiber, 24-hours gas production, energy and enteric methane values it can be ranked from highest to lowest as; *Chlorella vulgaris*, *Spirulina platensis* and *Schizochytrium* spp. When it's economically available, *Chlorella vulgaris* can be used as an alternative feed source in ruminant nutrition due to high energy, protein and volatile fatty acid composition. ON the other hand, *Spirulina platensis* and *Schizochytrium* spp. can be used as feed additives due to their low enteric methane values. More research needs to be done at the biotechnological level to produce economically with corporation through *in vivo* experiments to evaluate the feed values and effects on the ruminants for alone or mixed of microalgae's.

ACKNOWLEDGMENTS

Thanks for Marin Biyoteknoloji Ürünleri ve Gıda San. Tic. Ltd. Şti. which helped supply some microalgae as research material.

Data availability

Data will be made available upon reasonable request.

Author contributions

Conception and design of the study: NNA, MCA; sample collection: NNA; analysis and interpretation of data: NNA; statistical analysis: NNA, MCA; visualization: NNA, MCA; writing manuscript: NNA, MCA.

Competing interests

There is no conflict of interest between the authors in this study.

Ethical statement

We declare that there is no need for an ethics committee for this research.

Financial support

This study was financially supported by Ege University Scientific Research Projects Coordination (BAP, Project No; FYL-2021-22676). The authors thank the financial support.

Article description

This article was edited by Section Editor Prof. Dr. Zümrüt AÇIKGÖZ.

REFERENCES

- Ahmed, E., K. Suzuki & T. Nishida, 2023. Micro-and macro-algae combination as a novel alternative ruminant feed with methane-mitigation potential. *Animals*, 13 (5): 796-810.
- Altomonte, I., F. Salari, R. Licitra & M. Martini, 2018. Use of microalgae in ruminant nutrition and implications on milk quality-a review. *Livestock Science*, 214: 25-35.
- Anele, U.Y., W.Z. Yang, P.J. McGinn, S.M. Tibbetts & T.A. McAllister, 2016. Ruminal in vitro gas production, dry matter digestibility, methane abatement potential, and fatty acid biohydrogenation of six species of microalgae. *Canadian Journal of Animal Science*, 96 (3): 354-363. <https://doi.org/10.1139/cjas-2015-0141>.
- AOAC, 1995. Animal Feed: Sample Preparation (950.02) Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, 15th Edition, Washington DC, USA, 771 pp.
- Beauchemin, K.A., M. Kreuzer & F. O'Mara & T. A. McAllister, 2008. Nutritional management for enteric methane abatement: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 48 (1-2): 21-27. <https://doi.org/10.1071/ea07199>.
- Christaki, E., P. Florou-Paneri & E. Bonos, 2011. Microalgae: a novel ingredient in nutrition. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 62 (8): 794-799. <https://doi.org/10.3109/09637486.2011.582460>.
- Erwin, E.S., G.J. Marco & E.M. Emery, 1961. Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid by gas chromatography. *Journal of Dairy Science*, 44: 1768-1771.
- Esmail, S.H., 2019. Dietary manipulation for less methane output. (Web page: <https://www.dairyglobal.net/Nutrition/Articles/2019/6/Dietarymanipulation-for-less-methane-output-442022E/>) (Date accessed: August, 2020)
- Gooma, A., S.A.E. Kholif, A.M. Kholif, R. Salama, H.A. El-Alamy & O.A. Olafadehan, 2018. Sunflower oil and *Nannochloropsis oculata* microalgae as sources of unsaturated fatty acids for mitigation of methane production

- and enhancing diets' nutritive value. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66 (8): 1751-1759. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b04704>.
- Grainger, C. & K. Beauchemin, 2011. Can enteric methane emissions from ruminants be lowered without lowering their production? *Animal Feed Science Technology* 166: 308-320. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.021>.
- Jack, A., M. Adegbeyeye, D. Ekanem, T. Faniyi, A.N. Fajemisin, M.M.M.Y. Elghandour, A.Z.M. Salem, R.R. Rivas-Caceres, K. Adewumi & O. Edoh, 2023. "Microalgae Application in Feed for Ruminants, 397-409". In *Handbook of Food and Feed from Microalgae* (Eds. E. Jacob-Lopes, M. I. Queiroz, M. Manzoni Maroneze & L.Q. Zepka), Academic Press, 648 pp.
- Kholif, A.E., M.M.Y. Elghandour, A.Z.M. Salem, A. Barabosa, O. Márquez & N.E. Odongo, 2017. The effects of three total mixed rations with different concentrate to maize silage ratios and different levels of microalgae *Chlorella vulgaris* on *in vitro* total gas, methane and carbon dioxide production. *The Journal of Agricultural Science*, 155 (3): 494-507. [10.1017/S0021859616000812](https://doi.org/10.1017/S0021859616000812).
- Kiani, A., C. Wolf, K. Giller, L. Eggerschwiler, M. Kreuzer & A. Schwarm, 2020. *In vitro* ruminal fermentation and methane inhibitory effect of three species of microalgae. *Canadian Journal of Animal Science*, 100 (3): 485-493. <https://doi.org/10.1139/cjas-2019-0187>.
- Lamminen, M., 2021. Nutritional Value of Microalgae for Ruminants and Implications from Microalgae Production. *CABI Reviews*, 16: 054 (1-28). <https://doi.org/10.1079/PAVSNNR202116054>.
- Margulis, L., 1981. "Symbiosis in Cell Evolution". 2nd Ed., W. H. Freeman, New York, 452 pp.
- Madeira, M.S., C. Cardoso, P.A. Lopes, D. Coelho, C. Afonso, N.M. Bandarra & J.A. Prates, 2017. Microalgae as feed ingredients for livestock production and meat quality: A review. *Livestock Science*, 205: 111-121. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2017.09.020>.
- Marrez, D.A., A. Cieślak, R. Gawad, H.M. Ebeid, M. Chrenková, M. Gao, Y. R. Yanza, M. El-Sherbiny & M. Szumacher-Strabel, 2017. Effect of freshwater microalgae *Nannochloropsis limnetica* on the rumen fermentation *in vitro*. *Journal Animal Feed Science*, 26 (4): 359-364. <https://doi.org/10.22358/jafs/81275/2017>.
- Martin, C., D.P. Morgavi & M. Doreau, 2010. Methane mitigation in ruminants: from microbe to the farm scale. *Animal*, 4 (3): 351-365. <https://doi.org/10.1017/S1751731109990620>
- McDonald, P., R.A. Edwards, J. Greenhalgh & F.D. Morgan, 2011. *Animal Nutrition* 7th edition. Pearson Education Limited Edinburgh Gate, Harlow, Essex CM20 2JE, England, 714 pp. ISBN: 978-1-4082-0423-8
- Meehan, D.J., A.R. Cabrita, J.L. Silva, A.J. Fonseca & M.R. Maia, 2021. Effects of *Chlorella vulgaris*, *Nannochloropsis oceanica* and *Tetraselmis* sp. supplementation levels on *in vitro* rumen fermentation. *Algal Research*, 56: 102284. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2021.102284>.
- Menke, K.H., L. Raab, A. Salewski, H. Steingass, D. Fritz & W. Schneider, 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feeding stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. *Journal of Agricultural Sciences Cambridge Core*, 93 (1): 217-222. <https://doi.org/10.1017/S0021859600086305>.
- Menke, K.H. & H. Steingass, 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Animal Research and Development*, 28: 7-55.
- Özcan, M., 2023. Product report: SOYBEAN. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, TEPGE. (Web page: <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20%C3%9Cr%C3%BCn%20Raporlar%C4%B1/2023%20%C3%9Cr%C3%BCn%20Raporlar%C4%B1/Soya%20%C3%9Cr%C3%BCn%20Raporu%20TEPGE-389.pdf.27p>) (Date Accessed: June 2024)
- Parisi, G., F. Tulli, R. Fortina, R. Marino, P. Bani, A.D. Zotte, A. Angelis, G. Piccolo, L. Pinotti, A. Schiavone, G. Terova, A. Prandini, L. Gasco, A. Roncarati & P.P. Danieli, 2020. Protein hunger of the feed sector: the alternatives offered by the plant world. *Italian Journal of Animal Science*, 19 (1): 1204-1225. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2020.1827993>.
- Ramin, M. & P. Huhtanen, 2012. Development of an *in vitro* method for determination of methane production kinetics using a fully automated *in vitro* gas system: A modeling approach. *Animal Feed Science and Technology*, 174 (3-4): 190-200. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2012.03.008>.
- Scott, N.R. & C. Gooch, 2017. "Towards' Sustainability of Dairy Farming: An Overview: Part 2, 1-16". In: *Sustainability. Achieving Sustainable Production of Milk, Volume 2: Safety, Quality and Sustainability* (Eds. N. van Belzen) Burleigh Dodds Science Publishing, 1518 Walnut Street, Suite 900, Philadelphia, PA 19102-3406, USA, 432 pp.

- SOLID, 2016. "Feeding home-grown protein and novel feeds to dairy cows. Technical Note". Produced by The Organic Research Centre, UK. (Web page: <https://www.organicresearchcentre.com/our-research/research-project-library/sustainable-organic-and-low-input-dairying/>) (Date accessed: June 2021).
- Sousa, I., L. Gouveia, A.P. Batista, A. Raymundo & N.M. Bandarra, 2008. "Microalgae in Novel Food Products, 75-112". In: Food Chemistry Research Developments (Eds. K.N. Papadopoulos). Nova Science Publishers, Inc., Hauppauge NY, USA. 297 pp.
- SPSS, IBM Corp. Released 2017. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Sucu, E., 2020. Effects of microalgae species on in vitro rumen fermentation pattern and methane production. *Annals of Animal Science*, 20 (1): 207-218. <https://doi.org/10.2478/aoas-2019-0061>.
- Van Soest, P.J., 1994. "Nutritional Ecology of the Ruminant". 2nd Ed., Cornell University Press, Ithaca, 476 pp.
- Wild, K.J., H. Steingäß & M. Rodehutschord, 2018. Variability in nutrient composition and in vitro crude protein digestibility of 16 microalgae products. *Journal of Animal Physiology Animal Nutrition (Berl)*, 102 (5): 1306-1319. <https://doi.org/10.1111/jpn.12953>.
- Wild, K.J., 2019. Investigations on Nutritional Characteristics of Microalgae with Emphasis on Ruminants. University of Hohenheim, Faculty of Agricultural Sciences, (Unpublished) PhD Thesis, 161 pp.
- Wolin. M.J, 1960. A theoretical rumen fermentation balance. *Journal of Dairy Science*, 43 (10): 1452-1459. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(60\)90348-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(60)90348-9).

Research Article (Araştırma Makalesi)

Mohamed Ali Ibrahim AL-RAJHI^{1*} 

¹ Department of Mechanization of Livestock and Fish Production, Agricultural Engineering Research Institute (AENRI) Dokki-Giza-Agricultural Research Center (ARC), Ministry of Agricultural, Egypt

* Corresponding author (Sorumlu yazar):

moh.elrajhi@yahoo.com

Keywords: Machine, pelletizing, poultry litter, recycling

Anahtar sözcükler: Makine, peletleme, kümes hayvanları altlığı, geri dönüşüm

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2025, 62 (2):173-188

<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1415544>

Machine performance in pelletizing poultry litter

Kümes hayvanı altlığı peletleme işleminde makine performansı

Received (Alınış): 05.01.2024

Accepted (Kabul Tarihi): 29.12.2024

ABSTRACT

Objective: This research investigates the pelletizing performance of the machine used to process poultry litter. Fresh poultry litter poses challenges due to its high moisture content and volume per unit weight. Handling large volumes at low density over long distances is both difficult and expensive. The objective of this study is to employ a simple machine to transform poultry litter into the desired shape and volume weight, thereby improving storage, transportation, and off-site utilization.

Material and Methods: The research aims to assess the impact of five different moisture content levels (11%, 17%, 26%, 34%, and 47% d.b.), four die diameters (4 mm, 6 mm, 8 mm, and 10 mm), and three auger speeds (1.2 m/s, 1.8 m/s, and 2.4 m s⁻¹) on pelletizing efficiency (%), broken pellets (%), and pelletizing capacity (kg h⁻¹).

Results: The results indicate that optimal pelletizing efficiency (%) and minimum broken pellet percentage (%) were achieved at a moisture content of 26%, an auger speed of 2.4 m s⁻¹, and a die diameter of 4 mm. Maximum pelletizing capacity (kg h⁻¹) was attained with a moisture content of 47%, screw auger speed of 2.4 m s⁻¹, and a die diameter of 10 mm.

Conclusion: Therefore, it is recommended to operate the simple machine at an auger speed of 2.4 m s⁻¹ for optimum results.

ÖZ

Amaç: Bu araştırma, kümes hayvanı gübrelerini işlemek için kullanılan makinelerin peletleme performansını araştırmaktadır. Taze kümes hayvanı altlığı, yüksek nem içeriği ve birim ağırlık başına hacmi nedeniyle zorluklara neden olur. Büyük hacimlerin düşük yoğunlukta uzun mesafelerde taşınması hem zor hem de pahalıdır. Bu çalışmanın amacı, kümes hayvanı altlığını istenen şekil ve Hacim ağırlığı kazandırmak için dönüştürmek için basit bir makine kullanarak, depolama, taşıma ve saha dışı kullanımı iyileştirmektir.

Materyal ve Yöntem: Ayrıca araştırmada, beş farklı nem seviyesi (%11, %17, %26, %34 ve %47 d.b.), peletleme diskinin dört farklı delik çapı (4 mm, 6 mm, 8 mm ve 10 mm) ve üç farklı helezon (vida) (1,2 m s⁻¹, 1,8 m s⁻¹ ve 2,4 m s⁻¹) hızının peletleme verimliliği (%), kırık peletler (%) ve peletleme kapasitesine (kg h⁻¹) etkisi incelenmiştir.

Araştırma Bulguları: Sonuçlar, %26'lık bir nem içeriğinde, helezon vidası hızı ve peletleme diskinin 10 mm delik çapında bir peletleme diski delik çapı çapında optimum peletleme verimliliğine (%) ve minimum kırık pelet oranı (%) ulaşıldığını göstermektedir. Maksimum peletleme kapasitesine (kg h⁻¹) %47 nem içeriği, 2,4 ms⁻¹ vida hızı ve 10 mm peletleme diski delik çapı çapıyla ulaşılmıştır.

Sonuç: Bu nedenle, optimum sonuçlar için peletleme makinası 2,4 ms⁻¹ vida hızında çalıştırılması önerilir.

INTRODUCTION

Poultry (*Gallus gallus domesticus*) represents the fastest-growing agricultural sub-sector in developing countries (Mottel & Tempio, 2017). In Egypt, poultry production is poised to rise in tandem with increasing domestic consumption. Poultry litter, comprising manure, feathers, spilled feed, and bedding material, poses a significant solid waste challenge, with broiler chickens generating an average of 43 kg of fresh litter per 1000 kg of live weight each day (Alkis & Celen, 2009). Addressing this issue is crucial for effective waste recycling.

Poultry litter emerges as an excellent resource for organic fertilizer production (Kyakuwaire et al., 2019), contributing to enhanced soil physical-chemical conditions (Lima et al., 2021). Its applications extend to supporting the fattening of ruminants (Adli et al., 2017) and exploring energy recovery options (Lee et al., 2017). Not only does it improve soil fertility and aeration, but it also enhances soil water-holding capacity (Li et al., 2021), with ruminants capable of metabolizing it into essential amino acids for growth and maintenance (Adli et al., 2017).

Moreover, research by Yangin-Gomec et al. (2020) and Zhao et al. (2021) has delved into energy recovery options for poultry litter, providing insights into various technologies such as pyrolysis, biochar production, combustion, gasification, anaerobic digestion, and others.

Poultry house litter is periodically removed and stored in covered facilities or outdoors until it is transported and applied to the field, typically done in winter or during the dry season before tillage. However, storage often poses challenges, leading to litter being dumped as waste. Improper storage or field application of fresh poultry litter can result in contamination issues, including nitrogen emissions to the atmosphere, chemical and microbiological contamination of water bodies, carrier insects, and odor nuisance (Janczak et al., 2017; Ranadheera et al., 2017; Kabelitz et al., 2021), along with additional concerns such as transportation costs and handling (Gilbert et al., 2009).

The inefficient use of poultry litter has caused many to view it as a problematic waste (Suppadit et al., 2008). Pelletizing emerges as a promising approach to alleviate these issues. The manufacturing process of poultry litter enhances the physical-mechanical properties of the feedstock material, facilitating easier handling, transportation, and storage (Gilvari et al., 2019).

Several researchers (Yang et al., 2016; Gong et al., 2019; Pampuro et al., 2020) have explored the impact of compression force during material forming. Their findings indicate that pressure significantly affects the material's qualities by increasing particle density. The physical characteristics of pellets formed from poultry litter are mainly influenced by their moisture content (Brunerova et al., 2020).

Studies by Behnke (2001) reported that the pelleting process destroys pathogenic organisms, and Kaddour (2003) developed a local pellet-producing machine. Optimal results were achieved with a pelletizing capacity of 362.77 kg h⁻¹ and a pelletizing efficiency of 96.092%, using a screw speed of 1.81 m s⁻¹, effective hole diameter of 25.5 mm, and 22 holes. Morad et al. (2007) investigated the performance of a pelleting machine, revealing high efficiency (73.15 %) and productivity (422 kg h⁻¹) at a screw speed of 2.11 m s⁻¹. The utilization of poultry litter represents a crucial step in related waste management.

The aim of this study arises from the need to explore efficient methods for utilizing poultry litter to mitigate environmental pollution and nuisances, such as odor and insect proliferation. Despite the availability of machinery for compressing poultry litter, there remains a lack of research focusing on the utilization of such machinery for pellet production. Therefore, this paper aims to investigate the performance of a well-known machine used for pellet production from poultry litter collected and compressed. By evaluating pelletizing efficiency, assessing broken pellets, and measuring machine productivity, the study aims to contribute to the optimization of machine operating parameters for this purpose. Specifically, it seeks to identify the optimal combination of operating parameters that not only maximize pelletizing efficiency and machine productivity but also minimize the percentage of broken

pellets. Through this research, we aim to offer practical solutions for sustainable waste management while enhancing the economic viability of utilizing poultry litter for pellet production.

MATERIALS and METHODS

Sample preparation

Samples of fresh poultry litter were acquired from a private poultry house with a capacity of 2000 broiler chickens (Ross). The broiler house is situated at 31° 10' 13" N, 31° 47' 56" E in Meet-Salseel city, El-Dakahlia Governorate, Egypt. An open house with a concrete floor and a stocking density of 10 birds per square meter was utilized for obtaining the poultry litter. At the conclusion of each raising cycle, following the harvesting of the birds, poultry litter is typically accumulated into piles or windrows for mechanized collection using a machine designed by the author. Twenty kilograms per sample were promptly collected, placed in clean bags, and transported to the laboratory. The average chemical composition of fresh poultry litter is presented in Table 1.

Table 1. The average chemical composition of fresh poultry litter

Çizelge 1. Taze kümes hayvanı gübresinin besin içeriği ton başına kilogram olarak

N, kg t ⁻¹	P, kg t ⁻¹	K, kg t ⁻¹
13.1	4.5	3.6

Principles of operation

The primary operational principle of the pelletizing machine involves mechanically forming the output pellet by compacting and pressing it through a die opening, utilizing a die hole with an appropriate diameter. The primary operational principle of the pelletizing machine involves mechanically forming the output pellet by compacting and pressing it through a die opening, utilizing a die hole with an appropriate diameter.

Description of the pelletizing machine

The simple aluminum metal pelletizing machine consist of feeding, pelletizing, power drive, and power transmission units, as depicted in Figures 1 & 2.



Figure 1. The machine used for pelletizing poultry litter.

Şekil 1. Kümes hayvanları altlığının peletlenmesinde kullanılan makine.

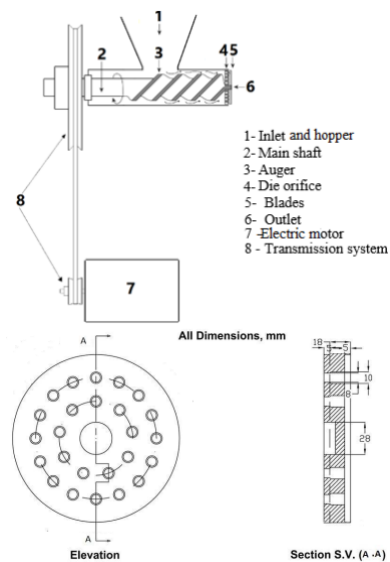


Figure 2. Schematic diagram for the pelletizing machine.

Şekil 2. Peletleme makinesinin şematik diyagramı.

The feeding unit includes a hopper with a volume of 0.16 m³, welded to a cylindrical base, facilitating the efficient disposal of poultry litter above the pelletizing machine. The pelletizing unit features an auger (screw conveyor) with a diameter of 10 cm and a length of 45 cm that transports poultry litter from above to a die orifice for pellet creation at a rate of 29 kg/h. The die disc has a total diameter of 15 cm, with the active area (total area of the holes) comprising 47% of the total disc area. The auger subsequently transports the pellets to a cutter knife equipped with four sharp blades, regulating the length of the pellets. Dies with hole diameters of 4, 6, 8, and 10 mm were employed.

A three-phase electric motor with a power rating of 0.56 kW (0.75 HP), operating at 50 Hz, and with voltage options of 190-380 V at a rotational speed of 1400 rpm, powers the machine. Cast iron pulleys and V-belts are utilized to transfer power directly from the motor to the main drive shaft. Adjusting the pulley diameters on the auger shaft to vary the auger speeds (1.2, 1.8, and 2.4 ms⁻¹) requires raising and lowering the electric motor.

Methods

Samples of poultry litter were weighed and introduced into the hopper throat of the pelletizing machine. Under the influence of gravity, the poultry litter descended or was compacted towards the pelletizing chamber of the machine, consisting of a power screw and compression plate. Subsequently, a small motor rotated the power shaft in one direction, enabling the auger to mix and compress the entrapped material before extruding it through the holes in the die plate. Four-bladed knives, spinning against the die plate, were employed to cut the resulting cylinders of material into small lengths upon exiting the die. The process relied on the axial movement of the material within the screw press.

Uniformly sized, shaped, and dense pellets emerged through the holes in the die due to the continuous rotation of the shaft, propelling the screw auger. This rotation facilitated the movement of the compressed poultry litter mixture, subjected to a compression ratio of 10:1, through the die. The poultry litter material is not inherently homogeneous, as it likely contains varying particle sizes and compositions. Therefore, the auger mixes and blends the material before it is extruded through the die. The continuous auger mixing and compression helps create a more uniform and consistent pellet composition. The rotational speed and pitch of the auger are designed to provide sufficient mixing and residence time within the pelletizing chamber to thoroughly blend the poultry litter before it is forced through the die orifices. This mixing and compression process is a key part of the pelletizing operation to ensure the final pellets have the desired characteristics.

The pelletized poultry litter was then cut into small lengths by four-bladed knives made of high-carbon steel with a Rockwell hardness of 55-60 HRC. These knives, spinning against the die plate at 1200 rpm, were employed to cleanly shear the extruded material as it exited the die. The knife blades have a length of 7.5 cm and a thickness of 5 mm, providing robust and durable cutting edges. This knife assembly ensures the pellets are cut to the desired uniform length upon exiting the pelletizing machine. The pelletized poultry litter was then packaged in polythene and stored.

Experimental design and performance evaluation

The experimental design of the test followed a completely random pattern. Moisture content was determined using the oven-dry method, reaching a constant weight at 105 °C for 48 hours, in accordance with ASAE Standard S269.4 (ASAE standard, 2002). The speed of the rotating shaft was measured using a hand speedometer (HT-5100, Ono Sokki Co., Ltd., Japan) with direct reading. The mass of the samples was determined by an electrical digital balance with an accuracy of 0.01 gram. The time required for the execution process was measured using a common stopwatch with an accuracy of 0.01 seconds.

Tested variables:

Three variables were studied :

1) Moisture content (M)

Samples of fresh poultry litter with an initial moisture content of 47% were collected. These samples were allowed to dry, reaching moisture contents of 34%, 26%, 17%, and 11% (d.b.) after 1, 2, 3, and 4 days, respectively. The moisture contents were labeled as M₁, M₂, M₃, M₄, and M₅.

2) Die diameters (D)

Die diameters of 4, 6, 8, and 10 mm (D₁, D₂, D₃, and D₄, respectively) were investigated.

3) Auger speeds (A)

Auger speeds of 1.2, 1.8, and 2.4 m s⁻¹ (A₁, A₂, and A₃, respectively) were tested.

Measurements

The experiments were conducted and replicated three times. The following criteria were studied to determine the ideal settings for the machine under study.

Moisture content (M.c.), %.

The moisture content was calculated using the following equation:

$$Mc., \% = \frac{Mass_{initial} - Mass_{final}}{Mass_{final}} \rightarrow (1)$$

Pelletizing efficiency (η_p), %.

Pelletizing efficiency, expressed as a percentage (%), was determined for one kilogram of poultry litter using the following relationship:

$$\eta_p = \frac{M_o}{M_T} \times 100 \rightarrow (2)$$

Where:

M_o: Mass of output pelletized poultry litter, in grams,

M_T: Mass of total poultry litter input, in grams.

Broken Pellet percentage (B, %)

The percentage of broken pellets (B) in poultry litter pellets is crucial for quality control and assessing the efficiency of the pelletizing process. The percentage of broken pellets (B) is a measure of the proportion of pellets that have broken during the pelletizing process. This measure helps assess the integrity and durability of the pellets, which is important for their storage, transportation, and eventual use. The percentage of broken pellets was determined according to the following relationship:

$$B = \frac{M_b}{M_o} \times 100 \rightarrow (3)$$

Where:

M_b: Mass of broken poultry litter pellets, in grams. This is the amount of pellets that have fractured or shattered during the pelletizing process.

M_o: Represents the total mass of pellets, including both intact and broken pellets. It provides the overall basis for comparison.

The resulting percentage (B) indicates the extent of pellet breakage. A lower percentage suggests a higher quality product with fewer broken pellets, while a higher percentage indicates more breakage and potentially lower quality pellets.

In this study, the following methods were used to measure the efficiency of pellet production, evaluate broken pellets, and measure machine productivity:

Measurement Time (s):

- The product output was measured for 60 seconds during the pelletizing process.
- This duration was deemed sufficient to reliably assess the pellet production rate.

Determination and Collection of Broken Pellets:

- Sieving Method: The produced pellets were sieved using standard sieve sizes (e.g., 2 mm) to separate the broken pellets.
- Manual Collection by Researchers: Additionally, the researchers visually inspected and manually collected the broken pellets.

This metric is essential for manufacturers to optimize their pelletizing process, identify any issues causing excessive pellet breakage, and ensure consistency in pellet quality.

Pelletizing Productivity (PP), kg h⁻¹

Machine productivity was calculated as follows:

$$P = \frac{M_o}{t}, \quad kg \cdot h^{-1} \rightarrow (4)$$

Where:

M_o: Mass of output pelletized poultry litter, in kilograms,

t: Time of test duration, in hours.

Statistical analysis

The experiments were replicated three times, with each test conducted independently to ensure the reliability and consistency of the results. This replication strategy provides readers with a clear understanding of the experimental design and methodology used in this study.

We employed one-way Analysis of Variance (ANOVA) to assess the effects of the studied factors [moisture content (M), die diameters (D), and auger speeds (A)] on the response variables: Pelletizing efficiency (η_P), Broken Pellet percentage (B) and pelletizing productivity (P). The Costat Program (Oida, 1997) was used for all statistical analyses. Statistical significance was established based on a probability level of $p < 0.05$.

For each factor, we compared the means of the response variables across different levels using ANOVA. When significant differences were detected, we conducted post-hoc tests (Tukey's HSD) to determine which specific groups differed from each other.

Prior to analysis, we verified the assumptions of ANOVA, including normality of residuals and homogeneity of variances, to ensure the appropriateness of the statistical method for our data set. This comprehensive approach allowed us to identify statistically significant differences between the levels of each factor for the measured variables.

RESULTS and DISCUSSION

Overall, the initial outcome noted was the effective completion of the densification process, which successfully generated the pellet samples subsequently examined. The pelletized poultry litter, with a moisture content of 26% and auger speeds of 2.4 m s⁻¹ using die diameters of 4, 6, 8, and 10 mm, is illustrated in Figure 3.

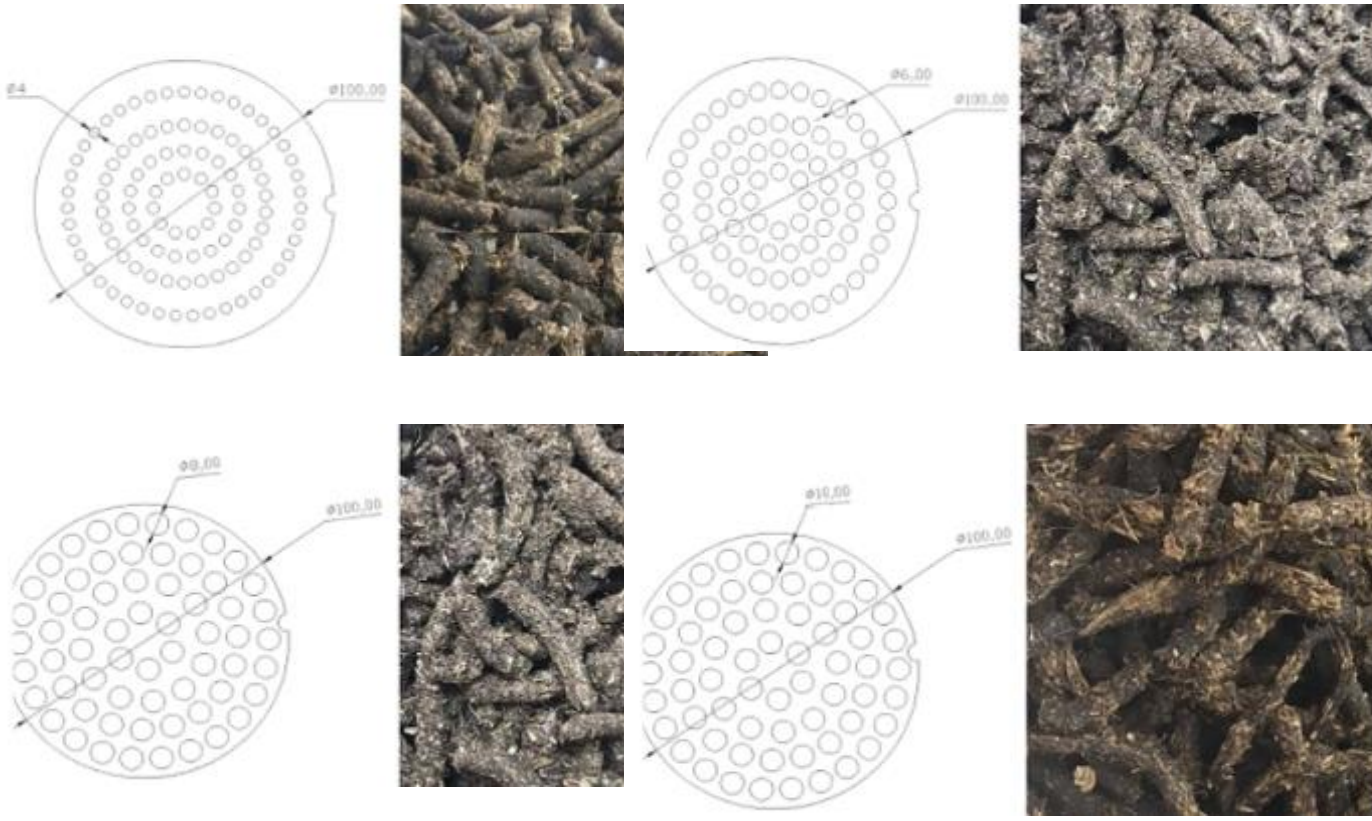


Figure 3. The organic manure pellets generated from chicken litter.

Şekil 3. Etçi piliç altlığından üretilen organik gübre peletleri.

Factors affecting pelletizing efficiency, %

Figures 4-6 depict the relationships between moisture content, die diameters, and auger speed on pelletizing efficiency. The observations reveal that increasing the moisture content up to 26% enhances pelletizing efficiency, peaking at this moisture level. However, beyond 26%, pelletizing efficiency begins to decline as the consistency of poultry litter becomes less conducive for pellet formation. Conversely, the increase in die diameter negatively impacts pelletizing efficiency due to reduced compressibility. Auger speed, on the other hand, exhibits a positive correlation with pelletizing efficiency. This can be attributed to the enhanced capacity facilitated by higher auger speeds, maximizing the inlet material per unit area at the optimum moisture content (26%).

The highest recorded mean values for pelletizing efficiency were 86.5%, 83.8%, and 81.05%. These top efficiency values were associated with a poultry litter moisture content of 26%, a die diameter of 4 mm, and an auger speed of 2.4 m s^{-1} , respectively. In contrast, the lowest recorded mean values for pelletizing efficiency were 69.25%, 67.07%, and 74.9%. These lower efficiency values corresponded to a poultry litter moisture content of 11%, a die diameter of 10 mm, and an auger speed of 1.2 m s^{-1} , respectively.

The variations in pelletizing efficiency, as indicated by the mean best and mean minimum values, can be attributed to several factors. One significant factor is the moisture content of the poultry litter. When the moisture content is higher (26%), as observed in the cases with higher pelletizing efficiency, the litter material tends to bind together more effectively during the pelleting process. This results in better pellet formation and a higher overall efficiency.

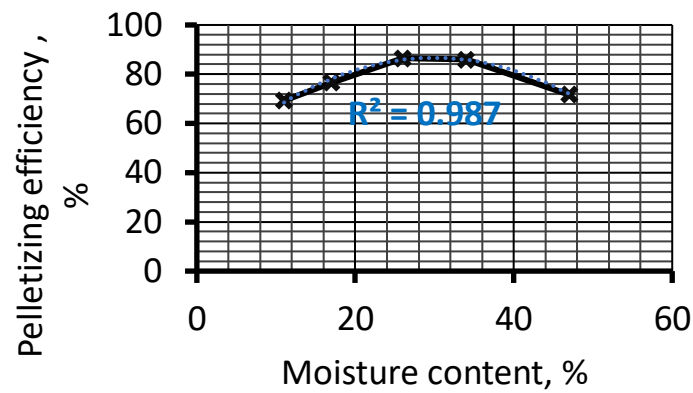


Figure 4. Effect of moisture content on pelletizing efficiency, %.

Şekil 4. Nem içeriğinin peletleme verimliliğine etkisi, %.

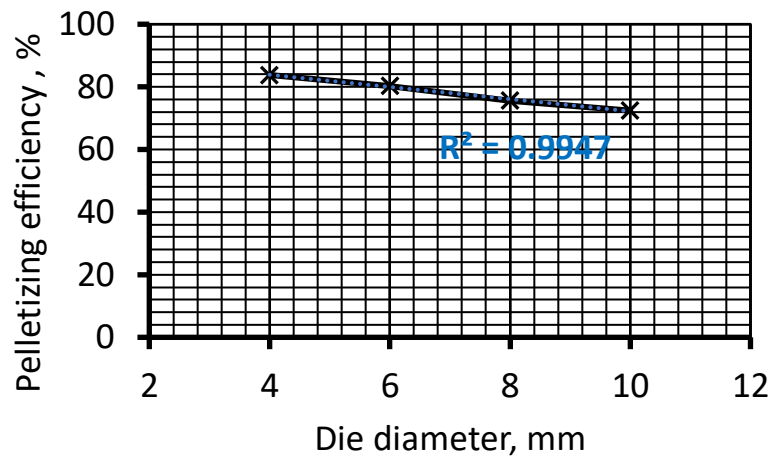


Figure 5. Effect of die diameter on pelletizing efficiency, %.

Şekil 5. Kalıp çapının peletleme verimliliğine etkisi, %.

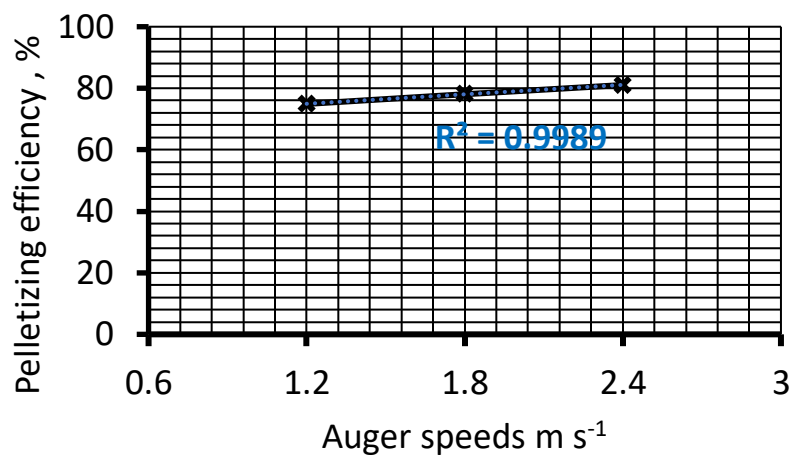


Figure 6. Effect of auger speed on pelletizing efficiency, %.

Şekil 6. Vida hızının peletleme verimliliğine etkisi, %.

Conversely, when the moisture content is lower (11%), as seen in instances of lower pelletizing efficiency, the litter material may not bind together as well during pelletization. This can lead to difficulties in forming pellets, resulting in lower efficiency.

Additionally, the die diameter and auger speed also play crucial roles in pelletizing efficiency. A smaller die diameter (4 mm) and higher auger speed (2.4 m s^{-1}) seem to facilitate better pellet formation and, therefore, higher efficiency. On the other hand, a larger die diameter (10 mm) and lower auger speed (1.2 m s^{-1}) contribute to lower pelletizing efficiency, likely due to reduced compaction and binding of the litter material.

The obtained regression equations were:

$$\Pi_P (\%) = 75.49 + 0.0941 M$$

$$\Pi_P (\%) = 91.66 - 1.9470 D$$

$$\Pi_P (\%) = 68.46 + 5.2800 A$$

$$\Pi_P (\%) = 79.89 + 0.0941 M - 1.947 D + 5.12 A,$$

where M is the moisture content, D is the die diameter, and A is the auger speed.

The observed trends in pelletizing efficiency can be rationalized based on the interactions between moisture content, die diameter, and auger speed. The increase in moisture content initially promotes better pellet formation, likely due to improved binding properties. However, excessive moisture leads to a decline in pelletizing efficiency, possibly due to difficulties in material handling and reduced compressibility.

The negative impact of larger die diameters on pelletizing efficiency aligns with the expected reduction in compressibility, making it challenging to form cohesive pellets. This finding emphasizes the importance of selecting an optimal die diameter to balance the pelletizing process's efficiency.

The positive correlation between auger speed and pelletizing efficiency suggests that higher speeds enhance material throughput, particularly when coupled with the ideal moisture content. The optimal combination of factors-moisture content, die diameter, and auger speed-is critical for achieving maximum pelletizing efficiency.

The power regression equations further quantify the relationships between the tested factors and pelletizing efficiency. These equations provide a mathematical framework for predicting pelletizing efficiency based on the moisture content, die diameter, and auger speed. The derived equations offer valuable insights for optimizing the pelletizing process and highlight the significance of balancing these factors to achieve desired efficiency levels.

Factors affecting broken pellets (B), %

Figures 7-9 illustrate the influence of moisture content, die diameters, and auger speed on the percentage of broken pellets. Observations indicate that increasing moisture content initially reduces the mean percentage of broken pellets by up to 26%. However, beyond this point, excess moisture leads to increased percentages of broken pellets due to rapid moisture loss and the formation of cracks in the pellets (Suppadit and Panomsri, 2010). The impact of die diameter is evident as an increase in diameter results in higher mean percentages of broken pellets, attributed to reduced compacting and pressing through the die opening. Conversely, higher auger speeds are associated with decreased mean percentages of broken pellets, indicating improved pellet compaction.

The best values for the mean percentage of broken pellets were recorded at 6.79%, 7.24%, and 7.82%. These optimal values correspond to a poultry litter moisture content of 26%, a die diameter of 4 mm, and an auger speed of 2.4 m s^{-1} , respectively.

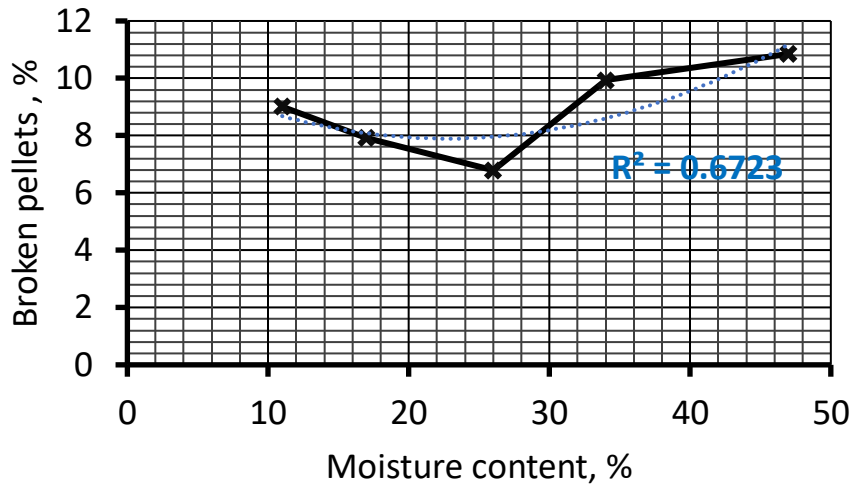


Figure 7. Effect of moisture content on broken pellets, %.

Şekil 7. Nem içeriğinin kırılmış peletler üzerindeki etkisi, %.

The obtained regression equations were:

$$B (\%) = 7.0090 + 0.070 M$$

$$B (\%) = 5.2130 + 0.527 D$$

$$B (\%) = 12.193 - 1.829 A$$

$$B (\%) = 6.615 + 0.0700 M + 0.5267 D - 1.829 A$$

The observed trends in broken pellets shed light on the critical factors influencing pellet integrity in the pelletization process. The decrease in the mean percentage of broken pellets with increasing moisture content up to 26% aligns with expectations, as moisture acts as a binding agent, enhancing pellet cohesion. However, the subsequent increase in broken pellets beyond this moisture threshold suggests the presence of challenges associated with excess moisture, such as rapid drying and pellet cracking.

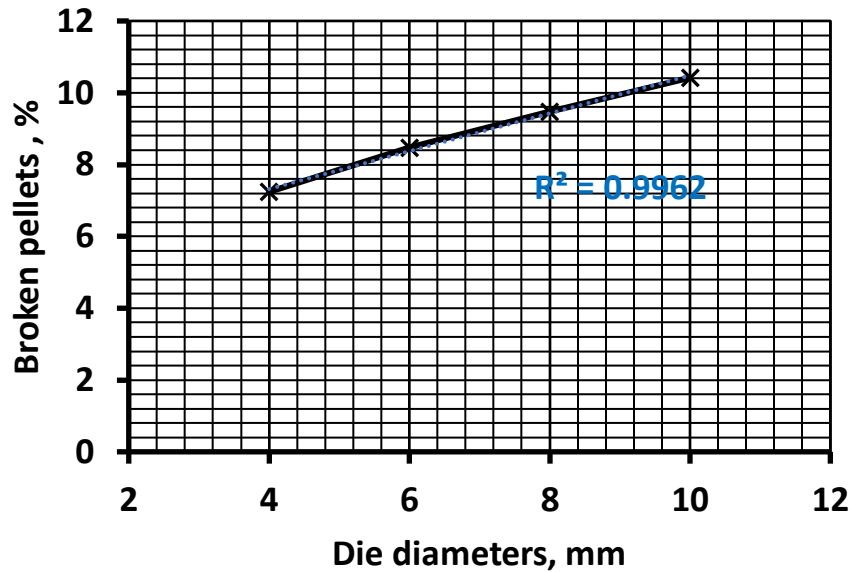


Figure 8. Effect of die diameter on broken pellets, %.

Şekil 8. Disk delik çapının kırılan peletler üzerindeki etkisi, %.

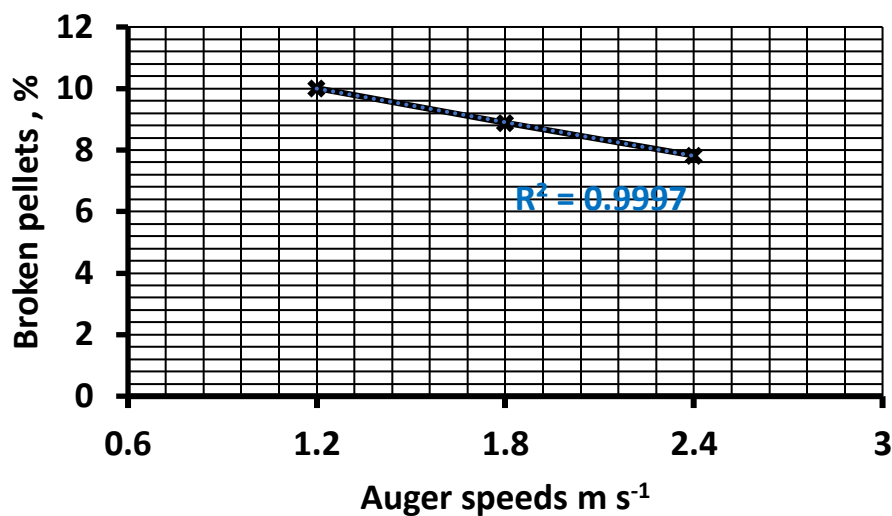


Figure 9. Effect of auger speed on broken pellets, %.

Şekil 9. Vida hızının kırılan peletler üzerindeki etkisi, %

The impact of die diameter on broken pellets underscores the role of compacting and pressing forces in pellet formation. Larger die diameters result in less effective compacting, leading to higher percentages of broken pellets. This emphasizes the need for a balanced die diameter selection to optimize pelletization and minimize pellet breakage.

The influence of auger speed on broken pellets underscores the importance of pellet compaction in the pelletization process (Spotts et al., 2004). Higher auger speeds contribute to improved compaction, leading to a decrease in the mean percentage of broken pellets. This finding emphasizes the importance of auger speed in achieving desired pellet quality.

The regression equations offer quantitative insights into the relationships between the tested factors and the percentage of broken pellets. These equations provide a mathematical framework for predicting the impact of moisture content, die diameter, and auger speed on broken pellets. The derived equations contribute valuable information for optimizing the pelletization process and minimizing pellet breakage.

Factors affecting pelletizing productivity (P), kg h^{-1}

Direct relationships were identified between the tested factors and the measured pelletizing productivity (%) as depicted in Figures 10-12. The most substantial mean values of pelletizing productivity were recorded at 29.91 kg h^{-1} , 24.38 kg h^{-1} , and 25.9 kg h^{-1} for a moisture content of 47%, a die diameter of 10 mm, and an auger speed of 2.4 m s^{-1} . Conversely, the mean minimum values of pelletizing productivity were 15.97 kg h^{-1} , 21.42 kg h^{-1} , and 23.97 kg h^{-1} , respectively. These values were directly associated with a poultry litter moisture content of 11%, a die diameter of 4 mm, and an auger speed of 1.2 m s^{-1} .

This finding aligns with Rasyid et al. (2018), indicating that increased speed results in higher pelletizing productivity.

Increasing moisture content, die diameter, and auger speed positively impacted pelletizing productivity by maximizing the inlet and outlet of loose material through the augmentation of auger speed and die diameter, respectively.

The obtained regression equations were:

$$P \text{ (kg h}^{-1}\text{)} = 16.475 + 0.3138 M$$

$$P \text{ (kg h}^{-1}\text{)} = 21.430 + 0.5020 D$$

$$P \text{ (kg h}^{-1}\text{)} = 22.050 + 1.6100 A$$

$$P \text{ (kg h}^{-1}\text{)} = 10.063 + 0.3138 M + 0.5023 D + 1.608 A$$

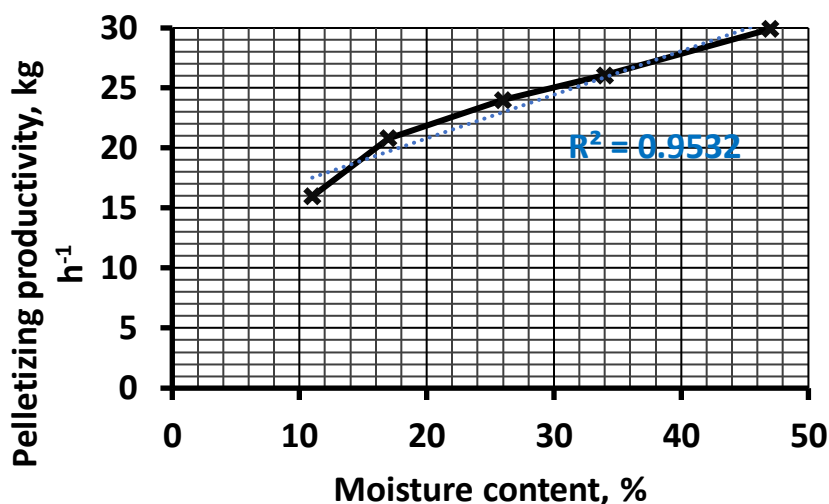


Figure 10. Effect of moisture content on pelletizing productivity, kg h⁻¹.

Şekil 10. Nem içeriğinin peletleme verimliliği üzerindeki etkisi, kg h⁻¹.

The examination of pelletizing productivity elucidates the interplay between moisture content, die diameter, and auger speed in influencing the efficiency of the pelletization process. The direct relationships observed in Figures 10-12 underscore the importance of these factors in determining the overall productivity of the machine.

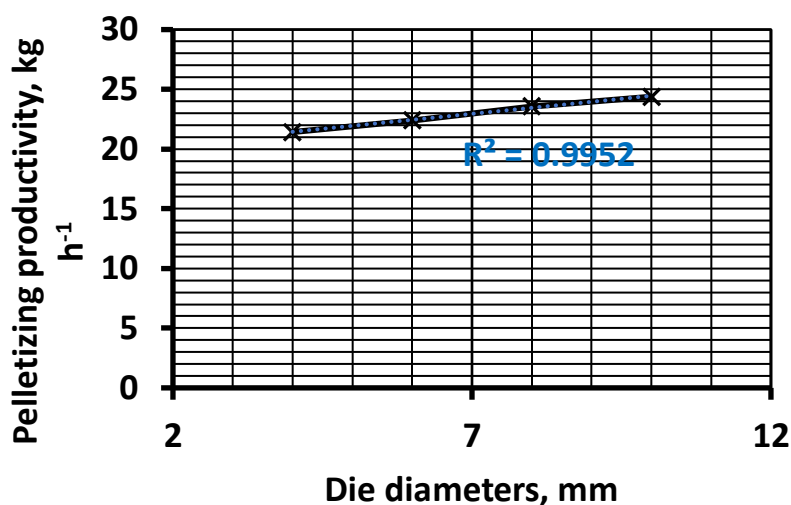


Figure 11. Effect of die diameter on pelletizing productivity, kg h⁻¹.

Şekil 11. Kalıp çapının peletleme verimliliğine etkisi, kg h⁻¹.

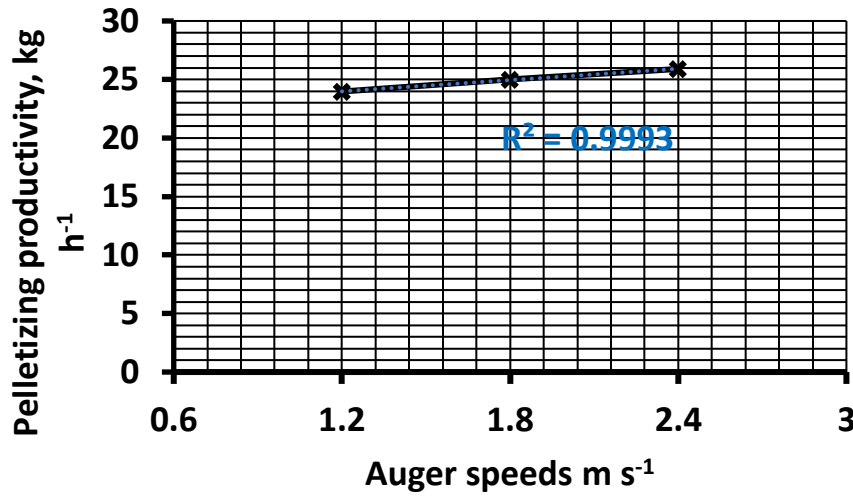


Figure 12. Effect of auger speed on pelletizing productivity, kg h^{-1} .

Şekil 12. Helezon hızının peletleme verimliliği üzerindeki etkisi, kg h^{-1} .

The highest recorded mean values for pelletizing productivity at a moisture content of 47%, a die diameter of 10 mm, and an auger speed of 2.4 m s^{-1} highlight the optimal conditions for achieving maximum throughput. In contrast, the lowest mean values associated with a poultry litter moisture content of 11%, a die diameter of 4 mm, and an auger speed of 1.2 m s^{-1} indicate conditions where the machine exhibited reduced efficiency.

The positive impact of increasing moisture content, die diameter, and auger speed on productivity can be attributed to their respective roles. Higher moisture content contributes to improved material flow and compaction, while larger die diameters and increased auger speeds enhance the throughput of loose material. The observed trends align with expectations, emphasizing the need to balance these factors for optimal pelletizing productivity.

The regression equations provide quantitative insights into the relationships between the tested factors and pelletizing productivity. These equations serve as valuable tools for predicting the impact of variations in moisture content, die diameter, and auger speed on pelletizing productivity. The derived equations offer a systematic approach to optimizing machine performance and achieving desired productivity levels.

Analysis of variance (ANOVA) and mean comparisons

The ANOVA analysis revealed significant effects of different levels of moisture content, die diameter, and auger speed on all studied parameters ($p < 0.001$).

The outcomes of the ANOVA analysis underscore the significance of moisture content, die diameter, and auger speed in influencing the measured parameters. The p-values less than 0.001 indicate a highly significant impact of these factors on pelletizing efficiency (ηP), broken pellets (B), and pelletizing productivity (P).

Increasing moisture content had a notable impact on all parameters. The mean values for pelletizing efficiency (ηP) increased up to a moisture content of 26%, beyond which a decline was observed. Similarly, broken pellets (B) initially decreased and then increased, reaching a minimum at 26%. Pelletizing productivity (P) demonstrated an increasing trend with rising moisture content. The optimal mean values for P were recorded at 29.91 kg h^{-1} for a moisture content of 47%.

Die diameter levels significantly affected all parameters. Larger die diameters were associated with increased broken pellets (B) and reduced pelletizing efficiency (ηP) and productivity (P). The die diameter

of 4 mm exhibited the highest mean values for B and P, while the 10 mm die diameter led to the highest mean value for ηP .

Auger speed exerted significant effects on all parameters. Higher auger speeds were linked to improved pelletizing efficiency (ηP) and productivity (P) and decreased broken pellets (B). The optimal mean values for P and ηP were associated with an auger speed of 2.4 m s^{-1} , while the lowest mean value for B was observed at an auger speed of 1.2 m s^{-1} .

Table 2. Means and standard errors for measurements affected by studied factors

Çizelge 2. Çalışılan faktörlerden etkilenen ölçümlerin ortalamaları ve standart hataları.

Factors	ηP , %	B, %	P, kg h^{-1}
M1	69.25±5.12 ^b	9.01 ± 0.03 ^a	15.97± 0.14 ^a
M2	76.67±6.18 ^a	7.92 ± 0.02 ^b	20.81± 0.98 ^b
M3	86.50±5.59 ^a	6.79 ± 0.03 ^b	24.01±0.78 ^b
M4	79.33±7.61 ^c	9.93 ± 0.03 ^c	26.05± 0.88 ^c
M5	71.75±6.43 ^b	10.85±0.02 ^b	29.91±0.48 ^b
p-value	<0.0001	<0.0001	<0.0001
D1	83.80 ± 7.09 ^b	7.24 ± 0.05 ^b	21.42± 0.75 ^b
D2	80.33 ± 5.54 ^{ab}	8.47 ± 0.04 ^b	22.41± 0.63 ^b
D3	75.60 ± 4.65 ^a	9.47 ± 0.05 ^a	23.58± 0.05 ^a
D4	67.07 ± 5.53 ^a	10.42 ± 0.13 ^a	24.38± 0.13 ^a
p-value	<0.0001	<0.0001	0.0211
A1	74.90 ± 5.57 ^b	10.01 ± 0.07 ^b	23.97 ± 0.46 ^a
A2	78.15 ± 3.79 ^a	8.88 ± 0.09 ^a	24.98 ± 0.69 ^{ab}
A3	81.05 ± 6.76 ^a	7.82 ± 0.06 ^a	25.90 ± 0.56 ^a
p-value	<0.0001	<0.0001	0.0175

Columns with different superscripts (a-c) are significantly different ($p < 0.05$).

CONCLUSION

In conclusion, understanding the intricate interplay between moisture content, die diameter, and auger speed is essential for optimizing pelletizing efficiency. The findings underscore the importance of selecting appropriate parameters to enhance pellet quality and overall machine performance in poultry litter pelletization processes.

Understanding the factors affecting broken pellets and pelletizing productivity is crucial for optimizing the pelletization process. The findings underscore the importance of moisture content, die diameter, and auger speed in influencing pellet integrity, throughput, and overall machine performance. Achieving an optimal balance among these factors is essential to enhance pellet quality, minimize breakage, and maximize efficiency in poultry litter pelletization processes. The mean comparisons further emphasize the significance of selecting appropriate levels for these factors to ensure high-quality pellet outputs and optimal machine performance.

Future research directions in poultry litter pelletization could explore several key areas. Investigating the long-term effects of different pellet compositions on soil health and crop yields could provide valuable insights for agricultural applications. Studies on optimizing the pelletization process for specific end-uses, such as fertilizer or animal feed, may enhance the pellets' efficacy in these applications. Research into innovative binding agents or additives that could improve pellet durability without compromising nutrient content would be beneficial. Additionally, comprehensive life cycle assessments of poultry litter pellets used

as a biofuel could help quantify their environmental impact compared to other energy sources. Exploring potential methods for reducing harmful emissions during the combustion of these pellets also warrants further investigation. Finally, economic feasibility studies across different regions and scales of operation could provide important information for industry adoption and policy-making.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors gratefully acknowledge the financial support of Agricultural Research Center (ARC), Giza, Egypt.

Data Availability

Data will be made available upon reasonable request.

Author Contributions

Conception and design of the study: MAIAR; sample collection: MAIAR; analysis and interpretation of data: MAIAR; statistical analysis: MAIAR; visualization: MAIAR; writing manuscript: MAIAR.

Ethical Statement

I declare that there is no need for an ethics committee for this research.

Financial Support

This study was financially supported by Agricultural Research Center (ARC), Giza, Egypt. The authors thank the financial support.

Article Description

This article was edited by Section Editor Dr. İkbāl AYGÜN.

REFERENCES

- Adli, D.N., Sjöfjan O. & M. Mashudi, 2017. A study: dried of poultry waste urea-molasses block (dpw-umb) as potential for feed supplementation. *Jurnal Agripet*, 17 (2): 144-149. <https://doi.org/10.17969/agripet.v17i2.8391>
- Alkis, E. & M. F. Celen, 2009. Effects of alum treatment of two litter materials on growth performance of broiler chicken. *African Journal of Agricultural Research*, 4: 518-521. <https://doi.org/10.5897/AJAR.9000242>
- ASAE, 2002. S269.4. Cubes, Pellets, and Crumbles-Definitions and Methods for Determining Density, Durability, and Moisture Content. ASAE Press, St. Joseph, MI, 569 pp
- Behnke, K. C., 2001. Factors influencing pellet quality. *Feed Tech*, 5 (4): 19-22.
- Brunerova, A., M. Muller, G. A. K. Gurdil, V. Slegř & M. Brozek, 2020. Analysis of the physical-mechanical properties of a pelleted chicken litter organic fertiliser. *Research in Agricultural Engineering*, 66 (4):131-139. <https://doi.org/10.17221/41/2020-RAE>
- Gilbert, P., C. Ryu, V. Sharifi & J. Swithenbank, 2009. Effect of process parameters on pelletization of herbaceous crops. *Fuel*, 88 (8): 1491-1497. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2009.03.015>
- Gilvari, H., W. de Jong & D. L. Schott, 2019. Quality parameters relevant for densification of bio-materials: Measuring methods and affecting factors-A review. *Biomass and Bioenergy*, 120 (1): 117-134. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2018.11.013>
- Gong, Y., N. Deng, D. Liu, X. Bai & S. Qiu, 2019. Optimization of forming process parameters and water retention performance of straw blocks. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 35 (12): 248-255. <https://doi.org/10.11975/j.issn.1002-6819.2019.12.030>
- Janczak, D., K. Malinska, W. Czekala, R. Caceres, A. Lewicki & J. Dach, 2017. Biochar to reduce ammonia emissions in gaseous and liquid phase during composting of poultry manure with wheat straw. *Waste Management*, 66 (8): 36-45. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.04.033>

- Kabelitz, T., T. Kabelitz, O. Biniasch, C. Ammon, U. Nubel, N. Thiel, D. Janke, S. Swaminathan, R. Funk, S. Münch, U. Rösler & P. Siller, 2021. Particulate matter emissions during field application of poultry manure: The influence of moisture content and treatment. *Science of The Total Environment*, 780 (1): 146652. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146652>
- Kaddour, U.A.K., 2003. "Development of a local pelleting machine to produce fish feed meal cook pellets, 538-556". The 11th Annual Conference of Misr Society of Agriculture Engineering Meeting El Deebea, Kafr El-Sheikh, (15-16 October, Egypt), 590 pp.
- Kyakuwaire, M., G. Olupot, A. Amoding, P. Nkedi-Kizza & T. Ateenyi Basamba, 2019. How safe is chicken litter for land application as an organic fertilizer?: a review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16 (19): 3521. <https://doi.org/10.3390/ijerph16193521>
- Lee, J., D. Choi, Y.S. Ok, S.R. Lee & E. E. Kwon, 2017. Enhancement of energy recovery from chicken manure by pyrolysis in carbon dioxide. *Journal of Cleaner Production*, 164 (10): 146-152. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.217>
- Li, Y., G. Feng, H. Tewolde, F. Zhang, C. Yan & M. Yang, 2021. Soil aggregation and water holding capacity of soil amended with agro-industrial byproducts and poultry litter. *Journal of Soils and Sediments*, 21: 1127-1135. <https://doi.org/10.1007/s11368-020-02837-3>
- Lima, J., M. Goes, C. Hammecker, A. Antonino, E. Medeiros, E. Sampaio, M. Leite, E. de Souza & R. Souza, 2021. Effects of Poultry Manure and Biochar on Acrisol Soil Properties and Yield of Common Bean. A Short-Term Field Experiment. *Agriculture*, 11 (4): 290. <https://doi.org/10.3390/agriculture11040290>
- Morad, M., M.K. Afify, U. Kaddour & V. M. Daood, 2007. Study on some engineering parameters affecting the performance of fish feed pelleting machine. *Misr J.Ag.Eng.*, 24 (2): 259-282.
- Mottet, A. & G. Tempio, 2017. Global poultry production: current state and future outlook and challenges. *World's Poultry Science Journal*, 73 (2): 245-256. <https://doi.org/10.1017/S0043933917000071>
- Muduli, S., A. Champati, H.K. Popalghat, P. Patel & K. Sneha, 2019. Poultry waste management: An approach for sustainable development. *International Journal of Advanced Scientific Research*, 4 (1): 8-14. www.allscientificjournal.com
- Oida, A., 1997. Using Personal Computer for Agricultural Machinery Management. Kyoto University. Japan. JICA Publishing.
- Pampuro, N., G. Bagagiolo & E. Cavallo, 2020. Energy requirements for wood chip compaction and transportation. *Fuel*, 262 (15): 116618. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2019.116618>
- Ranadheera, C.S., R. Mcconchie, K. Phan-Thien & T. Bell, 2017. Strategies for eliminating chicken manure odour in horticultural applications. *World's Poultry Science Journal*, 73 (2): 365-378. <https://doi.org/10.1017/S0043933917000083>
- Rasyid, S., M. Muchtar & T.A. Susanto, 2018. Designing a chicken feed pellets machine using tapered roller wheel model. In AIP Conference Proceedings, AIP Publishing, 1977 (1): 1-5.
- Spotts, M.F., T.E. Shoup, L.E. Hornberger & D.O. Kazmer, 2004. Design of machine elements. Eighth Edition. *Journal of Mechanical Design Des.*, 126: 201. <https://doi.org/10.1115/1.1637657>
- Suppadit, T. & S. Panomsri, 2010. Broiler litter pelleting using Siriwan Model machine. *Journal of Agricultural Technology*, 6: 439-448.
- Suppadit, T., K. Parukatpichai & N. Talakhun, 2008. Dietary quality and safety in the reuse of broiler litter as a feed ingredient trough fermentation and pelleting. *Journal of Applied Animal Research*, 33 (2): 109-112. <https://doi.org/10.1080/09712119.2008.9706909>
- Yang, L., Q. Yuan, Z. Liu, H. Cao & S. Luo, 2016. Experiment on seedling of compressed substrates with cow dung aerobic composting and earthworm cow dung composting. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 32 (24): 226-233. <https://doi.org/10.11975/j.issn.1002-6819.2016.24.030>
- Yangin-Gomec, C., T. Sapmaz & S. Aydin, 2020. Impact of inoculum acclimation on energy recovery and investigation of microbial community changes during anaerobic digestion of the chicken manure. *Environmental Technology*, 41 (1): 49-58. <https://doi.org/10.1080/09593330.2018.1551434>
- Zhao, S., W. Chen, W. Luo, H. Fang, H. Lv, R. Liu & Q. Niu, 2021. Anaerobic co-digestion of chicken manure and cardboard waste: Focusing on methane production, microbial community analysis and energy evaluation. *Bioresource Technology*, 321 (2): 124429. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.124429>



Research Article (Araştırma Makalesi)

Saliha TAŞÇIOĞLU¹

¹ Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Bahçe Bitkileri Bölümü, 79000, Kilis, Türkiye

* Sorumlu yazar (Corresponding author):

slhtascioglu@gmail.com

Keywords: Historical environment, Kilis,
planting design, street, urban protected area

Anahtar sözcükler: Tarihi çevre, Kilis,
bitkisel tasarım, sokak, kentsel sit alanı

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2025, 62 (2):189-199

<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1509915>

Examination of traditional street texture in terms of plant existence: Kilis urban protected area

Geleneksel sokak dokusunun bitki varlığı açısından incelenmesi: Kilis kentsel sit alanı

Received (Alınış): 03.07.2024

Accepted (Kabul Tarihi):28.12.2024

ABSTRACT

Objective: The study examines the identification and use of plant materials in the streets in Kilis urban protected area.

Material and Methods: Within the scope of the study, the traditional street texture in the Kilis urban protected area was examined. In the study, the protected area with an area of 720 decares was divided into four regions. A total of 40 streets were examined and on-site identification and analysis were made, and plant species and usage areas in the historical texture were determined.

Results: At the end of the study, a total of 18 different species were identified, including 9 trees, 4 shrubs and 5 climbers. In terms of usage rates, the most commonly used species were 44.15% (*Vitis vinifera*), 12.98% (*Morus alba*), 9.09% *Parthenocissus quinquefolia* and 6.49% *Campsis radicans*.

Conclusion: In line with the findings obtained, it was emphasized that the historical texture should be handled and protected as a whole by determining the existing plant species.

ÖZ

Amaç: Çalışmada Kilis kentsel sit alanında sokaklarda yer alan bitkisel materyallerin tespiti ve kullanımı incelenmektedir.

Materyal ve Yöntem: Çalışma kapsamında Kilis kentsel sit alanındaki geleneksel sokak dokusu incelenmiştir. 720 dönüm alana sahip kentsel sit alanı dört bölgeye ayrılmıştır. Toplam 40 cadde incelenerek yerinde tespit ve analizler yapılarak tarihi dokudaki bitki türleri ve kullanım alanları belirlenmiştir.

Araştırma Bulguları: Çalışma sonucunda 9'u ağaç, 4'ü çalı, 5'i sarılgı ve tırmanıcı olmak üzere toplam 18 farklı tür tespit edilmiştir. Kullanım oranlarına bakıldığında ise en çok kullanılan türler %44.15 (*Vitis vinifera*), %12.98 (*Morus alba*) %9.09 *Parthenocissus quinquefolia* ve %6.49 *Campsis radicans* olarak belirlenmiştir.

Sonuç: Elde edilen bulgular doğrultusunda mevcut bitki türlerinin tespit edilerek tarihi dokunun bir bütün olarak ele alınması ve korunması gerektiği vurgulanmıştır.

INTRODUCTION

Streets, which form cities the transportation networks and contain much social data, are an important part of urban identity due to their unique textures. It divides the urban space but also connects it and forms the basic skeletal structure of the city (Southworth & Owens, 1993). Urban dwellers interact with plants in various ways in streets, parks, gardens, and commercial areas (Lawrence, 1994; Nagendra & Gopal, 2010). However, increased population density often threatens cities with fewer vegetation and water bodies than rural areas (Gunawardena et al., 2017). Whereas vegetation helps to reduce stormwater runoff, preventing the likelihood of flooding and property damage (McPherson et al., 1997). Therefore, street plants play an integral role in supporting healthy urban communities by providing environmental, social and economic benefits. It contributes to the liveability of cities by providing shade, slowing the flow rate of rainwater, and improving air quality (Mullaney et al., 2015). Street trees can change the urban landscape, affect the ecological functioning of the urban ecosystem, change the economic value of cities and the quality of their spaces (Bolund & Hunhammar, 1999). Undoubtedly, plants have an important role in the design of aesthetic and functional spaces in landscape architecture works. Stone, wood, concrete, iron etc. contrary to the hard, solid, dull and lifeless appearance of the materials that make up the landscape, plants display a lively, soft and warm appearance by creating a more natural and human-like environment (Acar et al., 2010). The intense use of species in narrow spaces in the city adds color and dynamism to the space. To make people feel the seasonal differences in compositions or to create an accent effect thanks to the species that attract attention with their leaf colors different from green every season, it is necessary to include species that offer different color and texture characteristics. (Acar et al., 2010). One of the most important functions of plants is to contribute aesthetically to the designed spaces with their visual features such as form, texture and color, as well as their anatomical features (Yılmaz et al., 2018). The contribution of trees to the aesthetic of a city is very important. Empty streets with asphalt and cement blocks create a sense of pressure for people. Since a city without trees lacks a softening effect, it creates an unsettling impact when confronted with hard surfaces. Trees interrupt the lines and planes, connecting people to their environment. Plants provide urban dwellers with a sense of natural, rhythmic change as they respond to the seasons (Nadel et al., 2013). While plants enhance the livability and vibrancy of their surroundings, they also provide people with the opportunity to connect with nature, alleviating the pressures of daily life (Karaşah & Var, 2012).

Planting design has important functions in transforming historical urban areas, which have the cultural characteristics of the region from past to present, into private spaces (Nemutlu, 2012). It is important to reveal the necessity of preserving historical environments, which are shaped by the cultural accumulation of the society and serve as a bridge between generations. Because it will be possible to transfer them as livable places that are compatible with contemporary living conditions, maintaining their cultural identity and be livable to future generations, by developing suggestions for this purpose (Erdoğan & Kuter, 2008). In the selection of plant species to be used in historical cities, the climatic conditions of the region and the period of the building should be taken into account. Small and pruned species, as well as seasonal and climbing plants, should be used in urban green areas (Nemutlu et al., 2013).

Studies on the subject vary, such as the benefits of street trees, user perceptions (Mullaney et al., 2015), plant distribution, and species diversity (Nagendra & Gopal, 2010; Caneva et al., 2020). Plant materials used in landscape design studies (Ekici & Sarıbaş, 2006; Ekici 2010; Sakıcı et al., 2013), historical texture and plant materials within the urban protected area (Kuter & Erdoğan, 2010; Nemutlu et al., 2013; Nemutlu, 2014; Sezen & Patan, 2015; Eroğlu et al., 2016; Bekar et al., 2017; Tırnakçı & Aklibaşında, 2018; Gür & Kahraman, 2024), plant design principles (Eroğlu et al., 2005; Kösa & Atik, 2013), their use in residential gardens (Yeşil & Yılmaz, 2007; Surat, 2020) have carried out a related study.

The study examines the identification and use of plant materials in the streets of the urban protected area of Kilis. The existing plant species have been determined through analytical research, emphasizing the necessity of considering and protecting the historical texture. Historical areas, shaped by

knowledge and experience accumulated over the years, are destroyed when subjected to practices far from the conservation approach. It is important to identify all the elements that contribute to shaping the city in a holistic approach and ensure their continuity in future applications. The study is important because it will help preserve and maintain the urban identity within the protected area.

MATERIALS and METHODS

In the study, a literature review was conducted first, followed by a field study. The study focused on the general settlement formation of the city and the factors influencing these formations. The research was carried out in the Kilis urban protected area, which spans a total area of 720 hectares (see Figure 1). Kilis province is situated between the Hatay-Maraş trough and the Fırat River, along the Turkey-Syria border. It covers an area of 1,521 km² and has an elevation of 680 meters. Archaeological excavations conducted 5 km southeast of the city indicate that the region dates back to the Late Chalcolithic Age (3500-3000 BC) (Kilis Culture and Tourism Directorate). In terms of climate, the temperature is around 2°C even in January, the coldest month, while the highest temperature is recorded in July and August, reaching 35.9°C. The average annual precipitation is 515.8 mm (Kesici, 1994).

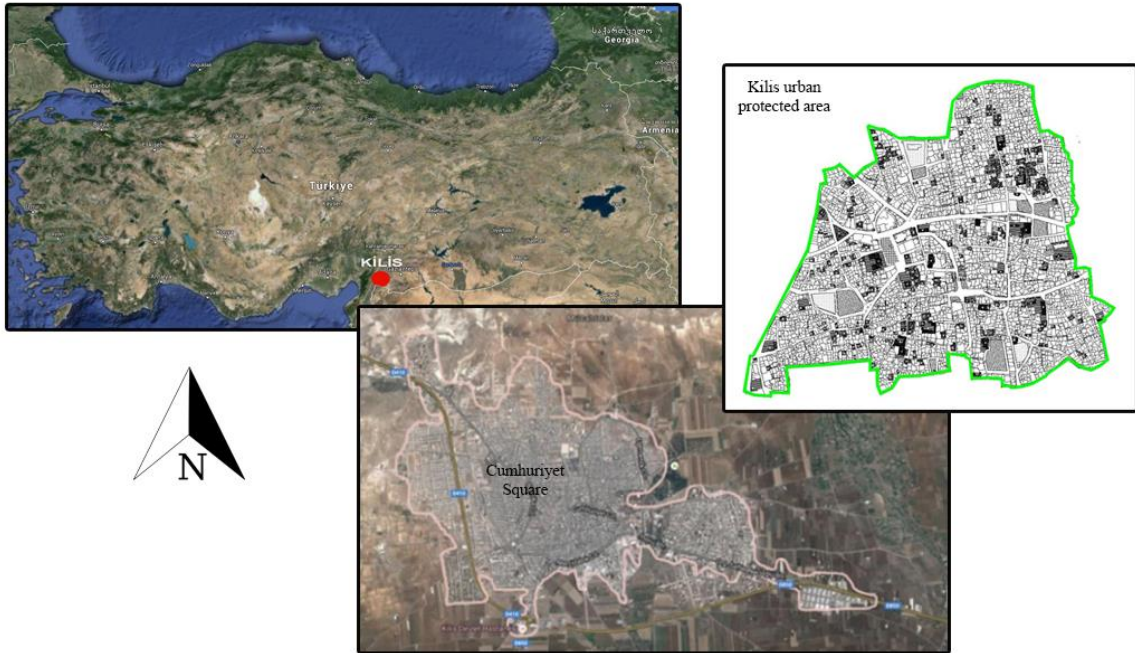


Figure 1. Location of the study area.

Şekil 1. Çalışma Alanı.

After the literature review, photographing and mapping were conducted in the study. The study method consists of observation, analysis, and synthesis. For this purpose, examinations were made in the urban protected area in 2022, and plants were identified and photographed. The zoning plan, current photographs and previous studies were used. The streets in the study area were mapped using AutoCAD 2018 and Photoshop CS2. The identified plant species were combined and analyzed on a chart.

In the context of the research, the urban protected area was divided into four regions, and 10 streets were chosen from each region for examination. You can find the distribution of regions and streets in Figure 2 of the study, which covered a total of 40 streets and dead-end streets. The streets were selected using a random method, and care was taken to ensure an equal number of samples from each region.

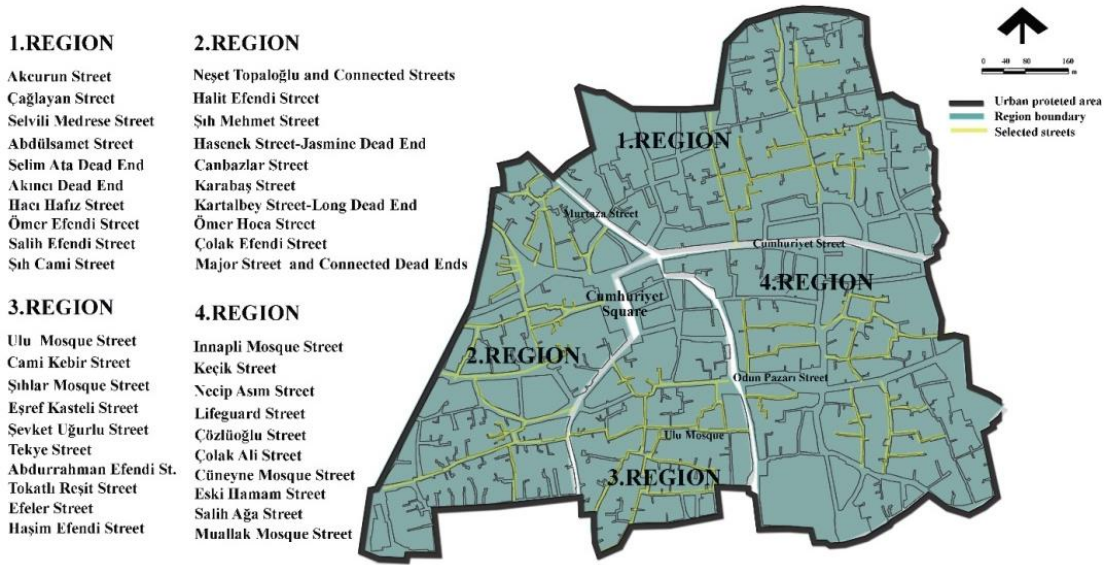


Figure 2. Distribution of identified streets.

Şekil 2. Belirlenen sokakların dağılımı.

RESULTS AND DISCUSSION

Kilis traditional texture features

The city, which exhibits examples of stonework in general, creates a unity with its narrow and dead-end streets bearing traces of Ottoman Architecture, high walls surrounding the residences, and houses with courtyards (KAIP, 2003). Due to the heat of the climate, the need for shaded spaces in open areas causes the roads to be narrow and the buildings to be positioned to give shade to the roads (Savaşçıoğlu, 2008). In line with the concept of privacy, the relationship between life and the street in residences is limited. Thus, a courtyard-oriented life has developed, which makes it impossible to understand the house when viewed from the street (El Abidin & Saatçi, 2019).

The core of the urban texture is shaped as the Old Hamam-Pirlioğlu Mosque-Cüneyne Mosque-Wood Market. The existence of the Mosque-Hammam-Bazaar trio indicates the existence of an urbanization (Çolakoğlu, 1995) (Figure 3).

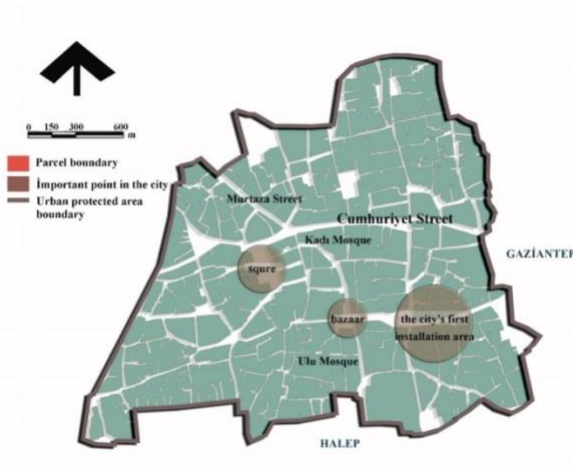


Figure 3. Urban texture.

Şekil 3. Kent dokusu.

Streets investigated within the scope of the research

Region 1: Akcurun Street, Çağlayan Street, Selvili Medrese Street, Abdulsamet Street, Selim Ata End, Akıncı Dead End, Hacı Hafız Street, Ömer Efendi Street, Salih Efendi Street, Şih Cami Street (Figure 4). According to the findings of the study conducted in this region, a total of 8 different plant species were identified. These plants are 19 in total. The most used species was determined as *Vitis vinifera* (Grape).

Region 2: Neşet Topaloğlu and Connected Streets, Halit Efendi Street, Şih Mehmet Street, Hasenek Street-Yasemin Dead End, Canbazlar Street, Karabaş Street, Kartalbey Street-Uzun Dead End, Ömer Hoca Street, Çolak Mustafa Street, Major Street and Connected Dead Ends (Figure 5). According to the findings of the study, 11 different species, in a total of 43, were identified. The most used species was determined as *Vitis vinifera* (Grape).

Region 3: Ulu Cami Street, Cami Kebir Street, Şihlar Cami Street, Eşref Kasteli Street, Şevket Uğurlu Street, Tekye Street, Abdurrahman Efendi Street, Tokatlı Reşit Street, Efeler Street, Haşim Efendi Street (Figure 6). According to the findings of the study, 11 different species, in a total of 13, were identified. *Vitis vinifera* (Grape) and *Parthenocissus quinquefolia* are the most commonly used species.

Region 4: İnnaplı Cami Street, Keçik Street, Necip Asım Street, Cankurtaran Street, Çözümoğlu Street, Çolak Ali Street, Cüneyne Mosque Street and Connected Streets, Old Hamam Street and Connected Streets, Salih Ağa Street, Muallak Cami Street (Figure 7). According to the findings of the study, 2 different species, in total of 2, were identified.

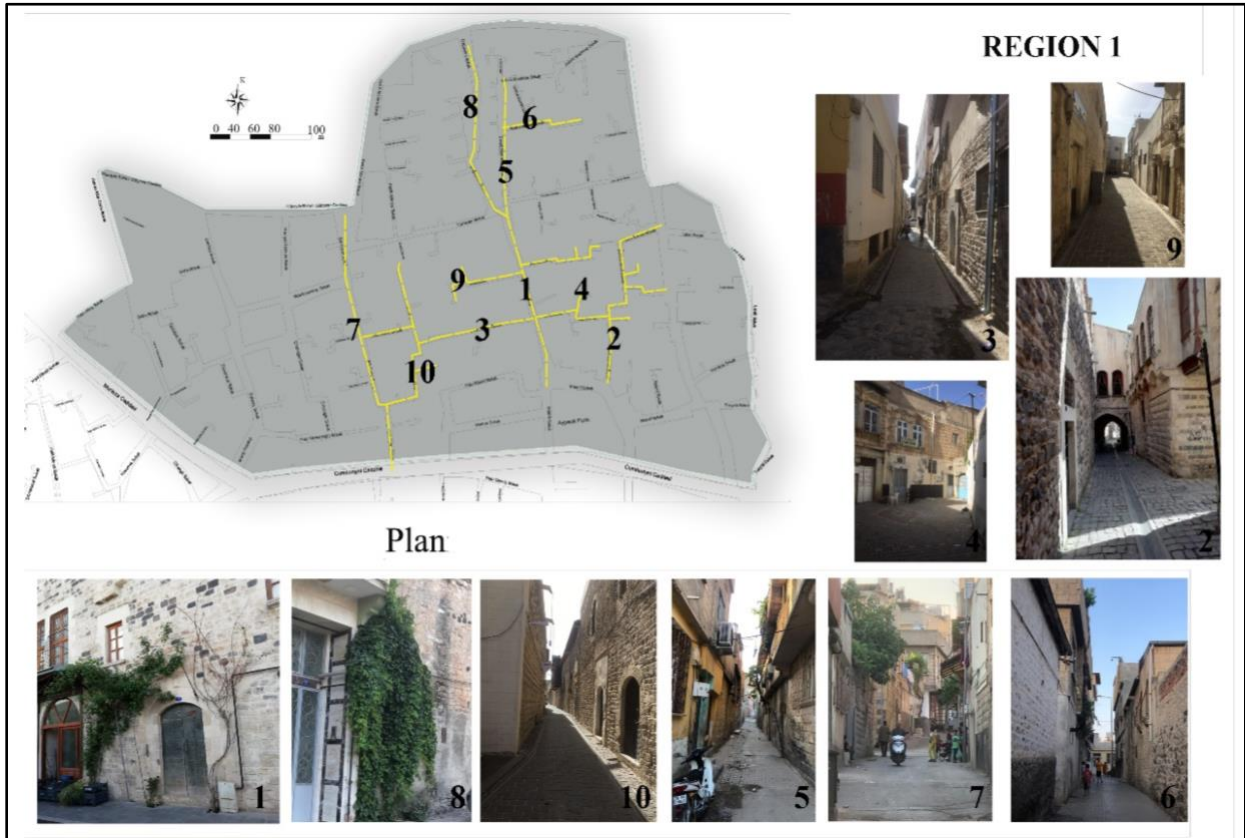


Figure 4. View of the streets - Region 1.

Şekil 4. Sokakların görünümü - Bölge 1.

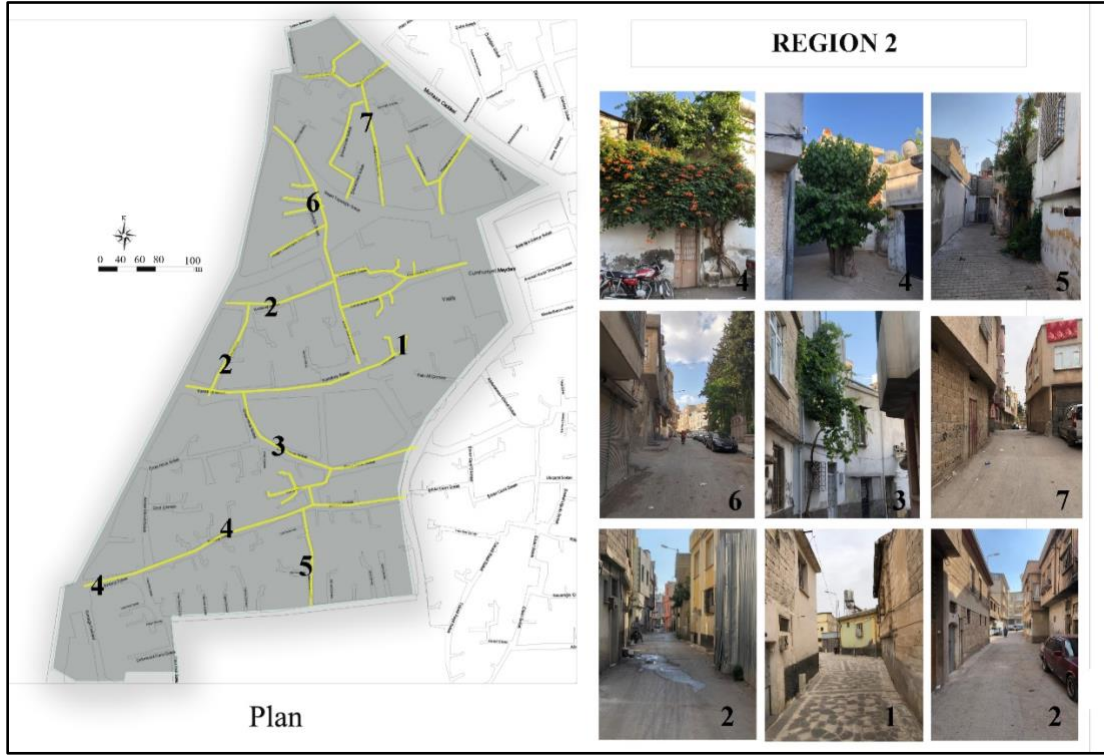


Figure 5. View of the streets - Region 2.

Şekil 5. Sokakların görünümü - Bölge 2.



Figure 6. Views of the streets - Region 3.

Şekil 6. Sokakların görünümü - Bölge 3.

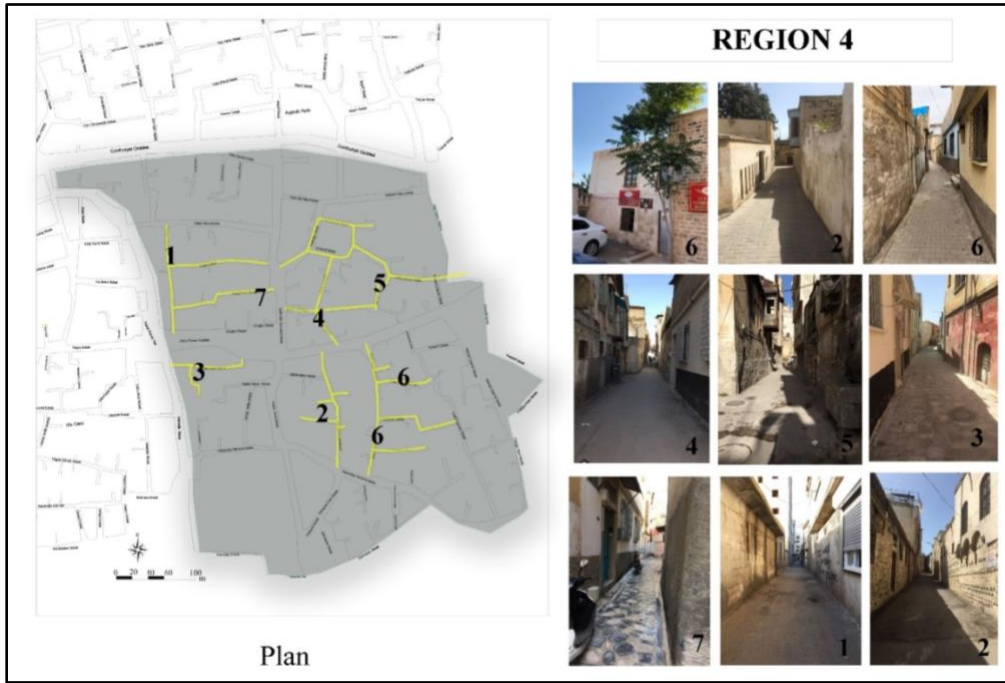


Figure 7. View of the streets- Region 4.

Şekil 7. Sokakların görünümü-Bölge 4.

The plants determined by with the analysis studies were brought together and classified. Information regarding species and numbers of plants used in the regions is given in Table 1. Accordingly, the region with the highest number of plants is Region 2 (43 pieces), it is followed by Region 1 (19 pieces), Region 3 (13 pieces) and Region 4 (2 pieces). While the regions are examined according to the species diversity, it was determined that Region 2 (11) has them the most, and the Region 1 (8), the Region 3 (6) and the Region 4 (2) follow it respectively.

Table 1. Plant species and number distributions by regions

Çizelge 1. Bölgelere göre bitki tür ve sayı dağılımları

Region	IDENTIFIED PLANTS			
	Street name	Name	Class	Total
Region 1	1.Akcurun Street	<i>Vitis vinifera</i>	Twining and Climbing	6
	2. Caglayan Street	<i>Platanus orientalis</i>	Tree	1
	3. Selvili Madrasah Street	<i>Morus alba</i>	Tree	5
	4. Abdulsamet Street	<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	Twining and Climbing	1
	5. Selim Ata Dilemma	<i>Euonymus japonica</i> "Auera"	Shrub	1
	6. Akıncı's Dead End	<i>Euonymus japonica</i>	Shrub	1
	7. Hacı Hafız Street	<i>Campsis radicans</i>	Twining and Climbing	1
	8. Omer Efendi Street	<i>Rosa sp.</i>	Twining and Climbing	3
	9. Salih Efendi Street			
	10. Sih Mosque Street			
Region 2	1. Neşet Topaloğlu and Connected Streets	<i>Vitis vinifera</i>	Twining and Climbing	23
	2. Halit Efendi Street	<i>Thuja orientalis</i>	Shrub	1
	3. Şih Mehmet Street	<i>Morus alba</i>	Tree	5
	4. Hasenek Street-Jasmine Dead End	<i>Ligustrum sp.</i>	Tree	1
	5. Canbazlar Street	<i>Robinia pseudoacacia</i>	Tree	2
	6. Karabaş Street	<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	Twining and Climbing	2
	7. Kartalbey Street	<i>Platanus orientalis</i>	Tree	1
	-Long Dead End	<i>Eriobotrya japonica</i>	Tree	1
	8. Omer Hodja Street	<i>Campsis radicans</i>	Twining and Climbing	4
	9. Colak Mustafa Street	<i>Lonicera sp.</i>	Twining and Climbing	2
	10. Major Street and Connected Dead Ends	<i>Liquidamber orientalis</i>	Tree	1

Table 1. Devamı

Çizelge 1. Continued

Region	IDENTIFIED PLANTS			
	Street name	Name	Class	Total
Region 3	1. Great Mosque Street	<i>Vitis vinifera</i>	Twining and Climbing	4
	2.Cami Kebir Street	<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	Twining and Climbing	4
	3.Şihlar Mosque Street	<i>Thuja orientalis</i>	Shrub	1
	4.Eşref Kasteli Street	<i>Robinia pseudoacacia</i> "Umbraculifera"	Tree	1
	5.Şevket Uğurlu Street	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> "Ellwoodii"	Tree	1
	6.Tekye Street			
	7.Abdurrahman Efendi Street	<i>Nerium oleander</i>	Shrub	2
	8.Tokatlı Reşit Street			
	9.Efeler Street			
	10.Haşim Efendi Street			
Region 4	1.Innaplı Mosque Street	<i>Vitis vinifera</i>	Twining and Climbing	1
	2.Keçik Street	<i>Ailanthus altissima</i>	Tree	1
	3.Necip Asim Street			
	4.Lifeguard Street			
	5.Çözlüoğlu Street			
	6.Colak Ali Street			
	7.Cüneyne Mosque Street and Connected Streets			
	8.Old Hamam Street and Connected Streets			
	9.Salih Ağa Street			
	10. Muallak Mosque Street			

As a result of the detection of plant species, a total of 18 different species were identified within the study area. It was determined that 9 of these species are in the tree class, 5 in the wrapper and climber class, and 4 in the shrub class. The total number of determined plants was 77. The highest species diversity (11) and the highest number of plants (43) were determined in the 2nd Region, also the least species diversity (2) and least number of plants (2) were determined in the 4th Region. As a result of the study, the most used species were *Vitis vinifera* (44.15%) *Morus alba* (12.98%), *Parthenocissus quinquefolia* (9.09%) and *Campsis radicans* (6.49%) (Table 2).

Table 2. Determined plant species and utilization rates

Çizelge 2. Belirlenen bitki türleri ve kullanım oranları

Name	Class	Total	Percentage (%)
<i>Ailanthus altissima</i>	Tree	1	1.29
<i>Campsis radicans</i>	Twining and Climbing	5	6.49
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> "Ellwoodii"	Tree	1	1.29
<i>Eriobotrya japonica</i>	Tree	1	1.29
<i>Euonymus japonica</i>	Shrub	1	1.29
<i>Euonymus japonica</i> "Auera"	Shrub	1	1.29
<i>Ligustrum</i> sp.	Tree	1	1.29
<i>Liquidamber orientalis</i>	Tree	1	1.29
<i>Lonicera</i> sp.	Twining and Climbing	2	2.59
<i>Morus alba</i>	Tree	10	12.98
<i>Nerium oleander</i>	Shrub	2	2.59
<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	Twining and Climbing	7	9.09
<i>Platanus orientalis</i>	Tree	2	2.59
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Tree	2	2.59
<i>Robinia pseudoacacia</i> "Umbraculifera"	Tree	1	1.29
<i>Rosa</i> sp.	Twining and Climbing	3	3.89
<i>Thuja orientalis</i>	Shrub	2	2.59
<i>Vitis vinifera</i>	Twining and Climbing	34	44.15

The urban protected area that was studied was built in a way that resembles a Turkish-Islamic city, with an inward-looking design. As a result, the lifestyle in this area is centered around the courtyard, leading to the planting of greenery. The high walls, originally built for security and defense, also create shaded areas.

Atabeyoğlu et al. (2019) also stated in their study that fruit trees hanging from the walls of buildings and wrapping plant species create a visually effective street landscape. In this sense, it is compatible with the findings of the study.

CONCLUSIONS

This study examined the determination and use of plant materials in the streets of Kilis urban protected area. As a result of the study, it was seen that the narrow and curved street structure is an important factor in plant selection, especially. The selection of species compatible with the general climate structure and traditional texture of the region can be considered as the primary cause of the design approach. Undoubtedly, green texture features and plant existence are very important in the city, which has a traditional texture feature predominantly stone material. In this respect, it is also important to break and reduce this harsh effect of the city with the presence of vegetation.

The street, which is the second-largest urban space and a constituent element of the city's spatial structure. Streets are formed by the coming together of residences and being a city's transportation network (Krier, 1979). Jacobs says that the first thing that comes to mind when we think of a city is the streets. In short, street life strengthens the sense of belonging and the consciousness of collective living (Jacobs, 1961). Protection should begin with the garden/environment of the historical building and extend to the scale of the street, neighborhood, city, and region, as the building is interconnected with its surroundings (Aklibaşında and Özhancı, 2017). Open and green spaces between historical buildings; It has many functions such as ensuring the full and vacant ratio of cities, engaging in recreational activities, microclimate effect with its green texture, contributing to the city silhouette, and creating a fund for buildings. Such spaces should be protected, new arrangements should not compete with the historical texture and should be compatible with aesthetic and functional aspects (Çelik & Yazgan, 2007). In addition, when choosing plant material, it should be noted that it should be compatible with the historical texture regarding form, color, and texture (Çelik & Yazgan, 2009).

The streets located in the historical texture reflect the cultural heritage value of the city to active users and daily visitors. For this reason, it is important to determine the plant species they contain, as well as their structural features, in order to be passed on to future generations. Creating an inventory of plant species is also informative about the species that can be used in similar urban arrangements. Regular maintenance of the plant species in the area and the addition of new ones to replace the missing ones are important for conservation. At this point, it is necessary to inform the users and take precautions against possible damage.

Data Availability

Data will be made available upon reasonable request.

Author Contributions

Conception and design of the study: ST sample collection: ST; analysis and interpretation of data: ST; statistical analysis: ST; visualization: ST; writing manuscript: ST.

Ethical Statement

I declare that there is no need for an ethics committee for this research.

Financial Support

This research received no specific funding from any public, commercial, or non-profit agency.

Article Description

This article was edited by Editor Assoc. Prof. Dr. İpek ALTUĞ TURAN.

REFERENCES

- Acar, C., E. Demirbaş, P. Dinçer & H. Acar, 2003. Anlamsal farklılaşım tekniğinin bitki kompozisyonu örneklerinde değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Forestry*, 4 (1): 15-28.
- Acar, C., E. Eroğlu & H. Acar, 2010. "Kentsel mekanlardaki modern bitkilendirme tasarımlarında süs bitkilerinin kullanımına yönelik yeni yaklaşımlar, 494-500". IV. Süs Bitkileri Kongresi, Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü, (20-22 Ekim 2010, Mersin), 639 s.
- Aklıbaşında, M. & E. Özhancı, 2017. "The Courtyard Culture in Traditional Avanos Houses and Design Properties, 97-105". In: *Current Researches in Geography* (1st Ed.), (Eds. H. Arslan, M. A. İçbay & K. Stoychev), E-BWN, 333 pp. ISBN: 978-83-943963-3-6.
- Atabeyoğlu, Ö., K. N. Beyli & A. Argan, 2019. Ordu kenti tarihi dokusu üzerine kentsel baskılar; Tarihi sit alanı örneği. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 35 (2): 45-61.
- Bekar, M., M. Pulatkan & N. Güneröğlu, 2017. Tarihi bir sokak analizi Trabzon "Orta Mahalle" örneği. *Akademik Sosyal Araştırma Dergisi*, 5 (44): 487-503.
- Bolund, P. & S. Hunhammar, 1999. Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics*, 29 (2): 293-301.
- Caneva, G., F. Bartoli, I. Zappitelli & V. Savo, 2020. Street trees in Italian cities: story, biodiversity and integration within the urban environment. *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali*, 31 (2): 411-417.
- Çelik, D. & M.E. Yazgan, 2007. Kentsel peyzaj tasarımı kapsamında tarihi çevre korumaya yönelik yasa ve yönetmeliklerin irdelenmesi. *Bartın Orman Fakùltesi Dergisi*, 9 (11): 7-8.
- Çelik, D. & M.E. Yazgan, 2009. Kentsel peyzaj tasarımı kapsamında tarihi çevre yenileme çalışmalarının araştırılması: Beypazarı örneği. *Tekirdağ Ziraat Fakùltesi Dergisi*, 6 (3): 235-244.
- Çolakoğlu, Ş., 1995. Kilis Tarihi Üzerine Deneme (Vol. 2). Kilis Kùltür Derneği Yayınları, Ankara, 136 s.
- Ekici, B. & M. Sarıbaş, 2006. Bartın kenti peyzaj düzenlemelerinde kullanılan bitki materyali üzerine bir araştırma. *Bartın Orman Fakùltesi Dergisi*, 8 (9): 1-9.
- Ekici, B., 2010. Bartın kenti ve yakın çevresinde yetişen bazı doğal bitkilerin kentsel mekanlarda kullanım olanakları. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakùltesi Dergisi seri: A*, (2): 110-126.
- El Abidin, M. Z. & S. Saatçi, 2019. Halep geleneksel evleri ve özellikleri. *FSM İlmî Araştırmalar İnsan ve Toplum Bilimleri Dergisi*, (13): 237-250.
- Erdoğan, N. & E. Kuter, 2008. Çankırı kentsel sit alanı kaynak potansiyelinin saptanmasında bir yöntem. *Tekirdağ Ziraat Fakùltesi Dergisi*, 5 (1): 35-44.
- Eroğlu, E., G. A. Kesim & H. Müderrisoğlu, 2005. Düzce kenti açık ve yeşil alanlarındaki bitkilerin tespiti ve bazı bitkisel tasarım ilkeleri yönünden değerlendirilmesi. *Journal of Agricultural Sciences*, 11 (3): 270-277.
- Eroğlu, E., S. Kaya & Z. Özçelik, 2016. Tarihi nitelik taşıyan kentsel bir alanda bitkisel çeşitliliğin floristik ve estetik açıdan irdelenmesi. *Düzce Üniversitesi Orman Fakùltesi Ormancılık Dergisi*, 12 (2): 163-177.
- Gunawardena, K. R., M. J. Wells & T. Kershaw, 2017. Utilising green and bluespace to mitigate urban heat island intensity. *Science of the Total Environment*, 584: 1040-1055.
- Gür, N. & Ö. Kahraman, 2024. Şanlıurfa kent dokusunda önemli yere sahip bazı tarihi ve kùltürel alanların kurakçıl peyzaj açısından değerlendirilmesi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 14 (1): 447-457. <https://doi.org/10.21597/jist.1296301>
- Jacobs, J., 1961. *The Death and Life of Great American Cities*. Vintage Books. New York, 474 pp.
- KAİP, 2003. Kilis Kentsel Sit Alanı Koruma Amaçlı İmar Planı Açıklama Raporu, Gaziantep, 32 s.
- Karaşah, B. & M. Var, 2012. Trabzon ve bazı ilçelerinde kent dokusundaki bitkilendirme tasarımlarının ölçü-form açısından irdelenmesi. *Bartın Orman Fakùltesi Dergisi*, 14 (1. Special Issue): 1-11.
- Kesici, Ö., 1994. Kilis Yöresinin Coğrafyası. Kilis Kùltür Derneği Genel Yayın No: 12 Araştırma Dizisi-1, Kilis, 175 s.
- Kilis Kùltür Ve Turizm Müdürlüğü, 2014. Kilis Gezi Rehberi. Ofset Matbaa, 84 s.

- Kösa, S. & M. Atik, 2013. Bitkisel peyzaj tasarımında renk ve form; çınar (*platanus orientalis*) ve sığla (*liquidambar orientalis*) kullanımında peyzaj mimarlığı öğrencilerinin tercihleri. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 14 (1): 13 - 24.
- Krier, R., 1979. Urban Space. London: Academy Editions, 173 pp.
- Kuter, N. & E. Erdoğan, 2010. Çankırı kentsel sit alanının bitki varlığı açısından değerlendirilmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 7 (2): 105-111.
- Lawrence, H.W., 1994. Origins of the tree lined boulevard. Geographical Review, 78 (4): 355-374.
- McPherson, E.G., D. Nowak, G. Heisler, S. Grimmond, C. Souch, R. Grant & R. Rowntree, 1997. Quantifying urban forest structure, function, and value: the chicago urban forest climate project. Urban Ecosystems, 1: 49-61.
- Mullaney, J., T. Lucke & S.J. Trueman, 2015. A review of benefits and challenges in growing street trees in paved urban environments. Landscape Urban Plan, 134: 157-166.
- Nadel, I. B., C. H. Oberlander & L. R. Bohm, 1977 Trees in the City. Pergamon Press, 94 pp.
- Nagendra, H. & D. Gopal, 2010. Street trees in bangalore: density, diversity, composition and distribution. Urban Forestry & Urban Greening, 9 (2): 129-137.
- Nemutlu, F. E., 2012. Bitkisel tasarımda espalier kullanımı ve çanakkale örneğinde irdelenmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 43 (1): 89-100.
- Nemutlu, F. E., 2014. Kentsel koruma alanında bitkisel tasarım: çanakkale (Türkiye) örneği. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 2 (1): 91-99.
- Nemutlu, F. E., A. Çelik, A. Sağlık & N.E. Devocioğlu, 2013. "Tarihi kentlerde dış mekan süs bitkilerinin kullanımı, 51-60". V. Süs Bitkileri Kongresi, (6-9 Mayıs 2013, Yalova, Türkiye), Cilt.1, 505 s.
- Sakıcı, Ç., H. Karakaş & M. D. Kesimoğlu, 2013. Kastamonu kent merkezindeki kamusal açık yeşil alanlarda kullanılan bitki materyali üzerine bir araştırma. Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, 13 (1): 153-163.
- Savaşçioğlu, R., 2008. Tarihi Kilis Evleri. Fen Bilimleri Enstitüsü, Selçuk Üniversitesi, (Unpublished) Yüksek Lisans Tezi, Konya, 176 s.
- Sezen, İ. & E. Patan, 2015. Kentsel sitlerin kentsel peyzaja katkıları: Giresun zeytinlik mahallesi örneği. Mavi Atlas, (4): 201-215.
- Southworth, M. & P. M. Owens, 1993. The evolving metropolis: Studies of community, neighborhood, and street form at the urban edge. Journal of the American Planning Association, 59 (3): 271-287.
- Surat, H., 2020. Doğu karadeniz geleneksel konut bahçelerinde kullanılan bitki materyallerinin belirlenmesi: Arhavi örneği. Journal of International Social Research, 13 (75): 347-357.
- Tırnakçı, A. & M. Aklıbaşında, 2018. Tarihi çevrelerde kentsel peyzaj tasarımın Kayseri Mimar Sinan Parkı örneğinde incelenmesi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 34 (3): 58-73.
- Yeşil, M. & S. Yılmaz, 2007. Erzurum kentinde konut bahçelerinin peyzaj tasarım ilkelerine göre incelenmesi üzerine bir araştırma. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 38 (1): 25-35.
- Yılmaz, S., H. Özgüner & S. Mumcu, 2018. An aesthetic approach to planting design in urban parks and greenspaces. Landscape Research, 43 (7): 965-983.



Research Article (Araştırma Makalesi)

Suzan ÖZTÜRK SÜLEYMANOĞLU¹

Feride ÖNCAN SÜMER^{2*}

¹ Aydın Adnan Menderes University, Institute of Science and Technology, 09100, Efeler, Aydın, Turkey

² Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, 09100, Efeler, Aydın, Turkey

* Sorumlu yazar (Corresponding author):

fsumer@adu.edu.tr

Keywords: Broad bean, farmyard manure, grain protein rate, yield

Anahtar kelimeler: Bakla, ahır gübresi, tane protein oranı, verim

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2025, 62 (2):201-213

<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1525609>

The effect of farmyard manure on seed yield and yield components of broad bean (*Vicia faba* L.) varieties*

Çiftlik gübresinin Bakla (*Vicia faba* L.) çeşitlerinde tane verimi ve verim unsurlarına etkisi

* This article has been summarized from the author's master dissertation.

Received (Alınış): 31.07.2024

Accepted (Kabul Tarihi): 09.12.2024

ABSTRACT

Objective: In this study, it was planned to examine the effects of farmyard manure on seed yield and yield components of different broad bean varieties.

Material and Methods: The study was carried out in the ecological conditions of Mentese district of Muğla province in the 2021-2022 broad bean planting season. Seed yield and some yield components of farmyard manure doses (0-3000-6000 kg ha⁻¹) in Hıstal, Salkım, Major and Golyaka varieties were examined. The study was planned with split-plot over randomized complete block design.

Results: The interaction between farmyard manure and the variety has been observed to be significant for the number of flowering days, physiological maturity duration, number of pods per plant, number of seeds per pod, number of seeds per plant and the weight of 100 seeds. Among the traits, the farmyard manure factor was found to be statistically significant in traits such as plant height and first pod height, while the variety factor was significant in the protein ratio. In terms of grain yield, both farmyard manure and variety factors were found to be statistically significant. The optimal grain yield, significantly affected by the amount of barn manure doses, was recorded at 2642 kg ha⁻¹ at a dose of 6000 kg ha⁻¹. Among the varieties, Hıstal variety stands out for its protein content, with a value of 23.5%.

Conclusion: The effects of farmyard manure application on grain yield and yield components of pods were found to be significant. As a result of the study, it was determined that it was important to continue the experiment for more than one year in order to observe the positive effects of barn manure application on the examined traits.

ÖZ

Amaç: Bu çalışmada çiftlik gübresinin farklı bakla çeşitlerinde tohum verimi ve verim unsurları üzerine etkilerinin incelenmesi planlanmıştır.

Materyal ve Yöntem: Çalışma Muğla ili Mentese ilçesi ekolojik koşullarında 2021-2022 bakla ekim sezonunda yürütülmüştür. Hıstal, Salkım, Majör ve Golyaka çeşitlerinde çiftlik gübresi dozlarında (0-3000-6000 kg ha⁻¹) tohum verimi ve bazı verim bileşenleri incelenmiştir. Araştırma tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak planlanmıştır.

Sonuçlar: Çiftlik gübresi ile çeşit arasındaki interaksyonunun çiçeklenme gün sayısı, fizyolojik olgunlaşma süresi, bitkide bakla sayısı, baklada tane sayısı, bitki başına tane sayısı ve 100 tane ağırlığı özelliklerinde önemli olduğu gözlemlenmiştir. Özellikler arasında çiftlik gübresi faktörünün bitki boyu ve ilk bakla yüksekliği gibi özelliklerde istatistiksel olarak önemli olduğu, çeşit faktörünün ise protein oranında önemli olduğu tespit edilmiştir. Tane verimi açısından ise hem çiftlik gübresi hem de çeşit faktörü istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Ahır gübresi dozunun miktarından önemli ölçüde etkilenen optimum tane verimi ise 6000 kg ha⁻¹ dozunda, 2642 kg ha⁻¹ olarak kaydedilmiştir. Çeşitler arasında Hıstal çeşidi %23.5 protein içeriği ile ön plana çıkmaktadır.

Sonuç: Çiftlik gübresi uygulamasının tane verimi ve bakla verim unsurları üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Çalışma sonucunda ahır gübresi uygulamasının incelenen özellikler üzerindeki olumlu etkilerinin gözlemlenebilmesi için denemenin birden fazla yıl devam ettirilmesinin önemli olduğu belirlenmiştir.

INTRODUCTION

Legumes are an important group with a long history, used in human nutrition and constituting the main source of vegetable protein. The rich nutritional value of legumes, they also have a significant impact on the environment by fixing atmospheric nitrogen into the soil. It is one of the legumes being integrated into smallholder farming systems to improve soil fertility through atmospheric dinitrogen (N₂) fixation and serve as a cost-effective source of protein (Ruisi et al., 2017; Etemadi et al., 2018). Legumes are grown on 81 million hectares out of the 1.5 billion hectares of agricultural land worldwide (Kardes et al., 2019). On the other hand, legumes are grown on 790 thousand hectares of the 23 million hectares of agricultural land in Türkiye. However, pod yields are low throughout the country and are around the world average (1700 kg/ha) (FAOSTAT, 2022).

In terms of fiber, protein and minerals, broad bean meets the daily macronutrient and micronutrient requirements (Abiodun et al., 2022). It is used in a wide variety of human nutrition. Broad beans, which can be consumed raw or roasted, are also enjoyed fresh as shelled inner broad beans. The grain is dried, boiled, and at the same time, the dish called Fava, which is made by crushing, is also very well-known. In the same way, broad bean flour is obtained by grinding dried broad beans. It improves the soil and contributes to increased yields by rotating with other crops in broad bean cultivation. Fava bean is beneficial to cropping systems, playing an important role in crop rotation with cereals by disrupting the disease cycles of various pathogens and pests (Rose et al., 2016; de Notaris et al., 2023; Seha et al., 2023).

The fertilizer used to increase the yield and quality of pods is also very effective in increasing grain yield. While chemical fertilization used in agriculture increases production, it also has negative effects on soil, the environment and human health. Given that fertilization will persist in agricultural soils, opting for organic fertilizers instead of chemical ones can enhance the sustainability of agriculture. Farmyard manure, classified as organic matter, plays a crucial role in enhancing soil structure and increase plant yield and quality (Karayel et al., 2020).

The primary goal of modern agriculture is to ensure high-quality and efficient production from a given unit area without causing harm to the environment and soil. This goal is directly related to fertilization and other criteria. The chemical fertilizers used cause deterioration in the structure of the soil and lead to salt accumulation in the soil. Furthermore, it causes groundwater and soil pollution over many years. To prevent these negative effects, farmyard manure is preferred as organic fertilizer (Norman & Dazzo, 2016). Previous studies have shown that crops can only take up 30-50% of chemical fertilizers. As a result, a significant amount of the applied components is lost in the soil, where they pollute groundwater (Mozner et al., 2012). Furthermore, Nitrogen Use Efficiency (NUE) has decreased over the last few decades, leading to a significant amount of excess nitrogen fertilizer being lost to the environment. There are several ways to control the increasing use of chemical fertilizers. The most important way among these is the widespread use of farmyard manure (Jian et al., 2010; Sabourifard et al., 2023).

Farmyard manure is a storage of organic matter that is beneficial to the soil. It is used to improve soil and plant fertility. It provides the soil with a significant amount of nitrogen (N) and phosphorus (P) and potassium (K) as well as other minerals. The soil acts as a buffer against possible excessive salinity and pH differences (Sultani et al., 2007; Heinze et al., 2010).

The aim of this study was to investigate the effect of farmyard manure, which is more beneficial to soil and the environment, on the yield and some yield characteristics of broad bean as an alternative to chemical fertilizers in broad bean production.

MATERIALS and METHODS

The data on minimum, maximum, average temperature and total precipitation for the months of November to May in 2021-2022 are provided in Table 1. The province of Muğla, where the research was carried out, has a Mediterranean climate.

Table 1. The meteorological data of the experimental year and long years**Çizelge 1.** Deneme yılı ve uzun yıllara ait meteorolojik veriler

Months	Minimum Temperature (°C) (2021-2022)	Long years (°C)	Maximum Temperature (°C) (2021-2022)	Long years (°C)	Average Temperature (°C) (2021-2022)	Long years (°C)	Total Precipitation (mm) 2021-2022	Long years (mm)
Nowember	1	5.9	23.1	16.7	11.4	10.8	77.2	135.6
December	2	3.2	17.1	11.5	8.0	7.0	133.4	265.0
January	-5	1.6	14.9	9.8	2.2	5.3	161	245.7
February	-4.6	1.9	17.2	11.0	5.4	6.1	140	178.3
March	-2.3	3.5	21.3	14.1	4.1	8.5	111	122.4
April	1.8	7.0	26	18.9	14.3	12.8	93	63.7
May	6	11.4	31.3	24.3	16.9	17.8	81	49.5

Source: Muğla Meteorological Centre. Long years: 1941-2020.

In the study, it was observed (Table 1) that the minimum temperatures during the vegetation period were lower than the long-term average, indicating a colder vegetation period. According to these results, it was observed that the maximum and average temperature values of the experimental year were higher than the long-term averages. The total precipitation amount over the long years (151.5) exceeds the total precipitation amount for 2021-2022 (113.8). When the meteorological data were examined, it was determined that the temperatures observed during the vegetation period occurred in a wider temperature range and lower precipitation surface compared to the long-term averages.

Soil characteristics of the experimental area

The soil sample of the experimental area was analyzed and the results are shown in Table 2. The soil sample was analyzed at "Muğla Sıtkı Koçman University, Agricultural Soil Plant and Irrigation Water Analysis Laboratory".

According to Table 2, the soil in the experimental area was found to have a moderate organic matter content and a neutral pH level. The amount of potassium (K) was found to be moderate (176.41 ppm), while the amount of phosphorus (P) was found to be very high (50.00 ppm).

Table 2. Soil analysis of the experimental area**Çizelge 2.** Deneme alanına ait toprak özellikleri

pH	Organic matter (%)	P (ppm)	K (ppm)
7.22	2.11	50.00	176.41
Nötr	Moderate	Very High	Moderate

Material

Characteristics of farmyard manure in the study

The content analysis of the farmyard manure used in the study was carried out and the results are shown in Table 3. Farmyard manure was applied to the area where soil preparation was made before sowing at a rate of 0-3000-6000 kg/ha.

Farm manure was analysed at "Muğla Sıtkı Koçman University Muğla Agricultural Soil, Plant and Irrigation Water Analysis Laboratory".

The content of farmyard manure is presented in Table 3. In the results, it was determined that farmyard manure was rich in mineral matter content.

Table 3. Analysis of farmyard manure used in the experiment**Çizelge 3.** Denemede kullanılan çiftlik gübresi analizi

Ph (su) (1/10)	EC (1/10) (su) (Mikrosimens)	P (%)	K (%)	Moisture (%)	Ca (%)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mg (%)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
8.14	833	0.51	0.52	37.23	2.63	88.93	14761.8	0.43	894.5	410.8

In the study, four different broad bean varieties were used as materials. The names of the varieties are Hıstal, Salkım, Gölyaka and Majör. Sowing in the study was carried out in the Menteşe district of Muğla province on November 17, 2021. Hand sowing was carried out in plots consisting of 6 rows, each 5 m in length, with a distance of 25 cm between rows and 10 cm above rows. Each plot was 7.5 square meters in size. The study was conducted using a split-plot experimental design in randomized blocks with three replications. In the study, the main plot consisted of different doses of farmyard manure (0-3000-6000 kg/ha), while the sub-plot included various varieties (Hıstal, Salkım, Gölyaka, and Majör). After plant emergence and maintenance operations, harvesting was carried out manually on May 30, 2022.

Analysis of characteristics

Observations were made on ten plants from each plot. Days to flowering (days) was calculated as the number of days from the date of emergence to the date of flowering in 50% of the plants. Physiological maturity (days) refers to the number of days from the emergence date to the yellowing of the pods in the middle of the plant crown, encompassing 50% of the plants. Plant height (cm) was determined by measuring the distance from the soil surface to the uppermost point of the plant during the harvest period. First pod height (cm) was determined by measuring the vertical distance from the soil surface to the first fruit-bearing pod on the plant during the harvest period. The number of branches per plant was determined by counting the branches, and the average number of branches per plant was determined as pieces (pcs). Single plant weight (g) was determined by weighing the harvested plants and averaging the average weight.

Number of pods per plant (number), 10 pods were randomly selected from each plot in the study, pods were counted during the harvest period and the average number of pods per plant was determined. Fifteen pods were randomly selected after the complete drying of the harvested pods and the number of grains per pod was determined by taking the average of the collected grains. 100 seed weight (g) was determined by averaging the weight of 100 seeds in 3 replicates randomly selected from the product collected from each plot after the drying of the grain (reaching 14% moisture content).

Seed yield (kg/ha) was calculated in kg/ha from the plants harvested from the area of 7,5 m² remaining after the side effects were removed from each plot in the study. For grain protein ratio (%), 100 g dry grain samples taken randomly from each plot in the study were ground into flour and protein analysis was carried out in "NIRS (Near-Infrared Measurements) device at ADU Agricultural Biotechnology and Food Safety Laboratory".

Statistical analyses

The data obtained from the study were analysed by using JMP 13 statistical analysis software in Split-Plot Design over Randomized Complete Block Design.

RESULTS and DISCUSSION

The data obtained from the study were subjected to variance analysis and the mean squares obtained for number of days to flowering, number of days to physiological maturity, plant height, first pod height, number of branches and number of pods per plant are presented in Table 4. According to the results of analysis of variance, the effects of farmyard manure on number of days to flowering, days to physiological maturity, plant height, first pod height and number of pods per plant were found statistically

significant, while the effect of farmyard manure on number of side branches was found insignificant. The effects of variety factor on number of days to flowering, number of days to physiological maturity, number of branches and number of pods per plant was statistically significant, while its effects on plant height and first pod height were insignificant. Barn manure*variety interaction was found to be insignificant except for the number of pods per plant.

Table 4. Mean squares of some of the characteristics analysed in the study

Çizelge 4. Çalışmada incelenen bazı özelliklere ait kareler ortalamaları

Source of variation	DF	NFD	NPM	PH	FPH	BN	PP
Blocks	2	0.445	0.778	27.840	0.842	0.444	1.361
Farmyard manure	2	28.779*	38.528*	543.382*	15.19*	1.694 ^{ns}	97.861*
Error 1	4	2.403	2.861	8.233	1.405	0.444	0.777
Cultivars	3	2.704*	6.593*	57.359 ^{ns}	0.516 ^{ns}	7.148*	88.333*
FM x C	6	7.260 ^{ns}	4.231*	12.512 ^{ns}	0.544 ^{ns}	0.731 ^{ns}	10.194*
Error 2	18	1.713	0.907	21.641	1.831	0.815	1.490
General	35						
CV		1.36	0.711	9.705	11.905	64.992	11.752

NFD: Number of flowering days, NPM: Number of days to physiological maturity, PH: Plant height, FPH: first pod height, BN: Branch number, PP: Pods per plant *: significant at P=0.05 **: significant at P=0.01 ns: non significant.

According to the data of the experiment, the analysis of variance results for the number of seeds in a pod, 100-seed weight, seed yield, and seed protein ratio were presented in Table 5. The variance analysis results indicated that the effects of farmyard manure on the number of seeds in a pod, 100-seed weight, and seed yield were statistically significant, while its effect on seed protein ratio was non-significant. However, the effects of cultivars on all traits (Table 5) were found to be statistically significant. The interactions between farmyard manure and cultivar on the number of grains in pods and 100-seed weight were statistically significant, while its effects on seed yield and seed protein ratio were non-significant.

Table 5. The mean squares of the number of grains per plant, 100 seed weight, seed yield and protein ratio analysed in the study

Çizelge 5. Çalışmada incelenen bitkide tane sayısı, 100 tane ağırlığı, tane verimi ve protein oranına ait kareler ortalamaları

Source of variation	DF	Seed per Plant	100 Seed Weight	Seed Yield	Seed Protein
Blocks	2	1.023	637.131	223.317	0.270
Farmyard manure	2	15.615*	19720.4*	18402.3*	0.013 ^{ns}
Error 1	4	0.326	167.302	89.184	0.558
Cultivars	3	30.018*	20391.8*	3898.29*	7.617*
FM x C	6	1.923*	5284.32*	190.918 ^{ns}	1.003 ^{ns}
Error 2	18	0.293	482.46	269.23	0.872
General	35				
CV		8.369	12.469	7.450	4.224

*:significant at P=0.05 **: significant at P=0.01 ns: non significant.

The number of days to flowering was measured, and the mean values (Table 6) were found between 91.7 and 97.7 days. A short flowering period in legumes is crucial for early flowering. In the study, the earliest number of days to flowering was 91.7 days for the Hıstal variety with 0 kg/ha of farmyard manure application. In Türkiye, early varieties are preferred especially in legumes which are used in crop rotation system. According to the days to flowering data obtained by Yılmaz & Köse (2023), 116.67 days to flowering was found in Salkım. Pekşen & Gülümser (2006) investigated different legume types and determined that the number of days to flowering was between 72.3 and 132.67, Bozoğlu (1989) observed that the flowering period was 90-94 days in broad bean varieties and lines. Mıdık (2019) studied legume genotypes and found that the number of days to flowering was between 87 and 102 days.

Table 6. The mean values of days to flowering of broad bean cultivars**Çizelge 6.** Bakla çeşitlerinin çiçeklenme gün sayısı özelliğine ait ortalamaları

Cultivars	Farmyard Manure (kg ha ⁻¹)			Mean
	0	3000	6000	
Histal	91.7±0.68 ^b	96.0±0.79 ^a	97.3±0.30 ^a	95.0
Salkim	92.3±0.52 ^b	97.7±0.54 ^a	96.0±0.08 ^a	95.3
Majör	95.7±0.93 ^a	95.7±0.98 ^a	96.3±0.71 ^a	95.9
Gölyaka	95.7±0.79 ^a	96.0±0.36 ^a	97.0±0.51 ^a	96.2
Mean	93.8 ^B	96.3 ^A	96.7 ^A	95.6
LSD (Farmyard m.)=1.745				
LSD (Farmyard m.* Cultivars) = 2.245				

The number of days to physiological maturity was measured and the mean values (Table 7) were found between 130.3-136.3 days. The shortest number of days to physiological maturity was observed in the Histal variety at a 0 kg/ha dose of stable manure. The number of days to physiological maturity varies depending on the number of days to flowering. Among the varieties, Salkim matured earliest, while Gölyaka was the latest. Toker (2004) examined some broad bean genotypes and highlighted the significant impact of genotype factor on the number of physiological days. Previous studies have reported the number of days to physiological maturity in broad beans to be between 116-127 days (Kadioğlu, 2019).

Table 7. The averages of days to physiological maturity of broad bean cultivars (day)**Çizelge 7.** Bakla çeşitlerinin fizyolojik olum gün sayısı özelliğine ait ortalamaları (gün)

Cultivars	Farmyard Manure (kg ha ⁻¹)			Mean
	0	3000	6000	
Histal	130.3±0.08 ^f	134.0±0.58 ^{bc}	135.7±0.29 ^a	133.3 ^B
Salkim	131.7±0.63 ^{ef}	132.0±0.30 ^{de}	135.3±0.60 ^{ab}	133.0 ^B
Majör	133.3±0.58 ^{cd}	135.0±0.41 ^{ab}	135.0±0.72 ^{ab}	134.4 ^A
Gölyaka	132.3±0.08 ^{de}	136.3±0.38 ^a	135.7±0.50 ^a	134.8 ^A
Mean	131.9 ^B	134.3 ^A	135.4 ^A	133.9
LSD (Farmyard m.)=1.911				
LSD (Cultivar)=0.943				

Plant height was measured and the mean values (Table 8) were found between 39.0-55.7 cm. The factor of farmyard manure was significant in terms of this trait. It was observed that plant height increased as the doses of stable manure increased. The highest average plant height (54.3 cm) was measured at 6000 kg/ha dose. The plant height of Gölyaka is taller than the others. Cold days and snowfall during the vegetation period caused plant height to shorten and to be below the expected values. The cold tolerance range of broad bean can vary between -6°C (summer sowing), -12°C (winter varieties) (Landry et al., 2015). The developmental period and duration of the plant's exposure to cold are the most important factors determining this tolerance. In the study, temperatures below 0°C in January, February and March caused shortening in plant height (Tablo 1) (Ece et al., 2004). In studies in which different broad bean genotypes were examined, plant height values varied between 63.63 and 125.33 cm (Pekşen and Gülümser 2006) and between 71.33 and 116.07 cm (Pekşen et al., 2006). Although a positive relationship between plant height and grain yield can be expected, in some studies, high plant height causes lodging of faba beans. Aldemir et al. (2019), also used farmyard manure as organic fertiliser in chickpea plants and measured that plant height varied between 38.9-44.2 cm.

Table 8. The averages of plant height of broad bean cultivars (cm)**Çizelge 8.** Bakla çeşitlerinin bitki boyu özelliğine ait ortalamaları (cm)

Cultivars	Farmyard Manure (kg ha ⁻¹)			Mean
	0	3000	6000	
Histal	40.3±3.10	46.5±1.04	50.3±1.94	45.7
Salkim	39.0±2.28	45.3±1.08	55.3±4.44	46.6
Majör	40.0±1.86	48.3±1.57	55.7±2.76	48.0
Gölyaka	44.3±2.09	54.0±1.91	56.0±1.62	51.4
Mean	40.9^c	48.5 ^b	54.3^a	47.9
LSD (Farmyard m.)=3.252				

The mean values of the first pod height (Table 9) were found between 9.7-12.5 cm. Barn manure was found to be statistically significant for this trait. As the dose of farmyard manure increased, the height of the first pod increased, but since the plant lengths were short, this increase was not significant in practice. The first pod height of Salkim (11.7cm) was found to be longer among the varieties. First pod height is important for ease of manual harvesting of fresh pods and mechanical harvesting of dry seeds. Also, the lowest pods may be contaminated with soil particles due to splashing of raindrops. Since the plant height was short in this study, the first pod height was also short. It has been reported that there is a relationship between plant height and first pod height (Temel,1999). In previous studies in which different broad bean genotypes were examined, it was observed that the average first pod height values varied between 13.75-21.67 cm (Pekşen & Artik 2006). In another study, it was determined that the first pod height values were between 13.8-14.9 cm in some broad bean varieties grown in Siirt province (Uçar et al., 2020).

Table 9. The averages of the first pod height trait of pod varieties (cm)**Çizelge 9.** Bakla çeşitlerinin ilk bakla yüksekliği özelliğine ait ortalamaları (cm)

Cultivars	Farmyard Manure (kg ha ⁻¹)			Mean
	0	3000	6000	
Histal	10.3±0.41	11.3±0.34	12.7±0.51	11.4
Salkim	10.7±0.08	12.0±2.17	12.3±0.96	11.7
Majör	10.3±0.30	10.6±1.34	12.3±0.82	11.1
Gölyaka	9.7±0.50	11.5±0.68	12.7±0.58	11.3
Mean	10.3^b	11.4 ^{ab}	12.5^a	11.4
LSD (Farmyard m.)= 1.3438				

The stems other than the main stem are called lateral branches and they are reported to be affected by environmental conditions (Toker, 2004). The number of lateral branches per plant varies between 2 and 4 and the difference between varieties is significant. The number of branches is mainly influenced by agronomic management practices, including plant density (Gezahegn et al., 2016). The number of lateral branches per plant can also differ based on the differences in the genotype (Sozen & Karadavut, 2016). In the study, the number of branches per plant was measured and the average values (Table 10) were found between 0.3-3.3. According to the mean values, the number of branches of Gölyaka variety (2.7) was higher than other varieties. In the studies in which different pod populations were analyzed, the average number of branches was measured between 3.97-6.17 and 3.38-5.27 (Pekşen & Artik 2006; Ece et al., 2004).

Table 10. The averages of the number of lateral branches (number) trait of broad bean cultivars**Çizelge 10.** Bakla çeşitlerinin bitki yan dal sayısı (adet) özelliğine ait ortalamaları

Cultivars	Farmyard Manure (kg ha ⁻¹)			Mean
	0	3000	6000	
Histal	0.3±0.46	0.3±0.30	1.7±0.45	0.8^b
Salkim	0.3±0.36	1.0±0.08	1.0±0.29	0.8^b
Majör	1.3±0.22	1.7±0.90	1.0±0.28	1.3 ^b
Gölyaka	2.0±0.43	2.7±0.63	3.3±0.44	2.7^a
Mean	1.0	1.4	1.8	1.4
LSD (cultivar)=0.893				

The number of pods per plant was measured and the mean values (Table 11) ranged from 4.7 to 16. Significant factors were identified in terms of PN, including the interaction between farmyard manure and variety, farmyard manure and variety. Majör variety yielded the highest number of pods per plant (16) at 6000 kg/ha stable manure dose. As the doses of farmyard manure increased, the number of pods increased statistically significant. Among the varieties, Gölyaka stood out in terms of number of pods (14.6). There is a strong correlation exists between the number of pods, grain number and grain yield (Loss & Siddique, 1997). In a study on lentils, Koç et al. (2019) reported the number of pods per plant to ranged from 71.0 to 93.0.

Table 11. The averages of pod number in plant (number of pods) trait of broad bean cultivars**Çizelge 11.** Bakla çeşitlerinin bitkide bakla sayısı (adet) özelliğine ait ortalamaları

Cultivars	Farmyard Manure (kg ha ⁻¹)			Mean
	0	3000	6000	
Histal	4.7±0.45^h	7.7±0.33 ^{fg}	9.3±0.14 ^{ef}	7.2 ^B
Salkim	6.3±0.45 ^{gh}	8.0±0.33 ^{fg}	10.3±0.14 ^{de}	8.2 ^B
Major	6.3±0.44 ^{gh}	15.3±0.57 ^{ab}	16.0±1.31^a	12.6 ^A
Gölyaka	11.7±0.44 ^{cd}	13.3±0.57 ^{bc}	15.7±1.02 ^a	13.6 ^A
Mean	7.3 ^C	11.1 ^B	12.8 ^A	10.4
LSD (Farmyard m.)=0.997				
LSD (Cultivar)=1.208				
LSD (Farmyard m.*cultivar) =2.094				

The number of grains per pod was measured and the mean values (Table 12) ranged from 3.7 to 11.0. Significant factors affecting this trait included the interaction between farmyard manure and variety, as well as farmyard manure and variety individually. The highest number of grains per pod (11) was observed in Gölyaka cultivar at a dose of 6000 kg/ha of farmyard manure. As the farmyard manure doses increased, the number of grains per pod also increased, with the highest value (7.7) obtained at a dose of 6000 kg/ha of farmyard manure. Statistically significant differences in the number of grains per pod were found among the varieties, with the highest number (8.9) observed in Gölyaka. The number of grains per pod can impact pod yield (Lopez-Bellido et al., 2003). Previous studies have shown that the number of grains per pod ranged from 2.7 to 3.5 in different pod varieties (Başdemir et al., 2020). Both genotype and environment influence this trait, but the genotype was found to have a greater effect in the studies (Newton, 1979).

Table 12. The averages of number of grains in pods (number) of broad bean cultivars**Çizelge 12.** Bakla çeşitlerinin baklada tane sayısı (adet) özelliğine ait ortalamaları

Cultivars	Farmyard Manure (kg ha ⁻¹)			Mean
	0	3000	6000	
Histal	3.7±0.29 ^h	4.6±0.28 ^g	5.3±0.17 ^{fg}	4.5 ^C
Salkim	5.7±0.28 ^{ef}	5.7±0.45 ^{ef}	6.5±0.06 ^{de}	6.0 ^B
Major	5.7±0.29 ^{ef}	5.9±0.16 ^{D^{ef}}	7.9±0.22 ^c	6.5 ^B
Gölyaka	6.7±0.28 ^d	9.1±0.31 ^b	11.0±0.36 ^a	8.9 ^A
Mean	5.4 ^C	6.3 ^B	7.7 ^A	6.5
LSD (Farmyard m.)= 0.645				
LSD (Cultivar) =0.536				
LSD (Farmyard m.*cultivar)=0.929				

In the study, hundred seed weight was measured and the mean values (Table 13) ranged between 97.8 and 133.3 g. In terms of 100-SW, the interaction between farmyard manure and variety, farmyard manure, variety were found to be significant. According to the interaction, Major variety stood out in terms of hundred grain weight (133.3 g) at a farmyard manure dose of 6000 kg/ha. The effect of farmyard manure doses on hundred grain weight was statistically significant, with the weight increasing as the doses increased. The differences between the varieties were also statistically significant, with the major variety yielding the highest 100 grain weight (126.7g). The lower number of grains in the major variety contributed to the increase in hundred grain weight. Grain weight and size may vary among varieties (Landry et al., 2015; Etemadi et al., 2017). Additionally, environmental factors during the growing period can influence hundred grain weight (Salih, 1989). Dry conditions during the grain filling period may lead to a decrease in grain weight. Optimal pod development occurs between 12-20°C (Lidon et al., 2001). In this study, the average temperatures of 14-16°C in April and May during the pod filling period resulted in a favorable grain filling period and an average hundred grain weight. Faba bean varieties are categorized as large-seeded (>1.0 g seed⁻¹), medium-seeded (0.5-1.0 g seed⁻¹), and small-seeded (<0.5 g seed⁻¹) (Etemadi et al., 2018). In the previous studies, it was reported that the average values of 100 grain weight of different varieties were found to be between 107.0 and 123.9 g. The hundred grain weight of the Salkim variety was lower than the other varieties (Öncan-Sümer et al., 2022). In another study, 100 grain weight values in pods were measured between 118.9-126.2 g (Uçar et al., 2020).

Table 13. The average of 100-seed weight (g) of broad bean cultivars**Çizelge 13.** Bakla çeşitlerinin yüz tane ağırlığı (g) özelliğine ait ortalamaları

Cultivars	Farmyard Manure (kg ha ⁻¹)			Mean
	0	3000	6000	
Histal	97.8±3.47 ^d	122.4±0.46 ^{bc}	126.0±1.01 ^{abc}	115.4 ^B
Salkim	114.0±1.13 ^d	123.0±0.72 ^{bc}	129.9±3.80 ^{ab}	122.3 ^B
Majör	118.3±2.64 ^c	128.3±2.44 ^{ab}	133.3±5.68 ^a	126.7 ^A
Gölyaka	122.0±0.60 ^{B^c}	126.0±2.37 ^{abc}	127.7±1.96 ^{ab}	125.2 ^A
Mean	113.0 ^B	124.9 ^A	129.2 ^A	122.4
LSD (Farmyard m.)=4.432				
LSD (Cultivar)=5.261				
LSD (Farmyard m.*cultivar)=9.114				

The average values of grain yield (Table 14) were between 1740.0 to 2836.0 kg/ha. Farmyard manure and variety factors were found to be significant for this trait. It was determined that the doses of stable manure increased the grain yield and the yield increased as the doses increased. The difference between the varieties was found to be statistically significant, with the Gölyaka variety (2414.0 kg/ha) standing out. Grain yield is influenced by both genotype and environmental factors. Previous studies have

shown that the differences between varieties were found to be significant, and the average values varied between 1700-1831.0 kg/ha (Uçar et al., 2020; Pekşen & Artık, 2006; Karaköy et al., 2017; Başdemir et al., 2020). In a study conducted by Karayel (2020), grain yield and protein ratio values in grain were analysed by regression analysis considering the doses of farmyard manure and it was reported that fertilizer doses were secondarily important for grain yield, while protein ratio was primarily important. In a study examining grain yields of different broad bean populations, the yields were obtained between 1654.3 and 5892.3 kg/ha (Pekşen & Artık, 2006). Bozoglu et al. (2002) measured fresh broad bean yields between 7.73 and 9.15 tonnes/ha. However, it was observed that the genotype factor was not effective on grain yield in some green-consumed broad bean grains (Ece et al., 2004). The higher values of the number of grains in pods and the number of grains in the plant lead to an increase in grain yield (Sindhu, 1985). In previous studies, it was reported that fertilizer application significantly enhances grain yield (Fekadu et al., 2018). Aldemir et al. (2019) observed a higher grain yield from farmyard manure application compared to chemical fertilizer application in chickpeas. In the study of compost and farmyard manure application in beans, the effects of dry matter content and yield were found to be statistically significant (Yağmur et al., 2017). Saylak (2018) found grain yield in pods as 2444.0 kg/ha in his study. Previous studies have shown that farmyard manure application increases grain yield (Sabourifard et al., 2023).

Table 14. Averages of grain yield (kg/ha) trait of broad bean varieties

Çizelge 14. Bakla çeşitlerinin tane verimi (kg/ha) özelliğine ait ortalamaları

Cultivars	Farmyard Manure (kg ha ⁻¹)			Mean
	0	3000	6000	
Histal	1740.0±4.30	1870.0±9.32	2470.0±10.32	2027.0 ^b
Salkim	1780.0±3.21	1837.0±10.63	2430.0±7.09	2020.0 ^b
Major	1910.0±2.77	2300.0±12.67	2836.0±9.18	2348.0 ^a
Gölyaka	2123.0±2.85	2285.0±3.25	2833.0±12.43	2414.0 ^a
Mean	1892.0 ^c	2073.0 ^b	2642.0 ^a	2202.0
LSD (Farmyard m.)= 107.04				
LSD (Cultivar)=162.50				

In this study, grain protein ratio was measured, and the mean values (Table 15) were found between 20.8 and 23.7. The cultivar factors were found to be significant in terms of this trait. The differences between the varieties were found statistically significant. The highest grain protein ratio (23.5) was obtained from Histal variety. The differences between farmyard manure*variety interaction and farmyard manure factor were found statistically insignificant. In the studies (Karayel et al., 2020), the highest seed protein ratio was obtained from 3000 kg/ha farmyard manure dose application. Aldemir et al. (2019) reported protein ratios ranging from 22.67% to 25.67% in their study on chickpeas, which included organic fertilizer application with farmyard manure. Öncan Sümer et al. (2022) indicated that phosphorus doses influenced the seed protein ratio, with the highest values obtained from a 12 kg/da phosphorus dose, resulting in a grain protein ratio of 24.7% in the first year and 25.3% in the second year.

Table 15. The averages of grain protein (%) trait of broad bean cultivars

Çizelge 15. Bakla çeşitlerinin tane protein (%) özelliğine ait ortalamaları

Cultivars	Farmyard Manure (kg ha ⁻¹)			Mean
	0	3000	6000	
Histal	22.6±0.27	23.4±0.49	23.5±0.31	23.1 ^a
Salkim	20.9±0.54	22.1±0.08	21.7±0.34	21.2 ^b
Major	21.0±0.51	21.2±0.07	21.5±0.14	21.3 ^b
Gölyaka	20.7±0.18	21.3±0.47	21.1±0.11	21.0 ^b
Mean	21.3	21.7	22.0	21.7
LSD (Cultivar)= 0.924				

CONCLUSION

According to the results of the study, the application of farmyard manure had a positive effect on many traits examined, and grain yield and yield components increased as the dose increased. In the year of the study, it was observed that the plants had a short stature, and yield components were adversely affected by low temperatures due to the snowfall during the vegetation period when the pods had 5-6 leaves and low temperatures in winter months. In terms of grain yield, Gölyaka and Major showed higher yields compared to the others. The literature reports that the positive effect of farmyard manure application on soil physical properties and microorganism activities can be observed several years after application. However, it is crucial to continue the study to observe the positive effects on plant yield and yield characteristics. Evaluating multi-year data together will provide clearer results. Additionally, higher doses can be included in the study to observe the effect of farmyard manure more distinctly.

Data Availability

Data will be made available upon reasonable request.

Author Contributions

Conception and design of the study: FÖS, SÖS; sample collection: SÖS; analysis and interpretation of data: FÖS; statistical analysis: FÖS, SÖS; visualization: FÖS, SÖS; writing manuscript: FÖS, SÖS.

Conflict of Interest

There is no conflict of interest between the authors in this study.

Ethical Statement

We declare that there is no need for an ethics committee for this research.

Financial Support

This study did not receive any specific funding.

Article Description

This article was edited by Section Editor Prof. Dr. Hakan GEREN.

REFERENCES

- Abiodun, O.A., A.O. Dauda, O.A. Fabiyi & F.M. Akintayo, 2022. "Biofortification: Quality Improvement of Faba Bean, 275-299". In: Faba Bean: Chemistry, Properties and Functionality. Springer International Publishing. (Eds. S.P. Bangar & S.N. Dhull), Cham, Switzerland, 397 pp. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-14587-2_11
- Aldemir, B., 2019. The Effects of Rose Pulp, Farmyard Manure and Inoculation on Yield and Some Yield Elements in Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Cultivation. The University of Isparta, Agriculture Faculty, Department of Field Crops, (Unpublished) Master Thesis Isparta, 63 pp. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=Mgb-ttD8ybcoZSro-Zrqcw&no=KvJq2CD-c8iNt22EE7gUFg>
- Başdemir, F., Z. Türk, S. İpekeşen, M. Tunç, S. Eliş & B.T. Biçer, 2020. The Effect of Fertiliser Applications on Yield and Yield Elements of Some Broad Bean (*Vicia faba* L.) Varieties. Turkish Journal of Agriculture and Natural Sciences, 7 (3): 749-756.
- Bozoğlu, H., 1989. A Research on the Growth and Yield of Broad Bean Varieties Sown at Different Times in Samsun Ecological Conditions. The University of Ondokuz Mayıs, Agriculture Faculty, Department of Field Crops, (Unpublished) Master Thesis, Samsun, 83 pp. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=o4LZ97V5LtGSKBkw1VSpw&no=o4LZ97V5LtGSKBkw1VSpw>
- De Notaris, C., E.E. Enggrob, J.E. Olesen, P. Sørensen & J. Rasmussen, 2023. Faba bean productivity, yield stability and N₂-fixation in long-term organic and conventional crop rotations. Field Crops Research, 295: 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2023.108894>
- Ece, A., O. Düzdemir, C. Akdağ & F. Uysal, 2004. Investigation of the possibilities of growing fresh broad bean (*Vicia faba* L.) in unheated glass greenhouse in winter period. Horticulture 33 (1-2): 59-65.

- Etemadi, F., M. Hashemi, O. Zandvakili, A. Dolatabadian & A. Sadeghpour, 2018. Nitrogen contribution from winterkilled faba bean cover crop to spring-sown sweet corn in conventional and no-till systems. *Agronomy Journal*, 110 (2): 455-462.
- Etemadi, F., M. Hashemi, R. Abbasi Shureshjani & W. Autio, 2017. Application of data envelopment analysis to assess performance efficiency of eight faba bean varieties. *Agronomy Journal*, 109 (4): 1225-1231. <https://doi.org/10.2134/agronj2016.10.0617>
- FAOSTAT 2022. Crops. Statistics Division, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. (Web page: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>) (Date accessed: April 2024)
- Fekadu, E., K. Kibret, A. Melese & B. Bedadi, 2018. Yield of faba bean (*Vicia faba* L.) as affected by lime, mineral P, farmyard manure, compost and rhizobium in acid soil of Lay Gayint District, northwestern highlands of Ethiopia. *Agriculture & Food Security* 7: 1-11. <https://doi.org/10.1186/s40066-018-0168-2>
- Gezahegn, A.M., K. Tesfaye, J.J. Sharma & M.D. Bebel, 2016. Determination of optimum plant density for faba bean (*Vicia faba* L.) on vertisols at Haramaya, Eastern Ethiopia. *Cogent Food & Agriculture*, 2: 1224485. <https://doi.org/10.1080/23311932.2016.1224485>
- Heinze, S., J. Raupp & R.G. Joergensen, 2010. Effects of fertilizer and spatial heterogeneity in soil pH on microbial biomass indices in a long-term field trial of organic agriculture. *Plant Soil*, 328: 203-215.
- Kadioğlu, S., 2019. Yield and some agromorphological characteristics of some broad bean (*Vicia faba* L.) varieties and populations grown in Erzurum province. *Journal of Field Crops Central Research Institute*, 28 (2): 112-120.
- Karaköy, T., A. Demirbaş, F. Toklu, E. Tuğay Karagöl, D. Uncuer, N. Gürsoy & H. Özkan, 2017. Agronomic and morphological characterisation of local populations of broad bean (*Vicia faba* L.) collected from different Regions of Turkey. *Journal of Agriculture and Nature*, 20 (Special issue): 356-361.
- Karayel, R., A. Uzun & H. Bozoglu, 2020. The effect of barn fertiliser doses on the yield and quality of chickpea (*Cicer arietum* L.). *Bilecik Şeyh Edipali University Journal of Science and Technology*, 7 (100th Anniversary Special Issue): 279-288.
- Kardeş, Y.M., Ö.D.E. Köse & Z. Mut, 2019. The status of cereals and edible grain legumes in Turkey and their place in Bilecik agriculture by years. *Hasat magazinei*: 1197-1208. <https://www.researchgate.net/publication/338698250>
- Koç, S., 2016. A Research on Determination of Yield and Yield Components of Broad Bean (*Vicia faba* L.) Genotypes Grown under Tekirdag Conditions. Namık Kemal University, Department of Field Crops, (Unpublished) Master Thesis, Tekirdağ, 56 pp. <https://hdl.handle.net/20.500.11776/1068>
- L'opez-Bellido, R. J., L. L'opez-Bellido, J. L'opez-Bellido & J. E. Castillo, 2003. Faba bean (*Vicia faba* L.) response to tillage and soil residual nitrogen in a continuous rotation with wheat (*Triticum aestivum* L.) under rainfed Mediterranean conditions. *Agronomy Journal*, 95: 1253-1261. <https://doi.org/10.2134/agronj2003.1253>
- Landry, E.J., C.J. Coyne, R.J. McGee & J. Hu, 2015. Adaptation of Autumn-Sown Faba Bean Germplasm to Southeastern Washington. *Agronomy Journal*, 108: 301-308.
- Lidon, F., G. Ribeiro, H. Santana, H. Marques, K. Correia & S. Gouveia, 2001. Photoinhibition in chilling stressed Leguminosae: comparison of *Vicia faba* and *Pisum sativum*. *Photosynthetica* 39: 17-22. <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1012427415388>
- Loss, S.P. & K.H.M. Siddique, 1997. Adaptation of faba bean (*Vicia faba* L.) to dryland Mediterranean-type environments I. seed yield and yield components. *Field Crops Research*, 52 (1): 17-28. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(96\)03455-7](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(96)03455-7)
- Midik, E.F., K. Cellat, O. Eren, Ş. Gül, E. Kuşvuran & F. Şen, 2019. Comparison of nanoscale zero-valent iron, fenton, and photo-fenton processes for degradation of pesticide 2,4-dichlorophenoxyacetic acid in aqueous solution. *Springer Nature Applied Sciences*, 1: 1491.
- Móznér, Z., A. Tabi & M. Csutora, 2012. Modifying the yield factor based on more efficient use of fertilizer-The environmental impacts of intensive and extensive agricultural practices. *Ecological Indicators*, 16: 58-66. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.06.034>
- Newton, S.D., 1979. Response of yield components to plant density and time of sowing in two cultivars of field bean (*Vicia faba* L.). *Proceeding of the Agronomy Society of New Zealand*, 9: 11-14. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19820741077>
- Öncan Sümer, F. & H. Erten, 2022. The effect of different phosphorus doses on yield and yield components and protein ratio in broad bean (*Vicia faba* L.). *Adnan Menderes University of Agriculture Faculty Field Crops Department*, 19 (1): 103-109. <https://doi.org/10.25308/aduziraat.1054859>

- Pekşen, A. & C. Artık, 2006. Determination of herbal characteristics and grain yield of local broad bean (*Vicia faba* L.) populations. *Journal of Agricultural Sciences*, 12 (2): 166-174. https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000000479
- Pekşen, A., E. Pekşen & C. Artık, 2006. Determination of plant characteristics and fresh pod yield of some broad bean (*Vicia faba* L.) populations. *Anatolian Journal of Agricultural Sciences*, 21 (2): 225-230.
- Pekşen, E. & A. Gülümser, 2006. Comparison of broad bean (*Vicia faba* L.) genotypes sown in autumn and spring in terms of some crop characteristics and grain yield. *Anatolian Journal of Agricultural Sciences*, 22 (1): 79-85.
- Rose, T.J., C.C. Julia, M. Shepherd, M.T. Rose & L. Van Zwieten, 2016. Faba bean is less susceptible to fertiliser N impacts on biological N₂ fixation than chickpea in monoculture and intercropping systems. *Biology and Fertility of Soils*, 52: 271-276.. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00374-015-1062-8.pdf>
- Ruisi, P., G. Amato, G. Badagliacca, A.S. Frenda, D. Giambalvo & G.D. Miceli, 2017. Agro-ecological benefits of faba bean for rainfed Mediterranean cropping systems. *Italian Journal of Agronomy*, 12: 233-245. <https://www.agronomy.it/agro/article/view/865/908>
- Sabourifard, H., A. Estakhr, M. Bagheri, S.J. Hosseini & H. Keshavarz, 2023. The quality and quantity response of maize (*Zea mays* L.) yield to planting date and fertilizers management. *Food Chemistry Advances*, 2. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100196>
- Salih, F.A., 1989. Effect of sowing date and plant population per hill on faba bean (*Vicia faba* L.) yield. *Fabis Newsletter*, 23: 15-19.
- Saylak, S., 2018. Effect of Nutrients on Yield and Yield Components in Chickpea (*Cicer arietinum* L.), Broad Bean (*Vicia faba* L.), Pea (*Pisum sativum* L.). Dicle University of Agriculture Faculty Field Crops Department, (Unpublished) Master Thesis, Diyarbakır, 97 pp.
- Sheha, A.M., M.M. Abou El-Enin, E.F. El-Hashash, M.M. Rady, R.S. El-Serafy & A. Shaaban, 2023. The productivity and overall benefits of faba bean-sugar beet intercropping systems interacted with foliar-applied nutrients. *Journal of Plant Nutrition*, 46 (8): 1683-1700. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2023.108894>
- Sindhu, J.S., O.P. Singh & K.P. Singh, 1985. Component analysis of the factors determining grain yield in faba bean (*Vicia faba* L.) FABIS (Food and Agriculture Biotechnology Institute) News Letter ICARDA (International Center for Agricultural Research in the Dry Areas), Faba bean Information Service, 13: 3-5.
- Sozen, O. & U. Karadavut, 2016. "The yield traits of some cowpea (*Vigna sinensis* L.) genotypes cultivated in Kirsehir province of Turkey, 1099-1107". VII International Scientific Agriculture Symposium, 6-9 October 2016, Jahorina, Bosnia and Herzegovina, 1187 pp. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/epdf/10.5555/20173053773>
- Sultani, M.I., M.A. Gill, M.M. Anwar & M. Athar, 2007. Evaluation of soil physical properties as influenced by various green manuring legumes and phosphorus fertilization under rain fed conditions. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 4 (1): 109-118. <https://doi.org/10.1007/BF03325968>
- Temel, N., 1999. A Research on Determining the Effects of Different Doses of Nitrogen and Phosphorus Fertilisers and Bacteria Inoculation (*Rhizobium leguminosarum*) on Yield and Yield Elements of Winter Red Fırat-87 (*Lens culinaris* M.) Lentil Variety under Van Ecological Conditions. University of Yüzüncü Yıl of Agriculture Faculty Field Crops Department, (Unpublished) Master Thesis, Van, 108 pp.
- Toker, C., 2004. Estimates of broad-sense heritability for seed yield and yield criteria in faba bean (*Vicia faba* L.). *Hereditas*, 140 (3): 222-225. <https://doi.org/10.1111/j.1601-5223.2004.01780.x>
- Ucar, O., S. Soysal & M. Erman, 2020. Determination of grain yield and yield characteristics of some broad bean (*Vicia faba* L.) varieties grown in Siirt province ecological conditions. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 4 (3): 542-549.
- Uphoff, N. & F.B. Dazzo, 2016. Making rice production more environmentally-friendly. *Environments*, 3 (2): 1-7. <https://doi.org/10.3390/environments3020012>
- Xie, J., X. Wu, J. Tang, J. Zhang & X. Chen, 2010. Chemical fertilizer reduction and soil fertility maintenance in rice-fish coculture system. *Frontiers of Agriculture in China*, 4: 422-429. <https://doi.org/10.1007/s11703-010-1049-z>
- Yagmur, B. & B. Okur, 2017. The Effect of compost, barn manure and sulphur applications on the growth of beans grown in calcareous alkaline soil. *Soil Water Journal, (Special Issue)*: 13-25. <https://doi.org/10.21657/topraksu.338302>
- Yilmaz, M. & M. Kose, 2023. Determination of adaptation of broad bean (*Vicia faba* L.) populations and varieties collected from different provinces to Bilecik conditions. *Journal of Agricultural Biotechnology*, 4 (1): 42-50. <https://doi.org/10.58728/joiaabt.1217714>



Research Article (Araştırma Makalesi)

Rıza IŞIK¹

R. Refika AKÇALI GIACHINO^{2*}

¹ District Directorate of Agriculture and Forestry, 35980 Dikili, İzmir, Türkiye

² Ege University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, 35100 Bornova, İzmir, Türkiye

* Corresponding author (Sorumlu yazar):

refika.giachino@ege.edu.tr

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2025, 62 (2):215-228

<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1506339>

Performance of durum wheat landraces concerning on grain yield and spike characteristics in Bornova ecological conditions*

Bornova ekolojik koşullarında yerel makarnalık buğday çeşitlerinin tane verimi ve başak özelliklerine ilişkin performansı

* This article is summarized from the master's thesis of the first author. This article was supported by Ege University Scientific Research Projects Coordination Office as project number 2022-23855.

Received (Alınış): 30.06.2024

Accepted (Kabul Tarihi): 17.12.2024

ABSTRACT

Objective: The aim of this study was to determine the grain yield and spike characteristics of durum wheat landraces collected from different regions of Türkiye under Bornova-Yakaköy conditions and to determine the best adapted varieties for the region.

Materials and Methods: In the 2021-2022 growing season, the trial was carried out with three replications according to the randomized blocks trial design in Yakaköy conditions of İzmir/Bornova district. Nine local durum wheat varieties and three standard varieties were used as material. Within the scope of the study, heading time, maturity time, spike length, spike weight, number of spikelet per spike, number of grains per spike, grain weight per spike, spike harvest index and grain yield properties were investigated.

Results: Statistically significant differences were found between the landraces and the standard varieties for all traits except spike harvest index. Regarding heading times and spike length, it was observed that the local landraces exhibited higher values than the standard varieties. In terms of spike weight, Akpüsen landrace exhibited 22.7% higher mean value than the standard varieties. The local landraces exhibited a 53% decrease in grain yield compared to the standard varieties.

Conclusion: Akpüsen, Şahman, Kunduru and Sarı Bursa varieties had differences in terms of yield by giving higher values than both the landrace average and the general average.

ÖZ

Amaç: Bu çalışma ile Türkiye'nin çeşitli bölgelerinden toplanmış yerel makarnalık buğday çeşitlerinin Bornova-Yakaköy koşullarındaki tane verimi ve başak özelliklerinin belirlenerek yöreye en iyi adaptasyon sağlayan çeşitlerin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem: Deneme 2021-2022 yetiştirme sezonunda İzmir/Bornova ilçesi Yakaköy koşullarında tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Denemede materyal olarak dokuz yerel makarnalık buğday çeşidi ve üç standart çeşit kullanılmıştır. Çalışma kapsamında başaklanma süresi, olgunlaşma süresi, başak uzunluğu, başak ağırlığı, başakta başakçık sayısı, başakta tane sayısı, başakta tane ağırlığı, başak hasat indeksi ve tane verimi özellikleri incelenmiştir.

Araştırma Bulguları: Başak hasat indeksi hariç tüm özellikler için yerel ve standart çeşitler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur. Başaklanma zamanı ve başak uzunluğu bakımından yerel çeşitlerin standart çeşitlerden daha yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür. Akpüsen çeşidinin başak ağırlığı ortalaması standart çeşitlerden %22,7 daha yüksek olmuştur. Yerel çeşitler, standart çeşitlere kıyasla tane veriminde %53'lük bir düşüş sergilemiştir.

Sonuç: Akpüsen, Şahman, Kunduru ve Sarı Bursa yerel çeşitleri hem yerel çeşit ortalamasından hem de genel ortalamadan daha yüksek değerler vererek verim bakımından fark yaratmıştır.

Keywords: Akpüsen, durum wheat, spike characters, sustainability, wheat landraces, yield

Anahtar sözcükler: Akpüsen, makarnalık buğday, başak özellikleri, sürdürülebilirlik, yerel buğday, verim

INTRODUCTION

Wheat (*Triticum* spp.) is a plant belonging to the family of Gramineae (Poaceae) (Quisenberry & Reitz, 1967). This strategic cereal species is widely cultivated worldwide. Wheat is a rich source of nutrients and plays an important role in the nutrition and trade of many countries. It is also used in animal nutrition and industry (Pala et al., 2018; Kılıç et al., 2022). Durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. *durum* Desf.) is the most important cultivated tetraploid ($2n = 4x = 28$, AABB) wheat species, with a limited distribution across the globe. It plays a significant role in global trade. Durum wheat is cultivated on approximately 14 million hectares worldwide, with an annual production of 34.5 million tons of grain (2022-2023) (International Grains Council (IGC), 2024). The area under durum wheat cultivation represents approximately 6.2 percent of the total area under wheat cultivation and 4.5 percent of the total wheat production (Blanco, 2024). The countries that produce the majority of durum wheat are the European Union, Canada, Türkiye, Algeria, Morocco, the United States, Mexico, China and India. The European Union is the first producer of durum wheat with more than 7.5 million tons of grain, with Italy playing a leading role. Canada is the most important exporter in the world durum wheat market, as it exports most of its production. The European Union is among not only the major producers and exporters, but also the most important consumer (Anonymous, 2024a; Blanco, 2024). In Türkiye, durum wheat cultivation area is 1.26 million hectares with a production of 4.3 million tons (TUIK, 2024). Currently, durum wheat accounts for about 16% of the total national wheat area and about 10% of the global durum wheat area (International Grains Council, 2022; Martínez-Moreno et al., 2022). Türkiye's durum production increased by 15% to 4.3 million tons in 2023/24, turning Türkiye from a net importer of durum into a major exporter (Anonymous, 2024b). With record durum wheat production at a time of limited supply, Türkiye has emerged as a major player in international grain markets. As a result, Türkiye's durum exports are estimated to reach 1.7 million tons (Stratégie Grains, 2024).

Wheat was cultivated approximately 12,000 years ago in the region called 'Fertile Crescent', which includes Türkiye, and spread all over the world from Anatolia (Salamini et al., 2002). In this sense, Türkiye is a very important gene center that hosts the wild relatives of wheat in the primary and secondary gene pool (Karagöz, 2014). As a result of natural evolution and hybridization from the wild relatives of wheat in Anatolia and selection by humans, varieties suitable for local needs have started to emerge. Local wheat varieties are the genotypes that are developed by farmers using traditional methods and have adapted to a certain region with the effect of natural selection (Zencirci, 2018). These local wheats were intensively cultivated until the 20th century. The cultivation areas of local wheat varieties decreased rapidly and almost disappeared, especially after the widespread use of new high-yielding, short-length breeding varieties (Green Revolution). Although certain local wheat landraces exhibit considerable potential in terms of traits such as adaptability, quality, flavor and aroma, their grain yield is comparatively limited in comparison to those of commercial varieties. In the present era, the yield and net income per unit area of traditional local wheat varieties are unable to compete with those of cultivated varieties. However, in recent years, there has been a notable increase in interest and demand for local wheat landraces and products derived from them on a global scale, including in Türkiye. This offers a promising opportunity for local wheats. Local landraces are cultivated using traditional methods on a limited number of small-scale family farms, often in unfavorable environmental conditions. The significance of genetic materials is growing annually on a global scale, with a particular focus on the protection of gene resources, particularly local populations. Local wheat landraces, which are estimated to be cultivated in less than 1% of the total wheat cultivation area of Türkiye (Mazid et al., 2009), are also of significance in terms of creating genetic resources, particularly for breeding studies. Indeed, numerous researchers have asserted that local landraces possess considerable potential for use in breeding studies (Zanatta et al., 1996, 1998; Jaradat, 2012). The conservation of wheat diversity is possible by protecting the wild relatives of wheat and old local landraces. This is only possible if the necessary conservation measures are taken with the participation and co-operation of all interest groups. In order to ensure the sustainability of local landraces, the efforts should be encouraged by farmers to protect local

landraces that are disappearing with the widespread use of modern wheat varieties. It is of great importance to determine the beneficial characteristics and potentials of local wheat varieties that can be used in wheat breeding programs and to grow those that are well adapted to regions with global climate change with sustainable practices in ecological conditions. The objective of this study was to determine the performance of the local wheat varieties in Bornova-Yakaköy conditions and to identify the varieties that provide the best adaptation to the region. The aim was to characterize nine local durum wheat varieties and three standard varieties, collected from different locations, in terms of some spike characteristics and grain yield.

MATERIALS and METHODS

Plant Material

The plant material of the study consisted of nine durum wheat landraces collected from different regions of Türkiye (Table 1) and three varieties obtained from the Aegean Agricultural Research Institute. These registered varieties were used as standards. Although Ağ Buğday and Yazlık Adana local varieties are classified as 'bread' wheat (*Triticum aestivum* subsp. *aestivum*), they are used for various purposes, including pasta production in certain regions. The research was conducted in 2021-22 growing season in Bornova Natural Agriculture Center and Farm Area (Yakaköy/Bornova). The area, where the experiment was established, is at the coordinates of 38°50'08" north latitude and 27°18'09" east longitude, and its altitude is approximately 320 meters above sea level.

Table 1. Durum wheat genotypes used in the experiment

Çizelge 1. Denemede kullanılan makarnalık buğday genotipleri

Genotypes		Source
Karaburun Sarı Buğday	Landrace	İzmir
Sarı Bursa	Landrace	Balıkesir
Ağ Buğday	Landrace	Yozgat
Kunduru	Landrace	Yozgat
Yozgat Sarı Buğday	Landrace	Yozgat
Şahman	Landrace	Yozgat
Yazlık Adana	Landrace	Adana
Koca Buğday	Landrace	Denizli
Akpüsen	Landrace	Manisa
Şölen	Standard Variety	AARI
Poyraz	Standard Variety	AARI
Alatay	Standard Variety	AARI

*AARI: Aegean Agricultural Research Institute.

Method

In the research, field experiments were conducted according to the randomized block design with three replications. The plot size of the experiments was 1.20 m x 5 m = 6 m² at harvest, sown as 6 rows with 20 cm row spacing. The sowing norm was 500 seeds m⁻² and the seeds were sown by hand at a depth of 3-4 cm. In the research, sowing was carried out on 13 November 2021. No fertilizer was applied before and after sowing. In addition, the trial area was entirely dependent on natural precipitation, with no supplementary irrigation employed. When the plants reached harvest maturity, they were harvested by hand and threshed with a threshing machine on 25 June 2022. Heading times, maturity time, spike length, spike weight, spike weight, number of spikelet in spike, number of grains in spike, grain weight in spike, spike harvest index and grain yield per hectare were determined according to the method described by Akkaya & Akten (1985) and Pask et al. (2012). Statistical analyses were performed using SPSS V.22 software. The differences between the means were determined according to the least significant difference (LSD) test.

Some physical and chemical properties of the soils of the research area are given in Table 2, and the average climatic data for 2021-2022 and long years are given in Table 3.

According to the soil analyses carried out in the laboratories of Ege University, Faculty of Agriculture, Department of Soil, the soils of the research area have clayey-loamy texture, medium alkaline character and low salt content. Organic matter content of the soils is sufficient and lime content is high (Table 2).

Table 2. Some physical and chemical properties of soil of the trial area

Çizelge 2. Deneme alanı toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Depth (cm)	0-30
Soil reaction (pH)	8.1 (medium alkaline)
Salinity (%)	0.05 (Unsalted)
Lime (CaCO ₃) (%)	22.1 (Very Calcareous)
Sand (%)	44.96
Mile (%)	28
Clay (%)	27.04
Soil structure	Clay-Loam
Organic matter (%)	3.22 (Adequate)
Total N (%)	0.319 (Excess)
Available Phosphorus (P)	15.6 (Adequate)

Table 3. Climatic data of Bornova/Yakaköy district where the experiment was conducted

Çizelge 3. Denemenin yürütüldüğü Bornova/Yakaköy'e ait iklim verileri

Months/Years	Temperature (°C)		Precipitation (mm)		Relative Humidity (%)	
	2021-2022	Long Years	2021-2022	Long Years	2021-2022	Long Years
October	15.4	16.8	47.0	50.6	68.3	68.9
November	12.9	12.1	63.4	61.5	80.8	76.1
December	8.0	7.4	225.0	104.2	92.8	83.8
January	4.5	6.0	68.4	186.2	81.3	84.3
February	7.0	8.1	130.6	94.6	85.0	80.3
March	5.3	10.2	26.0	89.0	64.6	73.7
April	14.8	14.1	29.1	46.4	61.9	64.2
May	19.7	19.1	7.9	41.5	50.2	59.3
June	24.2	23.0	19.7	55.1	49.6	58.2
Average	12.4	12.4	617*	729.0*	70.5	72.05

General Directorate of Meteorology, *: Total value.

RESULTS and DISCUSSION

In this study, conducted in Bornova/Yakaköy arid conditions, the analysis of variance results of the mean squares of nine landraces and three standard durum wheat varieties for heading time, maturity time, spike length, spike weight, number of spikelet in spike, number of grains in spike, grain weight in spike, spike harvest index and grain yield are shown in Table 4. The findings of the variance analysis of the collected data demonstrated that there were significant differences at $p < 0.05$ and $p < 0.01$ among the varieties for all traits, with the exception of spike harvest index. The mean of the analyzed traits and the groups formed are given in Table 5.

Table 4. Results of variance analysis for all examined traits in durum wheat genotypes**Çizelge 4.** Makarnalık buğday genotiplerinde incelenen bütün özelliklere ait varyans analiz sonuçları

Source of Variation	DF	Heading Times	Maturity Times	Spike Length	Spike Weight	Number of Spikelet in spike	Number of grains in spike	Grain weight in spike	Spike harvest index	Grain yield
Genotype	11	92.364	113.785	3.243	1.539	29.922	226.523	0.884	47.303	11240.575
Repetition	2	33.583	1.361	0.090	0.036	1.157	8.396	0.013	10.428	3316.021
Error	22	29.492	1.967	0.255	0.012	3.309	3.992	0.011	46.354	4002.264
General	35	49.486	37.075	1.184	0.493	11.550	74.182	0.285	44.599	6237.948
F value		3.132**	7.842**	12.725**	129.433**	9.043**	56.741**	81.007**	1.020ns	2.809*
Coefficient Variation (%)		4.42	3.61	7.6	6.1	11.2	6.8	8.2	10.0	33.2

*: $p < 0.05$; **: $p < 0.01$; ns: not significant; DF: degrees of freedom.

Days to heading (days)

When the heading times of durum wheats used in the study were analyzed, significant differences were found among the genotypes at $p < 0.01$ level and with a coefficient of variation of 4.42% (Table 4). While the heading time of the genotypes varied between 114 days and 132 days, the general average was found to be 123 days. The durum wheat genotypes formed six different groups (Table 5).

Among the landraces, the highest heading time was 132 days for Koca Buğday, followed by Kunduru with 129 days, Yozgat Sarı Buğday and Akpüsen with 127 days. The trial results indicated that all landraces, with the exception of two (Yazlık Adana and Karaburun Sarı Buğday), exhibited a higher number of days to heading than the average of the control varieties (118.6 days). Days to heading of other landraces were between these. The average heading time was found to be 124.5 days (Table 5).

Among the standard varieties, Poyraz exhibited the highest heading time, with an average of 119.7 days, followed by Alataş with an average of 119 days. The lowest heading time was observed in Şölen, with an average of 117 days. The mean heading time was 118.6 days (Table 5). Koca Buğday, Kunduru, Akpüsen, Yozgat Sarı, Şahman, Ağ Buğday, Sarı Bursa exhibited a later heading than the standard varieties (Şölen, Poyraz, Alataş). Table 5 indicates that the average heading time of the landraces is above the general average, while the standard varieties are below the general average. Öner & Kendal (2022) conducted a study on durum wheat landraces in Mardin, which revealed that heading time varied between 93 and 124 days. The observed variation in durum wheat heading time can be attributed to the climatic conditions in the region where the crop is grown, as well as the genetic structure. The heading of wheat spikes at an early-stage results in a prolongation of the grain-filling period, which allows for the completion of heading before the extreme heat of the following periods and an early transition to the grain-filling period, which increases grain yield (Balkan, 2006).

Days to maturity

Maturation time (days) is calculated as the number of days between the date when the spike emerges from the flag leaf sheath in approximately 75% of the plants in the plot and the date when the spike, flag leaf node and leaves turn yellow. When the maturity time data of the wheat genotypes used in the trial area are examined, the significant differences were observed between the genotypes at $p < 0.01$ level and a coefficient of variation of 3.61% (Table 4). While the maturity time of the genotypes varied between 29.3 days and 45.3 days, the general average was found to be 38.8 days. The durum wheat varieties formed eight different groups (Table 5). It is thought that the amount of precipitation in the 2021-2022 vegetation period, especially in March, April and May, was significantly lower than the long-term average, which would affect early maturity.

Among the landraces, Yazlık Adana had the highest maturity time with 45.3 days, followed by Karaburun Sarı with 45 days, and Ağ Buğday with 41.1 days. The lowest maturity time was found to be Yozgat Sarı, 29.3 days. The average maturity time of landraces was observed to be 37 days (Table 5).

Among the standard wheat varieties, Şölen had the highest maturity time with 44.3 days, followed by Alalay with an average of 44 days. The lowest maturity time among the varieties was determined as 43.7 days in Poyraz. The average maturity time of the standard varieties was determined as 44 days (Table 5).

Yazlık Adana and Karaburun Sarı matured later than both other landraces and the standard varieties (Şölen, Poyraz, Alalay). In addition, these two varieties are the earliest to head. Demir (1983), Genç et al. (1993) and Bilgin & Korkut (2005) stated that early heading genotypes would have longer heading-maturation times. Blum (2017) posited that early-headed varieties are less susceptible to drought damage, particularly during the latter stages of the drought period.

Table 5. The mean values and formed groups for the measured traits

Çizelge 5. İncelenen özelliklere ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar

Landraces	Heading	Maturity	Spike	Spike	Number of	Number of	Grain	Spike	Grain
Karaburun Sarı	117.0 e	45.0 a	7.3 cd	2.3 bc	18.6 b	36.8 b	1.6 cde	68.5	1388 cd
Sarı Bursa	124.7 c	40.3 d	6.7 de	2.1 c	17.1 b	33.0 cd	1.5 de	67.2	1925 bcd
Ağ Buğday	124.7 c	41.1 c	5.8 fgh	0.6 f	10.1 e	15.6 g	0.5 h	67.5	1158 d
Kunduru	129.0 a	32.3 f	8.2 ab	0.9 e	13.4 cd	17.8 g	0.7 g	61.8	1933 bcd
Yozgat Sarı	127.0 b	29.3 k	6.6 def	2.4 b	17.0 b	30.0 de	1.7 bc	65.0	1708 bcd
Şahman	125.0 c	37.3 e	7.5 bc	1.0 e	11.9 de	18.8 g	0.7 g	70.2	2158 bcd
Yazlık Adana	114.0 f	45.3 a	8.6 a	1.0 e	22.1 a	25.4 f	0.6 gh	64.1	1129 d
Koca Buğday	132.0 a	32.0 f	6.5 defg	1.9 d	17.8 b	29.2 e	1.4 e	65.2	1479 bcd
Akpüsen	127.0 b	30.7 g	5.7 gh	2.7 a	16.7 b	44.1 a	2.1 a	75.5	2281 abc
Standard Variety									
Şölen	117.0 e	44.3 a	5.2 h	2.4 b	17.3 b	34.7 bc	1.8 b	72.7	3279 a
Poyraz	119.7 d	43.7 b	5.9 efgh	2.4 b	16.6 b	37.3 b	1.7 bc	71.2	1929 bcd
Alalay	119.0 d	44.0 a	6.2 efg	1.8 d	16.1 bc	27.7 ef	1.2 f	64.8	2521 ab
Av. of Landraces	124.5	37.0	7.0	1.7	16.1	27.9	1.2	67.2	1684
Avg. of Standard	118.6	44.0	5.8	2.2	16.7	33.2	1.6	69.6	2576
Overall Average	123.0	38.8	6.7	1.8	16.2	29.2	1.3	67.8	1907
LSD (0.05)	9.20	2.38	0.86	0.19	3.08	3.38	0.18	11.53	107.13

LSD: Least significant difference.

Spike length

Significant differences at the 1% level were detected between the genotypes in terms of spike length (Table 4). The genotypes varied between 5.2-8.6 cm for spike length and the trial average was calculated as 6.7 cm. A total of twelve different groups were observed among the durum wheat genotypes. Among the landraces, the longest spike length was found in Yazlık Adana with 8.6 cm, and the shortest spike length was found in Akpüsen with 5.7 cm. While the average of the landraces was 7.0 cm, the average of the standard varieties was 5.8 cm. The average spike length of the standard varieties was below the trial average. Our findings are similar to the results of Altındal & Akgün (2018). It showed that the landraces had high variation with a coefficient of variation (CV) value of 7.6%. The results obtained from the research were found to be in agreement with the values (5.5-7.3 cm) reported by Kara & Akman (2008), Başkonuş et al. (2022) (6.9-8.8 cm), and Kara et al. (2022) (6.0-7.0 cm). Spike length

has a significant effect on yield. High heritability makes this trait a valuable selection criterion for high grain yield (Satyavart et al., 2002).

Spike weight

Statistical analysis of spike weight data of the genotypes wheat used in the experiment revealed that there were significant differences among the genotypes at $p < 0.01$ level and the coefficient of variation was 6.1% (Table 4). Spike weight of the genotypes varied between 0.6 g and 2.7 g and the general average was 1.8 g. The durum wheat genotypes were divided into seven different groups (Table 5). The highest spike weight was observed in Akpüsen with an average of 2.7 g. This was followed by Yozgat Sarı Buğday and Karaburun Sarı Buğday with 2.4 g and 2.3 g, respectively. The lowest spike weight was observed in Ağ Buğday with an average of 0.6 g. The average spike weight among all landraces was 1.7 g. Akpüsen had an average of 22.7% more than the standard varieties.

Among the standard varieties, Şölen (2.4 g) and Poyraz (2.4 g) have the highest value. Alatay (1.8 g) was found to have the lowest value. The average of the standard varieties was found to be 2.2 g. It was determined that the average of the standard varieties was higher than the landraces and the general average (Table 5). The study conducted by Öner & Kendal (2022) was comparable to the present study and determined the spike weight to be between 0.34 and 2.94 g. In addition, the presence of the landraces with higher spike weights than some standard varieties in our study proves that the landraces have a wide variation. Furthermore, spike weight values were reported as 0.86-1.37 g in Kırşehir by Çetin and Ayrancı (2021), 1.49-2.72 g in Şanlıurfa by Akkaya (2019), 0.81-2.19 g in Tokat by Sakin et al. (2004).

Number of spikelet in spike

Upon examination of the spikelet number data of the durum wheat genotypes utilized in the study, it was found that there were significant differences among the genotypes at $p < 0.01$ level, with a coefficient of variation of 11.2% (Table 4). While the number of spikelet belonging to the genotypes varied between 10.1 and 22.1, the general average was determined to be 16.2. LSD ($p < 0.05$) test classified the durum wheat cultivars in six different groups.

Among the landraces, Yazlık Adana exhibited the highest number of spikelet (22.1), followed by Karaburun Sarı Buğday (18.6), Koca Buğday (17.8) and Sarı Bursa (17.1). It was determined that the Ağ Buğday had the lowest number of spikelet (10.1). The average number of spikelet for the landraces was determined to be 27.9 (Table 5). Among the standard varieties, Şölen had the highest spikelet count with 17.3, followed by the Poyraz with 16.6. The lowest number of spikelet was observed in Alatay, with a value of 16.1. The average number of spikelet for the standard varieties was determined to be 16.6 (Table 5). Although the average of the standard genotypes yielded higher values than the average of the landraces, Yazlık Adana, Karaburun Sarı and Koca Buğday exhibited higher values than the standards (Şölen, Poyraz, Alatay) in terms of spikelet number. The average of the local varieties is very close to the general average (Table 5).

The findings of this study are consistent with Özateş (2022), who examined local populations. The number of spikelet per spike was found to vary between 15.9 and 26.7 pieces per spike.

In the Mardin/Kızıltepe region, the number of spikelet per spike was found to range from 15.0 to 29.8 (Doğan & Çetiz, 2015). In the Kahramanmaraş region, the number of spikelet per spike was reported to be 18.0 to 24.0 (Kaya, 2020). The number of spikelet per spike was reported to be 18.0-24.0. Akan (2021) observed that the number of spikelet per spike varies between 18.15 and 22.13 in Mardin and Midyat ecological conditions. Our findings are also in agreement with the results of Öner & Kendal (2022), who observed that the highest and lowest spikelet numbers were obtained from the local varieties used in the study, indicating that local populations exhibit high variation.

Number of grains per spike

Significant differences in the number of grains per spike were revealed between the local and the standard varieties of durum wheat, with a CV of 6.8% ($P < 0.01$) (Table 4). The number of grains per spike values of the durum wheat varieties are presented in Table 5. The number of grains per spike among the genotypes ranged from 15.6 to 44.1, with a general average of 29.2. These values categorized the durum wheat varieties into nine groups.

Among the local landraces, Akpüsen exhibited the highest number of grains per spike (44.1), followed by Karaburun Sarı (36.8), Sarı Bursa (33.0), and Yozgat Sarı (30.0). The lowest value was observed in Ağ Buğday, with an average of 15.6 grains. The overall average for local wheat was determined to be 27.9. For the standard varieties, Poyraz exhibited the highest number of grains per spike, with 37.3 grains, followed by Şölen with 34.7 grains. The lowest grain was observed in the Alataş with 27.7. The average for the standard varieties was 33.2 (Table 5). Although the average number of grains per spike for the standard varieties (33.2) was 19% higher than the local landraces (27.9), the local landraces Akpüsen (44.1) and Karaburun Sarı (36.8) showed higher values than the standard varieties. Furthermore, the fact that both the highest and lowest grain numbers per spike in the study were obtained from local landraces indicated that they exhibited considerable variation. Similarly, in the study conducted by Çiğ & Kahraman (2019), the average number of grains per spike for the genotypes was reported to be 28. This average was 33.4 grains for the standard varieties and 27 grains for the local varieties.

In a study conducted in Mardin province, Öner & Kendal (2022) reported that the average number of grains per spike ranged from 13.8 to 76.1. Similarly, Durmaz & Aktaş (2023) found that local varieties exhibited a range of 27.8 to 61.9 grains per spike, with an average of 42.4. Kanat (2017) observed the number of grains per spike varied between 40.1 and 45.7 grains in Viranşehir. Additionally, Mahdi (2017) reported a variation of 33.0 to 66.2 grains per spike under the environmental conditions of Konya.

The number of grains per spike is a critical parameter that directly affects the yield, and the increase in the number of grains per spike is positively reflected in the yield (Alipour et al., 2017; Karagöz & Zencirci, 2005). This trait is related to spikelet initiation, pollination, fertilization and grain formation. Environmental factors, including excessive rainfall during the flowering period, drought and extreme temperatures, can negatively impact the number of grains per spike (Farooq et al., 2011). For instance, the temperatures above 20°C between heading and anthesis can significantly reduce grain numbers per spike (Saini & Aspinall, 1982).

Grain weight per spike

Regarding the data on grain weight per ear, coefficient of variation of 8.2% was detected among local and standard varieties (Table 4). The grain weight per spike for the genotypes ranged from 0.5 g to 2.1 g, with an overall average of 1.3 g. According to the LSD (5%) test, grain weight per spike data were formed into eleven different groups among the durum wheat varieties (Table 5). Among the local landraces, Akpüsen exhibited the highest kernel weight per spike at 2.1 g, followed by Yozgat Sarı Buğday at 1.7 g and Karaburun Sarı Buğday at 1.6 g. Ağ Buğday exhibited the lowest grain weight per spike, at 0.5 g. The average grain weight per spike of the local landraces was determined to be 1.2 g (Table 5). In the standard varieties, Şölen exhibited the highest grain weight per spike at 1.8 g, followed by Poyraz at 1.7 g. Alataş exhibited the lowest grain weight among the standard varieties with 1.2 g. The average grain weight per spike was 1.6 g. Although the average grain weight per spike of the local landraces (1.2 g) was 33.3% lower than that of the control varieties (1.6 g), Akpüsen exhibited the highest grain weight with 2.1 g, and thus stood out from the other varieties. Additionally, Yozgat Sarı, Karaburun Sarı, Sarı Bursa and Koca Buğday had the values above the trial average (Table 5).

In a study conducted by Durmaz (2021) in Mardin province, the average grain weight per spike of the local varieties was found to be 1.95 g, while the average for the control varieties was 2.63 g. This

result indicates that grain weight per spike significantly influences the higher grain yield observed in modern breeding varieties compared to traditional or local varieties. According to the trial results, only four local varieties exhibited higher grain weights per spike than the control variety average (2.63 g).

Spike harvest index

The spike harvest index was calculated by dividing the weight of grains obtained from the spike by the weight of the spike itself. When the durum wheat varieties are examined in Table 4, the differences among the genotypes in terms of spike harvest index were found to be insignificant. While the spike harvest index of the genotypes varied between 61.8% and 75.5%, the general average was found to be 67.8%. Spike harvest index values created three different groups among the durum wheat landraces and the varieties. Although the average of the landraces (67.2%) gave 3% lower values than the average of the standard varieties (69.2%), Akpüsen (75.5%) stood out by being in the first group with its harvest index rate. Additionally, Şahman (70.2%) and Karaburun Sarı Buğday (68.5%) gave values above the trial average. Among the control varieties, Şölen exhibited the highest harvest index (72.7%), while Alatay exhibited the lowest (64.8%). The average harvest index was found to be 69.6% (Table 5).

Grain yield

Grain yield is the most important economic trait in wheat improvement (Wu et al., 2012). Yield is a complex quantitative trait influenced by a number of genes with low heritability (Cuthbert et al., 2008). Wheat grain yield is affected by both genetic and environmental factors. However, the effect of the environment on grain yield has been reported to be more pronounced (Erdemci et al., 2021). A significant difference was observed between the durum wheat genotypes in terms of grain yield per hectare, with a 33.2% coefficient of variation ($p < 0.05$). The coefficient of variation for the grain yield trait is relatively high. This result is in agreement with that reported by other researchers in durum wheat (Arzani, 2002; Zencirci & Karagöz, 2005; Baye et al., 2020). This means that there are significant differences among the replicates. This may be due to the differences in soil homogeneity in the experimental area. It may also be due to irregular rainfall during the growing season. Coefficients of variation indicate the effects of genetic diversity and environmental variance. High CVs make it difficult to identify differences between genotypes. Coefficients of variation for grain yield were relatively high, indicating the difficulty of selection for yield improvement. Arzani (2002), in a study on grain yield performance of durum wheat germplasm under dryland and irrigated conditions, reported high CVs for grain yield at four locations (Isfahan-28.35%, Abarkoh-25.04%, Mehran-29.05%, Ilam-Dryland-32.14%). It was determined that there was a difference in yield per hectare among the durum wheat varieties, with the lowest yield being 1129 kg and the highest yield being 3279 kg. The general average yield was found to be 1907 kg. The durum wheat varieties were divided into six groups based on their grain yield. The average yield of the landraces was found to be 1684 kg, while the average yield of the standard varieties was 2576 kg (Table 5). Among the landraces, Yazlık Adana (1129 kg) exhibited the lowest yield, while Akpüsen (2281 kg) exhibited the highest. The following local landraces were observed to have data above the overall average: Şahman (2158 kg), Kunduru (1933 kg) and Sarı Bursa (1925 kg). Among the standard wheat varieties used as control, the highest grain yield per hectare was obtained from Şölen (3279 kg). The next highest yield was recorded for Alatay, with 2521 kg per hectare. The lowest yield was observed for Poyraz, with 1929 kg per hectare.

According to the average yield, the local landraces exhibited 53% lower yield than the standard varieties. Nevertheless, Akpüsen, Şahman, Kunduru and Sarı Bursa exhibited a notable difference in grain yield, with values exceeding both the local landrace average and the general average. Akpüsen, Şahman and Kunduru yielded more grain than the standard variety Poyraz. Akpüsen landrace was supplied from Manisa province in the Aegean Region. The location where the experiment was established (Yakaköy) resembles the Manisa Merkez region in terms of environmental conditions. It can be considered that this

may have an effect on the increase in yield. In this study, Akpüsen showed the closest grain yield to the two standard varieties, Şölen and Alatay. Notably, it is the only local variety to be placed in group "a" in the statistical classification. Additionally, Akpüsen, Şahman and Kunduru produced higher grain yields than the standard variety Poyraz, while Sarı Bursa was classified within the same group as Poyraz.

Despite the grain weight per spike values of the Aksüpen, Yozgat Sarı Buğday and Karaburun Sarı Buğday being close to or even higher than the standards, their grain yields fell below the standards, with the exception of the Aksüpen genotype. It can be posited that the local varieties may prove more advantageous when the potential yield is considered, based on the grain weight per spike, especially if all grains (500 seeds per m²) germinate. While the grain weight per spike of the local landraces (except for such as Ağ Buğday and Yazlık Adana, which are in the form of bread wheat (*Triticum aestivum* subsp. *aestivum*)), are better than or similar to the standards, it is thought that this yield difference may be due to the low number of spikes per square meter due to the non germination of some seeds planted in the plots. In addition, plant lodging due to stem thinness and long plant height may also explain this difference in yield.

In their study conducted under fertilized conditions in Mardin, Durmaz & Aktaş (2023) evaluated 80 local and 10 modern varieties of durum wheat in terms of yield and its components. The findings revealed that the mean values of standard varieties ranged from 3500 kg ha⁻¹ to 4560 kg ha⁻¹, while the grain yield per hectare of local varieties varied between 929.8 kg ha⁻¹ and 3781 kg ha⁻¹. Öner & Kendal (2022) determined that grain yield varied between 1750 and 6169 kg ha⁻¹. Furthermore, some local populations have higher grain yield than standard varieties. These local populations have also demonstrated satisfactory results in terms of yield under drought conditions with high variation. Çiğ & Karaman (2019) reported that the grain yields of local durum wheat varieties native to the Southeast Anatolia region are promising genotypes, with values close to the average of standard varieties. Furthermore, this study found that although the biological yields of local genotypes were high, the grain yields were low.

Local wheat landraces have developed specific adaptations in marginal areas with low soil fertility and stress conditions such as drought and high temperature that negatively affect grain yield. Despite this, they have a yield potential that is not very high but satisfactory compared to modern breeding varieties in these areas. Therefore, it is considered very important to protect and utilize these genetic resources (Aktaş, 2016; Kan et al., 2017; Aktaş et al., 2018).

CONCLUSIONS

Local wheat landraces are extremely important genetic resources with wide adaptability, high grain quality, and drought and heat tolerance. Some local varieties with beneficial characteristics in terms of some commercial characters, especially quality, flavor and aroma, have an important potential in terms of food safety, especially under biotic and abiotic stress conditions. The results of the study conducted in Bornova/Yakaköy indicate that there are statistically significant differences between the local landraces and the standard varieties for all traits except spike harvest index. This study revealed that wheat genotypes with different genetic potentials exhibited a wide variation in terms of the traits examined. It was observed that the local durum landraces exhibited superior characteristics in terms of spike emergence time and spike length compared to the standard genotypes. The local landraces were found to have a later spike emergence time and more winter growth characteristics than the standard varieties. Conversely, earlier genotypes were found to mature later. Although average spike weight, number of spikelet in spike, number of grains per spike, grain weight per spike and spike harvest index values were higher in the standard varieties, the local landraces gave the highest values. For spike weight, Akpüsen had an average of 22.7% more than the standard varieties. It also ranked first in terms of number of grains per spike, grain weight per spike and spike harvest index. The landraces were found to yield 53% less than the standard varieties in terms of average grain yield. However, Akpüsen, Şahman, Kunduru and Sarı Bursa varieties made a difference in terms of yield by giving higher values than both the

landrace average and the general average. The closest value to the grain yield of the two standard varieties (Şölen and Alatay) in the study was given by Akpüsen landrace. In fact, it is the only local variety in the statistical classification in group "a". Akpüsen, Şahman and Kunduru gave more grain yield than the standard variety Poyraz. Sarı Bursa is in the same group as Poyraz. Further research is required to ascertain the suitability of these landraces for cultivation in Bornova conditions and their potential for utilisation in sustainable agricultural practices.

ACKNOWLEDGMENTS

Ege University Scientific Research Projects Coordination (BAP, Project No; 2022-23855) financially supported this study. The authors would like to thank the financial support. Additionally, the study was derived from Rıza IŞIK's master's thesis at Ege University, Institute of Science and Technology, Department of Field Crops.

Data Availability

Data will be made available upon reasonable request.

Author Contributions

Conception and design of the study: RI, RRAG; data collection: RI; analysis and interpretation of data: RI, RRAG; statistical analysis: RRAG; visualization: RRAG; writing manuscript: RI, RRAG.

Conflict of Interest

There is no conflict of interest between the authors in this study.

Ethical Statement

We declare that there is no need for an ethics committee for this research.

Financial Support

Ege University Scientific Research Projects Coordination Office (BAP, Project No; 2022-23855) financially supported this study. The authors would like to thank the financial support.

Article Description

This article was edited by Section Editor Prof. Dr. Hakan GEREN.

REFERENCES

- Akan, E., 2021. Midyat Kuru Koşullarında Yerel Makarnalık Buğday Çeşitlerinin Verim ve Bazı Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Unpublished) Yüksek Lisans Tezi, Mardin, 56 s.
- Akkaya, A. & Ş. Akten, 1985. Farklı seviyelerdeki azot ve fosforlu gübrelemenin yazlık ekilen Tokak 157/37 çeşidinde verim ve bazı verim unsurlarının etkisi. Atatürk Üni. Zir. Fak. Der., 16:73-84.
- Akkaya, G., 2019. Bazı Makarnalık Buğday Çeşitlerinin Şanlıurfa Koşullarında Değerlendirilmesi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Fakültesi (Unpublished) Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 98 s.
- Aktaş, H., 2016. Drought tolerance indices of selected landraces and bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes derived from synthetic wheats. Applied Ecology and Environmental Research, 14-4: 177-189.
- Aktaş, H., F. Özberk, E. Oral, F.S. Baloch, S. Doğan, M. Kahraman & F. Çığ, 2018. Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesinin buğday genetik kaynakları bakımından potansiyeli ve sürdürülebilir olarak korunması. Bahri Dağdaş Araştırma Dergisi, 7: 47-54.
- Alipour, H., M.R. Bihamta, V. Mohammadi, S.A. Peyghambari, G. Bai & G. Zhang, 2017. Genotyping-by-sequencing (GBS) revealed molecular genetic diversity of Iranian wheat landraces and cultivars. Frontiers Plant Science, 8: 1293-1299.

- Altındal, D. & İ. Akgün, 2018. Isparta ve Burdur lokasyonlarından toplanan ekmeklik buğday genotiplerin verim ve verim özelliklerinin belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 1. Uluslararası Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Özel Sayısı: 357-367, 2018 ISSN 1304-9984.
- Anonymous, 2024a. Recent developments and the outlook for global grains markets Ankara, 10 May 2024 Alexander Karavaytsev. (Web page: www.hubuder.org.tr) (Date accessed: 30 May 2024).
- Anonymous, 2024b. By USW Market Analyst Tyllor Ledford. (Web page: <https://www.uswheat.org/wheatletter/shifted-trade-flows-black-sea-durum-enters-the-global-market/>) (Date accessed: 30 May 2024).
- Arzani, A., 2002. Grain yield performance of durum wheat germplasm under Iranian dryland and irrigated field conditions. Sabrao J. Breed. Genet, 34: 9-18.
- Balkan, A., 2006. Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Çeşitlerinde Farklı Sıra Arası ve Tohumluk Miktarının Verim ve Kalite Unsurlarına Etkileri. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı. (Unpublished) Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 162 s.
- Başkonuş, T., İ. Yüce, T. Dokuyucu, A. Akkaya, H. Güngör & Z. Dumlupınar, 2022. Bazı Makarnalık Buğday (*Triticum durum* Desf.) İleri Hatlarının Kahramanmaraş Ekolojik Koşullarında Tarımsal ve Kalite Özellikleri Bakımından Değerlendirilmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 9(3), 674-681.
- Baye, A., B. Berihun, M. Bantayehu & B. Derebe, 2020. Genotypic and phenotypic correlation and path coefficient analysis for yield and yield-related traits in advanced bread wheat (*Triticum aestivum* L.) lines. Cogent Food & Agriculture, 6 (1): 1752603.
- Bilgin O. & K.Z. Korkut, 2005. Bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşit ve hatlarının tane verimi ve bazı fenolojik özelliklerinin belirlenmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 2 (1): 58-65.
- Blanco, A., 2024. Structure and Trends of Worldwide Research on Durum Wheat by Bibliographic Mapping. International Journal of Plant Biology, 15(1): 132-160.
- Blum, A., 2017. Osmotic adjustment is a prime drought stress adaptive engine in support of plant production. Plant, cell & environment, 40 (1): 4-10
- Çetin, G. & R. Ayrancı, 2021. Kırşehir Ekolojik Koşullarında Bazı Makarnalık Buğday Çeşitlerinin Verim ve Verim Bileşenleri Bakımından Değerlendirilmesi. Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 9-20.
- Çiğ, F. & M. Karaman, 2019. Güneydoğu Anadolu orijinli yerel makarnalık buğday (*Triticum durum* Desf.) genotiplerinin bazı tarımsal karakterler bakımından değerlendirilmesi. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi 6 (1): 10-19.
- Cuthbert, J.L., D.J. Somers, A.L. Brûlé-Babel, P.D. Brown & G.H. Crow, 2008. Molecular mapping of quantitative trait loci for yield and yield components in spring wheat (*Triticum aestivum* L.). Theoretical and Applied Genetics, 117: 595-608.
- Demir, İ., 1983. Tahıl Islahı. Ege Üniv. Zir. Fak. Yay. No: 235, İzmir.
- Doğan, Y. & M.B. Çetiz, 2015. Türkiye’de Tescil Edilmiş Bazı Makarnalık Buğday (*Triticum durum* L.) Çeşitlerinin Mardin - Kızıltepe Koşullarında Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 25 (3): 304-311.
- Durmaz, A. & H. Aktaş, 2023. Makarnalık Yerel Buğday Genotiplerinin (*Triticum durum* L.) Bazı Tarımsal Özellikler Bakımından Karakterizasyonu. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 20 (4): 740-754.
- Durmaz, A., 2021. Makarnalık Yerel Buğday Genotiplerinin (*Tr. durum* L.) Bazı Tarımsal Özellikler Bakımından Karakterizasyonu, Armutlu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü (Unpublished) Yüksek Lisans Tezi, Mardin, 68 s.
- Erdemci, İ., H. Aktaş & M. Karaman, 2021. Bazı fakültatif buğday genotiplerinin farklı çevrelere tepkileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 58 (3): 421-430.
- Farooq, M., H. Bramley, J.A. Palta & K.H. Siddique 2011. Heat stress in wheat during reproductive and grain-filling phases. Critical Reviews in Plant Sciences, 30 (6): 491-507.
- Genç, İ., T. Yağbasanlar & H. Özkan, 1993. “Akdeniz iklim kuşağına uygun makarnalık buğday (*Triticum durum* Desf.) çeşitlerinin belirlenmesi üzerine araştırma, 127-141”. Makarnalık Buğday ve Mamulleri Sempozyumu Kitabı, 30 Kasım – 3 Aralık, Ankara, 127 – 141.
- International Grains Council (IGC), 2022. International Grains Council. (Web page: <https://www.igc.int/en/default.aspx>) (Date accessed: January 2022).

- International Grains Council (IGC), 2024. International Grains Council. (web page: <https://www.igc.int/en/default.aspx>) (Date accessed: May 2024).
- Jaradat A.A., 2012. Wheat Landraces: Genetic Resources for Sustenance and Sustainability. USDAARS, 803 Iowa Ave., Morris, MN 56267 USA.
- Kan, M., M. Küçükkangar, A. Morgounov, M. Keser, F. Özdemir, H.O. Munintanov & C. Cualset, 2017. Türkiye’de yerel buğday popülasyonlarının durumu ve yerel buğday üreten üreticilerinin üretim kararlarında etkili olan faktörlerin belirlenmesi. Gazi Osman Paşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 34 (2): 54-64.
- Kanat, Ş., 2017. Viranşehir’de Yetiştirilen Bazı Buğday Çeşitlerinin Verim, Kalite ve Pazar Fiyatı Yönünden Değerlendirilmesi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Unpublished) Yüksek Lisans Tezi, 132 s.
- Kara, B. & Z. Akman, 2008. Comparison of yield and some quality components of wheat cultivars and landraces. Turkish Journal of Field Crops, 13 (1): 12-23.
- Kara, R., C. Yürürdurmaz, A. Karakuzulu & A. Akkaya, 2022. Kündürü-1149 popülasyonundan seçilen bazı hatlarda tarımsal özelliklerin incelenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 25 (4): 787-799.
- Karagöz, A. & N. Zencirci, 2005. Variation in Wheat (*Triticum* spp.) Landraces from Different Altitudes of Three Regions of Turkey. Genetic Resources and Crop Evolution, 52: 775-785.
- Karagöz, A., 2014. Wheat landraces of Turkey. Emirates Journal of Food & Agriculture (EJFA), 26 (2): 149-156. <https://doi.org/10.9755/ejfa.v26i2.16397>
- Kaya, A.R., 2020. Kahramanmaraş şartlarında yetiştirilebilecek makarnalık buğday (*Triticum durum* Desf.) çeşitlerinin belirlenmesi üzerinde bir araştırma. III. Uluslararası Tarım Kongresi, (5-9 Mart 2020 Tunus), 19-31, 104 s.
- Kılıc, O.M., K. Ersayın, H. Gunal, A. Khalofah & M.S. Alsubeie, 2022. Combination of fuzzy-AHP and GIS techniques in land suitability assessment for wheat (*Triticum aestivum*) cultivation. Saudi Journal of Biological Sciences, 29 (4): 2634-2644.
- Mahdi, A., 2017. Bazı Makarnalık Buğday Genotiplerinin Türkiye ve Irak Şartlarında Verim ve Agronomik Özelliklerinin Belirlenmesi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Unpublished) Yüksek Lisans Tezi, Konya, 84 s.
- Martínez-Moreno, F., K. Ammar & I. Solís, 2022. Global changes in cultivated area and breeding activities of durum wheat from 1800 to date a historical review. Agronomy, 12 (5): 1135.
- Mazid, A., K.N. Amegbeto, M. Keser, A. Morgounov, K. Peker, A. Bağcı, M. Akın, M. Küçükçongar, M. Kan, S. Karabak & A. Semerci, A. Altıkat & S. Yaktubay, 2009. Adoption and Impacts of improved winter and spring varieties in Turkey. ICARDA, Aleppo, Syria, 58 p. <https://hdl.handle.net/20.500.11766/8253>
- Öner, K. & E. Kendal, 2022. Mardin İli sınırlarından toplanan yerel makarnalık buğday popülasyonlarının karakterizasyonu. Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11 (1): 137-56.
- Özateş, A.M., 2022. Diyarbakır İli Sınırlarından Toplanan Yerel Makarnalık Buğday Popülasyonlarının Karakterizasyonu, Artuklu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü (Unpublished) Yüksek Lisans Tezi, Mardin, 66 s.
- Pala, F., H. Mennan, F. Çığ & H. Dilmen, 2018. Determination of weed seeds mixed with wheat product in Diyarbakır. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 5(3), 183-190.
- Pask, A.J.D., J. Pietragalla, D.M. Mullan, M.P. Reynolds, 2012. “Physiological Breeding II: A Field Guide to Wheat Phenotyping, 95-106”. In: Grain Yield and Yield Components. (Eds. A. Pask, D. Mullan & M. Reynolds), CIMMYT, Mexico City, Mexico, 134 pp.
- Quisenberry K.S & L.P. Reitz (Eds) 1967. Wheat and Wheat Improvement. American Society of Agronomy, Inc. Madison, US, 560 pp.
- Saini, H.S. & D. Aspinall, 1982. Abnormal sporogenesis in wheat (*Triticum aestivum* L.) induced by short periods of high temperature. Ann. Bot., 49: 835-846.
- Sakin, M.A., A. Yıldırım & S. Gökmen, 2004. Tokat Kazova koşullarında bazı makarnalık buğday genotiplerinin verim, verim unsurları ile kalite özelliklerinin belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, 10 (4): 481-489.
- Salamini, F., H. Özkan, A. Brandolini, R. Schäfer-Pregl & W. Martin, 2002. Genetics and geography of wild cereal domestication in the near east. Nature Reviews Genetics, 3 (6): 429-441.
- Satyavart, A., R.K. Yadava & G.R. Singh, 2002. Variability and heritability estimates in bread wheat. Environ. Ecol., 20: 548-550.

- Stratégie Grains, 2024. Stratégie Grains. (Web page: https://www.strategie-grains.com/content_x_4110) (Date accessed: May 2024).
- TÜİK, 2024. Turkish Statistical Institute, Grain Data. (Web page: <http://www.tuik.gov.tr>) (Date accessed: 25 May 2024).
- Wu, X., X. Chang & R. Jing, 2012. Genetic insight into yield-associated traits of wheat grown in multiple rain-fed environments. *PloS one*, 7 (2): e31249.
- Zanatta, A.C.A., M. Keser, N. Kilinc, S.B. Brush & C.O. Qualset, 1996. "Agronomic performance of wheat landraces from western Turkey: bases for in situ conservation practices by farmers, 10-14". 5th International Wheat Conference, (10-14 June 1996, Ankara, Turkey.
- Zanatta, A.C.A., M. Keser, N. Kilinc, S.B. Brush & C.O. Qualset, 1998. "Competitive performance of wheat landraces from western Turkey: Basis for locally based conservation of genetic resources, 379–380". Proceedings of the 9th International Wheat Genetics Symposium, (2-7 August 1998, Saskatoon, Saskatchewan, Canada.
- Zencirci, N. & A. Karagoz, 2005. Effect of developmental stages length on yield and some quality traits of Turkish durum wheat (*Triticum turgidum* L. convar. *durum* (Desf.) Mackey) landraces: influence of developmental stages length on yield and quality of durum wheat. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 52: 765-774.
- Zencirci, N., 2018. "Buğdayın sılası Türkiye'dir, 13". Türkiye Yerel Buğdaylar Sempozyumu, (20-22 Aralık 2018. Bolu), 143 s.

Araştırma Makalesi (Research Article)

Neslihan AYDIN YÖNET ¹ 

¹ Bahçeşehir Üniversitesi, Mimarlık ve
Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü,
34353, Beşiktaş, İstanbul, Türkiye

* Sorumlu yazar (Corresponding author):

neslihan.yonet@bau.edu.tr

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2025, 62 (2):229-246

<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1378059>

Fındık tarımına küçük ölçekli fındık işletmeleri perspektifinden bir bakış: Giresun-Piraziz örneği

A perspective on hazelnut farming from the small-
scale hazelnut farms: The Giresun-Piraziz case.

Received (Alınış): 18.10.2024

Accepted (Kabul Tarihi): 28.12.2024

ÖZ

Amaç: Bu çalışmada, fındık tarım süreci, küçük ölçekli fındık üreticisi perspektifinden; dünya çapında kaliteli fındık üreten bölgelerden biri olan Giresun ilinin Piraziz ilçesi özelinde, güncel sorunları, potansiyelleri ve işleyişi bağlamında irdelenmiştir.

Materyal ve Yöntem: Öncelikle, Türkiye ve Giresun bağlamında fındık tarımının genel durumu değerlendirildi. Saha çalışması kapsamında, olasılıksal örnekleme yöntemlerinden biri olan rastgele örnekleme yöntemi kullanılarak, Piraziz ilçesinde belirlenen 200 fındık üreticisi ile anket yapıldı. Üreticilerle yapılan anket ve görüşmelere ek olarak, süreç hakkındaki gözlemler, ilgili kurumlardan alınan veriler ve yetkililerle yapılan görüşmeler de çalışmanın kapsamı içinde değerlendirildi.

Araştırma Bulguları: Fındık taban fiyatının düşüklüğü, maliyetlerin yüksekliği, devlet desteğinin yetersizliği, tarımsal örgütlenmenin etkinsizliği, üreticilerin ana çoğunluğunu oluşturan küçük ölçekli fındık işletmelerinin (aile işletmeleri) yapısının dikkate alınmaması, miras yoluyla fındık bahçelerinin bölünmesi ve yaşlı fındık ağaçlarından oluşan fındık bahçeleri, Piraziz'deki fındık tarım sürecini olumsuz etkileyen başlıca faktörler olarak belirlenmiştir.

Sonuç: Fındık tarımı, küçük ölçekli üretici açısından ana bir istihdam sahası olmaktan çıkmıştır ve ikincil bir gelir kaynağı olarak görülmektedir. Giresun-Piraziz örneğinde, fındık tarımı ile ilgili sorunların çözülmesinin ve fındık tarımı ile ilgili yeni istihdam alanlarının yaratılmasının, özellikle genç profilin kentten kırsal alana geri dönüşünü tetikleyeceği belirlenmiştir. Kentsel problemleri çözmek için doğru kırsal kalkınma ve planlama politikalarına ihtiyaç vardır.

ABSTRACT

Objective: This study examines the hazelnut farming process from the perspective of small-scale hazelnut producers, focusing on current challenges, potentials, and operations in the Piraziz district of Giresun, one of the world's renowned high-quality hazelnut-producing regions.

Material and Methods: First, the general situation of hazelnut farming in Turkey and Giresun was evaluated. Within the scope of the field study, a survey was conducted with 200 hazelnut producers determined in the Piraziz district using the random sampling method, which is one of the probabilistic sampling methods. In addition to the survey and interviews conducted with the producers, observations about the process, data obtained from relevant institutions, and interviews with the authorities were also evaluated within the scope of the study.

Results: The low base price of hazelnuts, the high costs, insufficient state support, ineffective agricultural organization, not considering the structure of small-scale hazelnut farms that constitute the majority of producers, the division of hazelnut gardens through inheritance, and the gardens consisting of aging hazelnut trees were determined as the main factors that negatively affect the hazelnut farming process in Piraziz.

Conclusion: Hazelnut farming is no longer a primary employment source for small-scale producers. In the case of Giresun-Piraziz, it has been determined that solving issues related to hazelnut farming and creating new employment opportunities in this sector could particularly encourage the return of younger populations from urban to rural areas. Effective rural development and planning policies are needed to solve urban problems.

Anahtar sözcükler: Fındık tarımı, Giresun, güncel sorunlar, kırsal kalkınma politikaları, küçük ölçekli fındık işletmeleri, Piraziz

Keywords: Hazelnut farming, Giresun, current problems, rural development policies, small-scale hazelnut farms, Piraziz

GİRİŞ

Fındık, dünyada bademden sonra en çok üretilen sert kabuklu meyvedir (Yıldız, 2020). Dünyanın en büyük fındık üreticisi ve ihracatçısı olan Türkiye, dünya fındık arzının yaklaşık %73'ünü karşılamaktadır. Mahsulün yaklaşık yüzde 60'ı Doğu Karadeniz Bölgesi'nde, yüzde 15'i Orta Karadeniz Bölgesi'nde, geri kalan yüzde 25'i ise Batı Karadeniz Bölgesi'nde üretilmektedir (FAO, 2024). Dünyada fındık üretim alanlarının büyüklük sıralamasında Türkiye %75,6 ile ilk sırada yer alırken, takiben İtalya (%8,2), İspanya (%8,1), A.B.D, Azerbaycan, Gürcistan ve diğer ülkeler gelmektedir (GTB, 2023). Ülkeler bazında fındık üretimine baktığımızda, Türkiye ilk sıradayken, takiben İtalya, ABD, Şili, Azerbaycan ve Gürcistan gelmektedir (TMO, 2024). Fındık ihracat sıralamasında, Türkiye'den sonra İtalya (%7), Azerbaycan (%5), Gürcistan (%4) ve ABD (%3) yer almaktadır (TMO, 2024). Dünya fındık ithalatının yaklaşık %50'sini Almanya ve İtalya yapmaktadır. Bu ülkeleri sırasıyla, Fransa, Kanada, Rusya, Polonya ve İsviçre takip etmektedir. Bahsi geçen ülkeler, fındığı, çikolata ve şekerleme sanayisinde kullanmaktadır (TMO, 2024).

Türkiye, 2022 yılında, yirmi ülkeye fındık ihracatı yapmıştır. Türkiye'nin fındık ihracatı yaptığı başlıca ülkeler; Almanya, İtalya, Fransa, Polonya, Hollanda, İsviçre ve Avusturya'dır (TB, 2022). 1990-2023 arasındaki istatistiklere bakıldığında, 2014-2015 sezonu fındık ihracatından elde edilen gelirin en yüksek olduğu ve 2019-2020 sezonu da üretim miktarının en fazla olduğu sezonlar olarak karşımıza çıkmaktadır (TB, 2022).

Fındık üretim alanı ve ihracatında dünyada birinci sırada yer alan Türkiye'de, alan bazlı verimlilik oranı diğer ülkelere kıyasla oldukça düşüktür. Dekar başına verimlilik oranlarına bakıldığında; 285 kg/da ile A.B.D. ilk sırada yer alırken, onu takiben Çin (195 kg/da), Gürcistan (180 kg/da) ve Fransa (164 kg/da) gelmektedir. Türkiye'de bu oran ise 93 kg/da'dır (Anonymous, 2023). TEPGE'nin Fındık Ürün Raporu verileri doğrultusunda, Türkiye'de iller bazında fındık verimlilik oranları hesaplanmış ve tablolştırılmıştır (Çizelge 1). 2022 yılı verilerine göre dekar başına fındık üretim miktarının en fazla olduğu il 168 kg/da ile Bartın'dır. İlk beş sırada Batı Karadeniz illeri yer almaktadır. Doğu Karadeniz'de fındık kalitesi yüksek ancak verimlilik oranları oldukça düşüktür. 11 il arasında Giresun fındık üretim alanı ve miktarı sıralamasında 4. sırada yer alırken, verimlilikte 10. sıraya düşmektedir (TEPGE, 2023) (Çizelge 1).

Çizelge 1. Türkiye'de iller bazında fındık verimlilik oranları

Table 1. Hazelnut productivity rates by provinces in Turkey

2022 YILI	Üretim Alanı (1.000 da)	Üretim Miktarı (1.000 ton)	Verimlilik (kg/da)
Ordu	2.272	240	105,63
Samsun	1.206	112	92,87
Sakarya	789	98	124,21
Giresun	1.117	92	82,36
Trabzon	652	52	79,75
Düzce	632	83	131,33
Zonguldak	264	34	128,79
Kocaeli	88	14	159,09
Bartın	77	13	168,83
Kastamonu	77	7	90,91
Diğer	206	20	97,09

Türkiye'de üretilen fındığın % 75-80'i ihraç edilirken, % 20-25'i iç piyasada tüketilmektedir (TMO, 2024). 2022 TÜİK Bitkisel Ürün Denge Tablolarında, Türkiye'de bitkisel ürünlerde en yüksek yeterlilik derecesi %560,9 ile fındıkta gerçekleşmiştir (TÜİK, 2024).

Türkiye'de fındık tarımı iki bölgeye ayrılmaktadır. Birinci Bölge; Giresun, Ordu Trabzon, Rize ve Artvin illerini içeren, eski ve eğimli fındık bahçelerinden oluşmaktadır. İkinci Bölge; Samsun, Sinop,

Kastamonu, Zonguldak, Bolu, Düzce, Bartın, Sakarya ve Kocaeli'deki, daha yeni ve düz topoğrafyaya sahip fındık bahçelerini içermektedir (Erköse vd., 2020). Türkiye'de fındık tarımına ilk olarak Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yer alan Giresun'da başlanmıştır. Fındığa alım garantisi (1964 yılı) verilmesi ile fındık tarımı önce Batı Karadeniz Bölgesi'ne, sonra da diğer bölgelere yayılmıştır (TMO, 2021). 2020 yılı itibarıyla, Türkiye'de yasal olarak 16 ilde olmak üzere toplam 36 ilde fındık yetiştirilmektedir. Yasal olarak fındık tarımı yapılan iller ve ilçeler; Trabzon, Ordu, Giresun, Samsun, Düzce, Sakarya, Zonguldak, Artvin, Bartın, Kocaeli, Sinop, Gümüşhane, Kastamonu, Rize, Bolu, Tokat illerine bağlı 123 ilçedir. Fındık dikim alanı büyüklük sıralamasında; Ordu, Samsun, Giresun, Sakarya, Trabzon ve Düzce en geniş fındık alanlarına sahiptir (GTB, 2023). Dikim alanlarının %74'ü Doğu Karadeniz'de yer almaktadır. 2022 yılı verilerine göre, Türkiye'de fındık üretim sıralamasında Ordu birinci sırada yer alırken, takiben Samsun, Sakarya, Giresun, Düzce ve Trabzon gelmektedir (TEPGE, 2023).

Türkiye'de yaklaşık 7-8 milyon insanın geçimine katkı sağlayan fındığın iç piyasada tüketimi oldukça düşük bir orandadır (Taylan & Durul, 2019; Topuz vd., 2019; TMO, 2021). TÜİK verilerine göre 2020-2021 döneminde Türkiye'nin kişi başı fındık tüketim miktarı 1,4 kg'dır. 2011-2021 yılları arasındaki on yıllık dönemde ortalama kişi başına tüketim ise 1,3 kg'dır (TEPGE, 2023).

Fındık öncelikli olarak çikolata ve şekerleme sanayinde kullanılırken, pastane ve bisküvi mamulleri, tatlı, dondurma, kuruyemiş, yağ sanayi gibi pek çok alanda da kullanılmaktadır. Fındığın tarımsal atıkları işlenerek yakıt elde edilebilmekte, sert kabuğu doğrudan yakacak olarak ve yeşil kabuğu da hayvancılıkta kullanılmaktadır. Bunlara ek olarak, fındığın; ecza, ilaç ve kozmetik sektöründe, motorlu araç ve makine sektöründe, boya sektöründe ve sağlık sektöründe de kullanılması, fındık tarımının sanayi için önemini göstermektedir (Güney & Güner, 2018; Yurtoğlu, 2018).

Karadeniz Bölgesi'nde fındık tarımı için uygun hava koşulları 750-800 m yüksekliğe kadar sağlanabilmektedir. 0-250 m yüksekliğe kadar olan bölgeler, fındık tarımı için en uygun koşulları sağlayan sahil kuşağıdır. 251-500 m yükseklikteki bölgeler orta kuşak, 750 m'den yüksek olan bölgeler de yüksek kuşak olarak tanımlanmaktadır (Okay vd., 1986). Fındık yıllık ortalama sıcaklığın 13-16°C olduğu, 1500 m yükseltiye kadar olan alanlarda doğal olarak yetişebilmektedir. Ancak, günümüzde, yüksek kuşak ve üzerinde ekonomik anlamda fındık tarımı yapmak pek mümkün değildir. Ustaoglu & Karaca (2010)'nın çalışması, önümüzdeki 90 yıllık süreçte, bölgede sıcaklığın 6°C'ye yakın bir artış göstereceğini ve bu durumunun özellikle sahil kuşağını olumsuz etkileyeceğini ortaya koymaktadır. Yaşanan iklim değişimi nedeniyle, önümüzdeki yıllarda, fındık tarım kuşaklarının daha yüksek bölgelere taşınmasının gerekeceği ve bu süreçte, orman alanlarının tahrip edilmemesi ve iklim değişimine uygun alternatif ürünlerin özellikle sahil kuşağı için belirlenmesi, uzun dönem planlaması için gereklidir.

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yaklaşık 2500 yıldır fındık üretimi ve 600 yıldır da fındık ticareti yapılmaktadır (Kaynar, 2017). 1871 yılındaki Trabzon Vilayet Salnamesi'ne göre, Bafra'dan Artvin'e kadar olan sahil kuşağında; Ordu'da 1, Giresun'da 74, Akçaabat'ta 3, Arhavi'de 14, Atina kasabasında bir fındıklık bulunmaktadır (Kaynar, 2017). Osmanlı Devletinin son dönemlerinde, Giresun, Trabzon, Ordu, Tirebolu, Espiye, Fatsa ve Ünye'de, Cumhuriyetin ilanı ile Rize ve Artvin'de de üretilmeye başlanan fındık, uzun yıllardır önemli bir ihracat ürünüdür (Yurtoğlu, 2018). Türkiye'nin dünya fındık üretim ve ihracatında ilk sırada yer alması, dünya çapında kaliteli fındığa sahip olması, Doğu Karadeniz Bölgesi'nin topoğrafyası gereği eğimli arazilerde yapılan fındık tarımının erozyonu önlemesi, bölge halkının genel geçim kaynağı olması ve kırsal sürdürülebilirliğe katkısı nedeniyle, fındık tarımı ; ekonomik, çevresel ve sosyal boyutlarıyla, önemli ve vazgeçilemez bir tarım ürünüdür (Kayalak & Özçelik, 2012; Aydın Yönet & Yirmibeşoğlu, 2022; Hazneci vd., 2022).

Türkiye'de Fındık Tarımı

Cumhuriyet'in ilk yıllarında, kırsal kalkınmayı hedefleyen tarım politikaları kapsamında, fındık tarımı, önemli kalkınma araçlarından biri olarak belirlenmiştir. Fındık tarımında gelişim sağlanabilmesi için

devlet desteğiyle kooperatifleşmenin önemi Birinci Ulusal Fındık Kongresi'nde tartışılmıştır (Soysüren, 2017). Daha sonra 1938 yılında, Fındık Tarım Satış Kooperatifleri Birliği (Fiskobirlik)'nin kurulması bu politikaların bir sonucudur. 1940 yılında kurulan Türkiye Fındık İhracatçıları Birliği'nin, 1951 yılında, Karadeniz Fındık İhracatçıları Birliği ve İstanbul Fındık İhracatçıları Birliği olarak ikiye ayrılması, sürecin yönetiminde devlet ve özel sektörün rolleri açısından önemli bir kırılma olmuştur (Soysüren, 2017). 1964 yılından itibaren devlet tarafından alım garantisi verilen fındık, Fiskobirlik aracılığıyla destek alımlarına 2001 yılına kadar düzenli olarak devam etmiştir (Topuz vd., 2019). 2001 yılında Dünya Bankası tarafından gündeme getirilen "Tarımsal Reform Uygulama Projesi" doğrultusunda, Fiskobirlik gibi tarımsal kooperatiflerin kısmen özelleştirilerek devlet yardımlarının geri çekilmesi, Türkiye'deki tarımsal üretimi radikal bir biçimde etkilemiş ve tarım sektörünü serbest piyasa ekonomisinin dinamiklerine bırakmıştır. 2006 yılında Fiskobirlik yerine TMO, destek fındık alımıyla yetkilendirilmiş, 2009'a kadar üç yıl boyunca fındık alımı yapmış ve yedi yıllık bir aradan sonra 2016 yılında tekrar alıma başlamıştır (Kayalak & Özçelik, 2012; Erköse vd., 2020).

Bakanlar Kurulu tarafından 2009 yılında uygulanan "Yeni Fındık Stratejisi", üretime yasal olarak izin verilen alanlardaki fındık üreticilerine "Alan Bazlı Destek" sağlarken, üretime izin verilmeyen alanlardaki üreticilere, bahçelerini sökmeleri karşılığında, "Alternatif Ürün Desteği" yapmayı taahhüt etmiştir (Kayalak & Özçelik, 2012; Altunpala & Bozoğlu, 2018; Topuz vd., 2019). Ancak, fındık, genel olarak meyve yetiştiriciliğinin doğası gereği, diğer bitkisel üretim faaliyetlerinde olduğu gibi üretimden vazgeçilme veya yerine alternatif başka bir tarım ürünü yetiştirme konularında esnek bir tarım türü değildir (Öztürk vd., 2019). Destekleme politikaları kapsamında getirilen, Çiftçi Kayıt Sistemi (ÇKS) ve beraberinde "Alan Bazlı Gelir Desteği" uygulamaları yeterli başarıyı sağlayamamıştır. ÇKS, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından oluşturulan, çiftçilerin kayıt altına alındığı tarımsal bir veri tabanıdır. Bu uygulamada, her yıl ÇKS'ye kayıtlı fındık bahçeleri için, büyüklükleri oranında, sabit bir ödeme yapılmaktadır (TOB, 2022). Ancak, bu ödemeler oldukça sembolik miktarlardadır. Örneğin; 2022 yılı için ÇKS'ye kayıtlı çiftçilere ödenen alan bazlı destek, dekar başına 170 TL'dir. Uygulanan bu destek tipi, verimliliği artırmadığı gibi, aksine, büyük ve küçük arazi sahibi üreticiler arasında gelir dağılımı açısından daha fazla eşitsizlik yaratmaktadır. 2014 yılında fındık üretimini 16 ile sınırlama kararı verilse de bu karar uygulanamamıştır. Fındık, ceviz ve badem gibi kabuklu yemişler nitelikli arazilere ihtiyaç duymamaktadır (Güney & Güner, 2018). Bu bağlamda, Batı Karadeniz'de, alternatif tarım ürünleri için oldukça verimli olan ovalık arazilerin fındık tarımı için kullanılması uygulanan yanlış tarım politikalarındandır. 1954 ile 1994 yılları arasında, Doğu Karadeniz'deki fındık dikim alanlarının artış oranı %57 iken Batı Karadeniz'de bu oran %788'dir (Bostan, 1997; Kayalak & Özçelik, 2012; Erdoğan, 2018). Fındık üretim alanlarının artmasıyla ortaya çıkan yüksek arz, bazı yıllarda çok miktarda fındığın stoklarda kalmasına neden olmuştur. Bu nedenle üretimde arz fazlasının olduğu yıllarda, destekleme alım politikası fındık üreticileri açısından önem arz etmektedir (Kayalak & Özçelik, 2012).

Fındık tarımı ile ilgili en önemli problemlerin başında, çoğunluğu oluşturan küçük ölçekli üreticilerin, süreçteki maliyetler nedeniyle çok düşük kar elde etmesi gelmektedir. Ek geliri olmayan küçük üreticilerin, günümüzde, fındık tarımından geçimini sağlaması imkansızlaşmıştır. Öztürk vd. (2019)'nin Ordu-Ünye'de yaptıkları çalışma; fındık üreticilerinin %61.5'inde toplam yıllık gelirleri içindeki fındık geliri oranının %50 olduğunu göstermektedir. Büyük kentlere olan göçün bir sonucu olarak, fındık üreticilerinin yarısından fazlası başka şehirlerde yaşamakta, sadece hasat dönemi memleketine gelmektedir (Yıldız & Dağdemir, 2017; Öztürk vd., 2019). Üreticiler, fındık tarımında, emek ve masraflarının karşılığını alamadıklarını ve genel olarak fındık tarımı konusunda devletin görevini yapmadığını belirtmektedirler. Fındık üretiminden elde edilen gelirinin artık bir yan gelir olarak görüldüğü, Dağdemir & Yıldız (2017)'in çalışmasında netlikle ortaya konulmaktadır. Çalışmada, geçimini sadece fındık üretiminden sağlayanların oranının yaklaşık %16 ile sınırlı kalması, özellikle küçük ölçekli üreticiler için fındık tarımının artık ana bir istihdam sahası olmaktan çıktığını açıkça göstermektedir. Fındık maliyetleri genel olarak yetiştirme masrafları ve hasat masraflarından oluşmaktadır. Bu maliyet kalemleri; hasat (toplama), gübreleme, budama, dip sürgün temizliği, harman,

ilaçlama, nakliye, ayıklama, depolama ve zirai destek olarak detaylandırılabilir. Fındık tarım sürecinin iyi yönetilmesi, doğru tekniklerin kullanılması ve doğru koşulların sağlanması, ürünün verimi ve kalitesini artırmaktadır (Serdar vd., 2017; Akçin & Bostan, 2019). Süreçteki problemleri genel olarak ele aldığımızda; işçilik ve diğer maliyetlerin yüksekliği, iş gücü yetersizliği, fındık dikim alanlarının belirlenmesindeki plansızlık, fındık fiyatını belirleme süreci, piyasaların belirsizliği, zirai teknik bilgi yetersizliği ve bilinçsizlik, geleneksel yöntemleri kullanma ısrarı, örgütlenememe, pazarlama sürecindeki problemler ve tüm bu konularda devlet desteğinin yetersizliği şeklinde karşımıza çıkmaktadır (Sıray & Akçay, 2010; Öztürk vd., 2019; Hazneci vd., 2022).

Fındık hasatının ülkemizde halen geleneksel yöntemler kullanılarak, yerden ya da daldan elle toplanma şeklinde yapılması, en maliyetli kalem olan hasatın maliyetini azaltacak olan mekanizyona olan ihtiyacı göstermektedir. Mekanizasyonun sağlanamamasında eğimli arazi başlıca neden olarak görüle de mirasla bölünmüş küçük ve parçalı arazide de mekanik hasat verimli olmamaktadır (Taylan & Durul, 2019). Farklı kuşaklarda farklı hasat dönemleri söz konusudur. Ilıman kıyı bölgelerinde hasat daha erken başlamakta, yükseklik arttıkça hasat dönemi gecikmektedir. Hasat dönemi kuşaklar arası farklara göre genel olarak Temmuz sonundan Ekim ortasına kadar gerçekleşmektedir. Fındık hasat masraflarının yaklaşık % 45-50'sini toplama masrafı oluşturmaktadır (Serdar vd. 2017; Demir, 2018). ABD, İtalya, Fransa ve İspanya gibi ülkelerde, fındık tarımındaki mekanizasyonun maliyetleri önemli ölçüde azalttığı bilinmektedir. Yerin özelliğine bağlı olarak mekanizasyon yöntemi farklılık göstermektedir. Eğimli arazi mekanik hasatı zorlaştırmaktadır. Bu nedenle, Batı Karadeniz Bölgesi'nde mekanik hasat yöntemlerini kullanmak, topoğrafyası nedeniyle, Doğu Karadeniz Bölgesi'ne oranla daha olasıdır (Yıldız, 2020). Ancak her iki üretim bölgesinde de hasat, daldan ya da yerden toplama şeklinde, genellikle insan gücüyle yapılmaktadır. Makineli hasat yapan işletmelerin oranı eski üretim bölgesinde (1. Bölge: Giresun, Ordu Trabzon, Rize ve Artvin) %1.1 ve yeni üretim bölgesinde (2. Bölge: Samsun, Sinop, Kastamonu, Zonguldak, Bolu, Düzce, Bartın, Sakarya ve Kocaeli'deki) %5.1 olarak belirlenmiştir (Öztürk & İslam, 2019). Karadeniz Bölgesi'nde fındık üreticilerinin belirli bir yaştan üzerinde olması ve hanehalkının hasat döneminde gerekli işgücü desteğinde yetersiz kalması, mevsimlik işçi talebini de beraberinde getirmektedir. Tarım araçları, özellikle başka bölgelerden gelecek mevsimlik tarım işçilerinin organizasyonunda önemli role sahiptir. Tarım araçlarının süreçteki rolü "Tarımda İş Aracılığı Yönetmeliği" ile düzenlenmiştir. Yılmaz vd. (2021)'nin, Giresun'da yaptıkları araştırma sonucunda, Karadeniz Bölgesi'nde resmi kayıtlı tarım aracısının bulunmadığı saptanmıştır. Ayrıca kayıtsız olarak bu işi yapan araçların, fındık işçilerinin günlük yevmiyesinin %5-10 oranındaki bir bölümünü kendilerine komisyon olarak kestikleri ve çoğunlukla işçi ücretlerinin araçlar üzerinden ödendiği saptanmıştır. Ödemelerin doğrudan işçiye yapılması ve komisyon ücretinin işverenden alınması gerekliliği yönetmelikte açıkça belirtilmektedir. Hasat döneminde yeterli sayıda fındık işçisi bulamama sıkıntısı, üreticileri araçlara yönlendirmektedir. Diğer taraftan, yöreye yabancı olan mevsimlik işçiler açısından da; iş bulma, kalacak yer ve ulaşım gibi konularda yardımcı oldukları için araçlarla çalışmak daha güvenlidir. Yılmaz vd. (2021)'nin çalışma bulgularında tarım aracısı tercih eden işveren oranı %10.7, yöreden aracısız işçi bulan işverenlerin oranı %89.3 olarak saptanmıştır.

Hazneci vd. (2022)'nin yaptığı çalışmada, Giresun ilinde fındık üreticilerinin ortalama yaşının 66 olduğu ve sadece %6'sının tek geçim kaynağının fındık tarımı olduğu belirlenmiştir. 1980 sonrası neo-liberal politikalarla, tarım sektörüne yapılan yatırımın azalması ile ivmelenen kırdan kente göç, kırsal alanların hızla nüfus kaybetmesine neden olmuştur. Beraberinde de köy okullarının kapatılması ve taşınmalı sisteme geçiş bu yöndeki göçü tetiklemiştir (Aydın Yönet, 2021). Doğu Karadeniz Bölgesi ve Giresun da bu gelişmelerden payını almıştır. O nedenle, genç nüfusu hızla azalan bu bölgelerde, genellikle yaşlı, emekli ve/veya ek geliri olan nüfus tarımla ilgilenmektedir. Fındık üreticileri, fındık tarımının geleceğinin kötü olacağını düşünmekle beraber yine de tamamına yakını fındık tarımına devam edeceğini belirtmektedir. Asıl mesleği çiftçilik olan grubun fındık tarımı yapma istekliliği oranı, ikincil olarak bu işle uğraşan gruba göre daha düşüktür (Kayalak & Özçelik, 2012). Altunpala ve Bozoğlu (2018)'nin

çalışmasında, üreticiler alan bazlı desteklemenin yerine ürün bazlı desteklemenin gelmesini talep ettiklerini belirtmişlerdir. Alan bazlı desteğin azaltılması veya kaldırılması durumunda, işletmelerin fındık yetiştirme istekliliğinde bir değişim olmayacağı saptanmış, ancak teşviklerin artmasının dikim alanlarını artıracığı öngörülmüştür. Fındık işletmelerinin yapısı ve üreticilerin sosyo-demografik özellikleri, fındık tarımı yapma istekliliğini etkilemektedir (Altunpala & Bozoğlu, 2018).

Lisanslı Depoculuk Sistemi (LDS), gelişmiş ülkelerde yıllardır uygulanan bir sistemdir. LDS; ürünün düzenli depolanması, ürün kalitesinin istenilen standartta tutulması ve tarıma dayalı sanayiye kaliteli hammadde sağlanması yönleriyle gerekli bir uygulamadır. Fındık üretiminin fazla olduğu yıllarda fındığın lisanslı depolarda muhafaza edilmesi, ihracat dönemlerinde esneklik sağlamaktadır (Niyaz vd., 2012). Bu sistem, uygun depolama alanı bulunmayan üreticiler için, ürününü istediği dönemde satabilmesi açısından da önemlidir. Diğer taraftan, fındık doğru şekilde depolanmadığı takdirde depoya konulan üründe randıman ve fire kaybı yaşanmaktadır. LDS, emanet sistemine (fındığın belirli bir süre için ücret karşılığı tüccara emanete bırakılması) mecbur kalan üretici için de avantaj sağlamaktadır. Giresun'da ilk LDS uygulaması 2017 yılında başlamıştır (AA, 2020). Lisanslı depoların yeterli sayıya ulaşması ve LDS sisteminin yaygınlaşması, Türkiye'nin dünya fındık borsasındaki etkinliğini artırma sürecinde faydalı olacaktır.

Türkiye'de tarım sigortası uygulamaları; tarımsal üretimdeki riskler, sigorta şirketlerinin ekonomik yetersizliği ve primlerin yüksekliği gibi nedenlerle istenilen düzeye getirilememiştir. Tarım sigortası yaptırılarda; sahip olunan arazinin büyüklüğünün, tarımdan elde edilen gelirin, afet riski ve sigorta maliyetlerinin, karar verme sürecinde etkili olduğu saptanmıştır. Giresun ili Bulancak ilçesinde fındık üreticileri ile yapılan çalışmada; üreticilerin %39,13'ü ürününü sigorta yaptırırken, %60,87'si sigorta yaptırmadığını belirtmiştir. Sigorta yaptırılanların %22,46'sı sürekli afet riskinden ve %18,84'ü prim desteğinden dolayı ürünlerini sigorta yaptırmışlardır. Üreticilerin %71,01'i zararın karşılandığına inanmadığından ve %73,19'u maliyetlerin yüksek olmasından dolayı tarım sigortası yaptırmadığını belirtmişlerdir. Aynı çalışmada, iyi rekolte elde edilen ve afet olmayan yıllarda sigorta yaptırılanların oranının düştüğü belirlenmiştir (Bal vd., 2019). Özet olarak, üreticilerin sigorta yaptırmama sebepleri; bilgi eksikliği, sigorta priminin yüksekliği, sigorta kapsamının yetersiz olması, tazminatın zararı karşılamadığı inancı ve sahip oldukları arazinin küçük olmasıdır. Ancak bu konuda yapılan çalışmalarda sigorta yaptırmayan fındık işletmeleri yerine sigortanabilir riske sahip olanların kapsamda incelenmesi daha doğru değerlendirme sağlayacaktır (Ceyhan vd., 2021).

Kırsal alanlarda kadının emeği görünmez bir emektir. Kadın genellikle işgücü olarak kullanılmakta ancak karar verme sürecinde, kredi kullanımında, pazarlama ve tarımsal eğitime katılma konularında etkin olamamaktadır. Kadınların kırsal alanların kalkınmasındaki rolü yadsınamaz. Sadece tarımsal üretim bağlamında değil, kırsal turizm vb. kırsal faaliyetlerde de kadın etkin olmalıdır. Piraziz Şeyhli Köyü Ekoturizm süreci bu konuda iyi bir örnektir. Valilik tarafından ekoturizm pilot köyü olarak seçilen Şeyhli'de ekoturizm sürecini başından itibaren kadınlar yönetmekte ve yürütmektedir. Ekoturizm ve fındık tarımı ilişkisinin iyi kurgulandığı bu örnekte; gelen turistlere fındık tarımı ile ilgili bilgi verilmekte, fındık bahçelerine geziler düzenlenilmekte, menüde fındığın kullanıldığı yemek ve tatlılar öncelikli tutulmakta ve hediyelik fındık ürünlerinin satışı yapılmaktadır (Aydın Yönet & Yirmibeşoğlu, 2022).

Tarakçıoğlu & Bektaş (2019)'ın Ordu ilinde yaptıkları çalışma, organik fındık tarımının önemine vurgu yapmaktadır. Analizler sonucunda, konvansiyonel fındık tarımı yapılan alanlardan organik fındık tarımına geçişin zor olmadığı tespit edilmiştir. Türkiye'de organik fındık üretiminin yapıldığı iller, 2017 yılı verilerine göre sırasıyla; Samsun (%29,43), Zonguldak (%17,97), Ordu (%17,29) ve Artvin (%11,99)'dir. Türkiye'nin organik fındık ve fındık ürünleriyle organik fındık pazarında etkin rol alması, zaten etkin olduğu konvansiyonel fındık pazarı düşünüldüğünde, oldukça mümkün ve gerekli bir durumdur. Özellikle yüksek kuşakta, mevcut şartlarda, organik fındık tarımı yapmak çok daha kolaydır (Eryılmaz & Kılıç, 2019).

Fındık üreticisinin eğitim durumu, yaşı, ikamet yeri, tarım dışı gelire sahip olup olmaması gibi sosyo-demografik ve sosyo-ekonomik faktörler; fındık ağaçlarının yaşı, hasat şekli ve mekanizasyonu gibi

yapısal faktörler; tarımsal örgütlere üyelik ve süreçte alınan kararlara katılım gibi yönetsel faktörler nedeniyle fındık üretim süreci bölgelere göre farklılık göstermektedir (Öztürk & İslam, 2019). Türkiye’de, fındık tarımını hakkettiği noktaya getirmek, öncelikle üreticilerin tarımdan yeterli geliri elde etmesi, beraberinde de pazarlama alt yapılarının iyi kurgulanması ve yönetilmesi ile mümkündür (Altunpala & Bozoğlu, 2018). Türkiye’de fındık tarımı ile ilgili sorunlar ivedilikle çözülmez ve bu süreçte doğru stratejiler geliştirilip uygulanmaz ise, yakın gelecekte küresel piyasadaki rekabet gücünü kaybetmesi kaçınılmaz görünmektedir (Topuz vd., 2019). Türkiye’de rekabet avantajı bakımından fındık, kuru kayısıdan sonra gelen ikinci üründür (Özdemir & Köseahyaoğlu, 2018).

Özellikle 2020 sonrası yaşanan pandemi sürecinin ve beraberinde daha da artan ekonomik sıkıntıların belirli oranda kentsel alanlardan kırsal alanlara tersine göçü tetiklediği gözlemlenmiştir. Negatif bir sebeple başlayan bu eğilimi pozitifte dönüştürmek, tehditi fırsata çevirmek, kırsal yaşamı daha cazip hale getirmek, doğru kırsal politikalarla mümkün olabilir. Fındık tarımı bu açıdan önemli ve iyi bir örnek teşkil etmektedir. Tarım, kırsal kalkınma ve planlama açısından yadsınamaz bir öneme sahiptir. Bu çalışma kapsamında, öncelikle Türkiye’de fındık tarımı ile ilgili sorunlar ele alınmış, bu bağlamda Giresun iline bağlı Piraziz ilçesindeki fındık tarımının güncel durumu fındık üreticisi perspektifinden değerlendirilmiştir.

Alan Çalışması: Giresun-Piraziz Örneği

Piraziz ilçesi Karadeniz sahil yolunun üzerinde yer alan ve Giresun-Ordu Havalimanına 4 km mesafede bulunan bir sahil yerleşimidir (Şekil 1 & 2). Son yıllarda küresel ısınmanın etkisiyle yarı-tropik iklim özellikleri göstermeye başlasa da, genel olarak tipik Doğu Karadeniz ikliminin hakim olduğu, yağışın dört mevsime yayıldığı bir karaktere sahiptir. Özellikle sahil kesiminde yazlar serin, kışlar ılık geçmektedir. Bitki örtüsünde fındık bahçelerinin hakimiyeti, Giresun genelinde olduğu gibi, sahilden itibaren 800 m’ye kadar devam etmektedir. 2000 m’ye kadar orman ve daha yükseklerde ise Alp tipi gür çayırlarla kaplı yaylalar yer almaktadır. İlçe arazisinin %25’i tarım alanı, %34’ü orman ve fundalık alan, %18’i çayır ve mera, %23’ü tarım dışı araziden oluşmaktadır (Piraziz Belediyesi, 2023). 1988’de ilçe statüsü kazanan Piraziz’e bağlı 9 mahalle ve 21 köy bulunmaktadır (Piraziz Belediyesi, 2023). 2023 verilerine göre, Giresun’un nüfusu 461.712 ve Piraziz’in nüfusu ise 15.151’dir (TÜİK, 2024). Piraziz nüfusunun %50’si kadın, %50’si erkektir. Yaşa göre nüfus dağılımına baktığımızda; yaklaşık olarak, %51’i 50 yaş üzeri, %28’i 25-50 yaş arası ve %22’si 25 yaş altı kişilerden oluşmaktadır (Endeksa, 2024). Nüfusun yarısı emekli ya da emekliliğe yaklaşmış bir grupken, diğer yarısı fındık tarım sürecinin geleceği açısından önemli potansiyele sahip genç bir nüfustur. Özellikle yeniliklere açık ve teknoloji ile entegre 25-50 yaş aralığındaki grup bu süreçte önemli bir role sahiptir.



Şekil 1: Piraziz ilçesi genel görünüm (Kaynak: Piraziz Belediyesi).

Figure 1. General view of Piraziz district.



Şekil 2. Piraziz Şeyhli Mahallesi fındık harmanı (Kaynak: Yazar).

Figure 2. Hazelnut farming in Piraziz Şeyhli Village.

Giresun genelinde okuma yazma oranı 2015 yılında %93,61 iken bu oran Piraziz ilçesinde %100'dür (Piraziz Kaymakamlığı, 2019). Piraziz'de lisans ve lisans üstü eğitim oranı %17'dir. Gelir durumuna bakıldığında ise üst gelir grubunun yaklaşık %37, orta gelir grubunun %28 ve alt gelir grubunun %35'lik bir orana sahip olduğu görülmektedir (Endeksa, 2024).

Karadeniz Bölgesi'ndeki ekonomi, temelde tarımsal faaliyetlere dayalıdır, ancak kırsal nüfus başına düşen tarımsal üretim oranı ülke ortalamasının altındadır. Piraziz'de de durum benzerdir. İlçede ekonomi genel olarak; tarım ve ormancılık sektörlerine dayanmaktadır. İlçenin tamamında fındık tarımı yapılmaktadır (Işık, 2008). Dünyanın en kaliteli fındıkları arasında yer alan Giresun fındığı, özellikle son yıllarda değer kaybetmiş ve üretici geçimini sağlayamadığı için başka arayışlara yönelmiştir.

Fındığın serbest piyasa ekonomisinin dinamiklerine bırakılması, üreticileri fındığını tüccara satmaya mecbur bırakmıştır. 2000 yılından itibaren, Giresun'da tüccara, kooperatife ve TMO'ya satılan fındık miktarlarına baktığımızda, 2008 ve 2021 yılları haricinde, üretilen fındığın büyük oranda tüccarlara satıldığını görmekteyiz (GTB, 2023) (Çizelge 2)

Çizelge 2. Giresun'da yıllara göre gerçekleşen fındık satışı ve satılan kurumların oranı

Table 2. Hazelnut sales in Giresun by years and the percentages of sold institutions

YIL/KG	TÜCCAR	KOOPERATİF	TMO	TOPLAM	YIL/%	TÜCCAR	KOOPERATİF	TMO
2000	43.862.415	7.483.278	0	51.345.693	2000	85,43	14,57	0,00
2001	90.964.859	26.156.511	0	117.121.370	2001	77,67	22,33	0,00
2002	80.953.213	7.052.908	0	88.006.121	2002	91,99	8,01	0,00
2003	61.032.206	370.546	0	61.402.752	2003	99,40	0,60	0,00
2004	15.557.691	266.819	0	15.824.510	2004	98,31	1,69	0,00
2005	75.276.692	9.484.081	0	84.760.773	2005	88,81	11,19	0,00
2006	81.446.641	9.094.611	31.921.125	122.462.377	2006	66,51	7,43	26,07
2007	63.434.208	773.456	15.120.189	79.327.853	2007	79,96	0,98	19,06
2008	73.361.683	789.235	79.895.303	154.046.221	2008	47,62	0,51	51,86
2009	67.990.439	14.635	0	68.005.074	2009	99,98	0,02	0,00
2010	69.228.475	95.506	0	69.323.981	2010	99,86	0,14	0,00
2011	66.063.893	9.360	0	66.073.253	2011	99,99	0,01	0,00
2012	97.741.592	7.658	0	97.749.250	2012	99,99	0,01	0,00
2013	101.500.038	150.924	0	101.650.962	2013	99,85	0,15	0,00
2014	45.164.271	73.305	0	45.237.576	2014	99,84	0,16	0,00
2015	71.464.429	628.215	0	72.092.644	2015	99,13	0,87	0,00
2016	48.745.242	355.953	706.692	49.807.887	2016	97,87	0,71	1,42
2017	76.437.212	548.307	11.549.752	88.535.271	2017	86,34	0,62	13,05
2018	31.826.072	314.718	441.941	32.582.731	2018	97,68	0,97	1,36
2019	98.707.909	1.786.835	5.956.800	106.451.544	2019	92,73	1,68	5,60
2020	77.088.476	1.654.650	66.670	78.809.796	2020	97,82	2,10	0,08
2021	13.927.932	1.142.837	14.036.850	29.107.619	2021	47,85	3,93	48,22
2022	58.060.113	1.988.058	21.349.344	81.397.515	2022	71,32	2,44	26,24

* Kaynak: GTB verilerinden (yıllara göre gerçekleşen hazır müstahsil satışı kabuklu fındık miktar ve tutarları) faydanılarak, yazar tarafından hazırlanmıştır. (<https://www.giresuntb.org.tr/GtbVerileri>) (Erişim Tarihi: 10.10. 2023)

Fındık taban fiyatı, Giresun kalite fındık için, 2020 yılında 22,5 TL, 2021 yılında 27 TL ve 2022 yılında ise 53 TL olarak belirlenmiştir (Tarım Dünyası, 2022). Piraziz Ziraat Odası'nın 2021 yılına ait ilçe bazlı fındık ürün maliyeti hakkında yaptığı çalışmada; fındık yetiştirme masrafları, budama, dip sürgünü temizliği, taşıma işçiliği, gübre ve gübreleme masrafları, zirai mücadele giderleri, yetiştirme masrafları, hasat ve harman masrafları, tesis masrafları amortisman payı ve üretim masrafları genel toplamı

hesaplanmıştır. Sonuç olarak 1kg fındığın maliyeti 24,33 TL olarak belirlenmiştir. Taban fiyatı 27 TL olan fındığın, satış ve maliyet değerleri karşılaştırıldığında, üreticinin karının çok düşük olduğu görülmektedir (Piraziz Ziraat Odası, 2023).

Fındık dikim alanı büyüklüğünde ve üretim miktarında başlıca fındık yetiştiricisi 11 il arasında dördüncü sırada yer alan Giresun, dekar başına verimlilik sıralamasında onuncu sırada yer almaktadır (TEPGE, 2023). Bu sıralamada görüldüğü üzere Giresun'un dekar başına verimlilik oranı oldukça düşüktür. Fiskobirlik'in Avrupa Birliği'ne başvurusu sonucunda, dünyanın en kaliteli fındığı olarak bilinen ve Giresun Kalite olarak adlandırılan 'Giresun Tombul Fındığı'nın coğrafi işaretli ürün olarak tescili 20 Haziran 2022 tarihli ve L164/1 sayılı AB Resmi Gazetesi'nde yayımlanarak kesinleşmiştir (Fiskobirlik, 2022). Giresun'daki kaliteli fındık yetiştirildiği gerçeğinden hareketle, fındık üretimini sadece rekolte bağlamında değerlendirmek doğru değildir. Doğu Karadeniz'deki fındık verimini artırıcı politikalar geliştirmek, kaliteli fındık üretim miktarını da artıracaktır. Diğer taraftan, köylerin boşalmasına neden olan kırsal politikaların yerine tersine göçü teşvik eden kırsal politikalar geliştirme sürecinde fındık tarımı lokomotif sektör olarak değerlendirilebilir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmada, niteliksel ve niceliksel yöntemler bir arada kullanılmıştır. Nitel araştırma kapsamında, öncelikle, fındık tarım süreci ile ilgili güncel literatür taranmıştır. Bu bağlamda; Türkiye'nin fındık tarımında dünyadaki konumu ve Türkiye'deki fındık tarımının güncel durumu değerlendirilmiştir. Dünyanın en kaliteli fındıklarının yetiştirdiği bölgelerden biri olan Giresun'un, Piraziz ilçesi vaka analizi için seçilmiştir. Giresun ili Piraziz ilçesinde, 18 Ağustos 2023 ve 30 Eylül 2023 tarihleri arasında, fındık tarım süreci ile ilgili olarak saha çalışması yapılmıştır. Saha çalışmasında niceliksel yöntem olarak anket kullanılmıştır. Araştırmacının evreni Piraziz ilçesindeki ÇKS'ye kayıtlı fındık üreticileridir. Piraziz'de ÇKS'ye kayıtlı 5100 fındık üreticisi mevcuttur. Anket katılımcıları, olasılıklı örnekleme yöntemlerinden basit tesadüfi örnekleme yöntemi kullanılarak (Ural, 2011: 38) belirlenen evren içerisinde seçilmiştir. Araştırma evreninde yer alan her birim için eşit seçilme şansı sağlaması ve kolay uygulanabilmesi nedeniyle bu yöntem tercih edilmiştir.

Öncelikle çalışma evrenini oluşturan 5100 kişilik liste Piraziz Ziraat Odası'ndan alınmıştır. Çalışma evrenindeki kişi sayısı bilindiği için aşağıdaki formül kullanılarak örneklem büyüklüğü 234 olarak belirlenmiştir.

$$n = N \cdot t^2 \cdot p \cdot q / d^2(N-1) + t^2(p \cdot q)$$

$$N = 5100 \text{ kişi}$$

$$t = \% 95 \text{ güven düzeyi için t-tablo değeri } 1.96 \text{ dir.}$$

$$p = \text{İncelenen olayın görülüş sıklığı (0.05 örnekleme hatası için 0.8'dir)}$$

$$q = \text{İncelenen olayın görülmemesi olasılığı (1-p) 0.2'dir.}$$

$$d = \text{Standart sapma (0.05)}$$

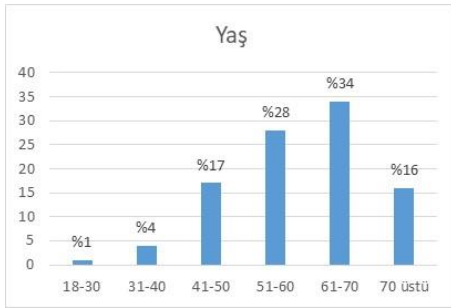
5100 kişilik listeden EXCELL programı yardımıyla yansız seçim yapılarak rastgele 234 kişi belirlenmiştir. Belirlenen kişilerle iletişime geçilmiştir. Görüşmeyi kabul eden kişi sayısı belirlenen örneklem büyüklüğüne ulaşana kadar süreç tekrarlanmıştır. Anket sorularına verilen cevapların sıklıkla tekrarlanması nedeniyle 200 görüşmenin ardından çalışmanın doygunluk düzeyine ulaştığına karar verilerek çalışma tamamlanmıştır.

42 sorudan oluşan anket; 14 açık uçlu soru ve 28 seçeneekli soru içermektedir. Açık uçlu sorularda amaçlanan katılımcının bakış açısını değerlendirmek, seçeneekli sorularda amaçlanan ise genel eğilimi sayısal verilerle göstermektir. Açık uçlu soruların cevapları, içerik analizi yapılarak değerlendirilmiştir. Seçeneekli soruların cevapları tablolastırılarak sayısal veriler elde edilmiştir. İlgili kurumlardan alınan

veriler, yetkililerle yapılan görüşmeler ve sahada yapılan gözlemler kapsam dahilinde ayrıca değerlendirilmiştir. Çalışmada, küçük ölçekli fındık üreticilerinin perspektifinden fındık tarım sürecinin değerlendirilmesine odaklanılmıştır.

ARAŞTIRMA BULGULARI

Saha çalışmasında, ÇKS'ye kayıtlı 200 fındık üreticisi ile yapılan anket, görüşme ve gözlemlerin sonuçları bu bölümde değerlendirilmektedir. Anket katılımcılarının büyük çoğunluğu (%78'i) 50 yaş ve üzerindedir (Şekil 3). Bu durum da fındık tarımıyla ilgilenen grubun ileri yaşta olduğunun bir göstergesidir. Son yıllardaki tarım politikalarının bir sonucu olarak, kırsal alanların boşalması ve bu alanlarda özellikle gençler için istihdam imkanlarının bulunmaması, gençleri büyük şehirlere göçe zorlamakta ve tarıma olan ilgiyi azaltmaktadır.



Şekil 3. Anket katılımcılarının yaşı.

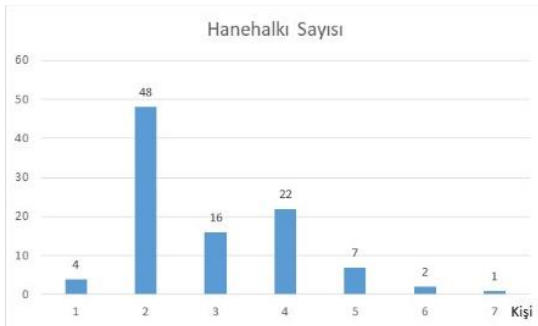
Figure 3. Age of survey participants.



Şekil 4: Eğitim durumu.

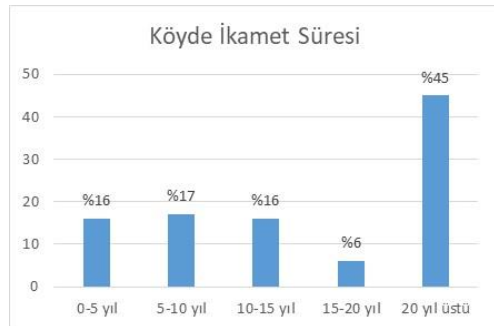
Figure 4. Educational status.

Anket katılımcılarının %73'ü erkek ve %27'si kadındır. Katılımcıların %94'ü evli ve %6'sı bekardır. Katılımcıların çoğunluğu lise üstü eğitim düzeyine sahiptir (Şekil 4). Üniversite ve yüksekokul mezunlarının oranı %58'dir. Anket katılımcılarının genel olarak eğitim düzeyinin yüksek olması, açık uçlu sorulara verilen cevaplarda ve yapılan görüşmelerde detaylı bilgi alınmasında faydalı olmuştur. Hanehalkı sayısına baktığımızda, iki ve dört kişilik ailelerin oranının yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 5). Katılımcıların %62'si emeklidir. Emekli hanehalkı sayılarına bakıldığında, %50'sinde bir emekli ve %50'sinde de iki emekli olduğu görülmektedir. %25'i emekli olduğu halde aktif olarak başka bir işte çalışmakta ve %13'lük kalan grubun da kira vb. ek geliri bulunmaktadır. Çalışan hanehalkı sayılarına bakıldığında; aile içinde, bir kişi çalışan %48, iki kişi çalışan %41, üç kişi çalışan %8 ve dört kişi çalışan %3'tür. Katılımcıların %98'inin sosyal güvencesi mevcuttur. Çoğunluk (%89) fındık tarımından elde edilen gelirin kesinlikle yeterli olmadığını ve maliyetlerin çok yüksek olduğunu belirtmiştir.



Şekil 5. Hanehalkı sayısı.

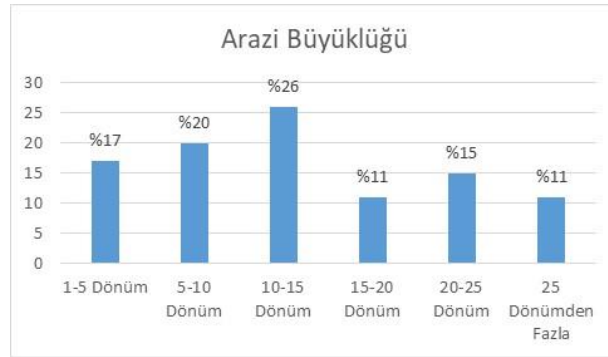
Figure 5. Number of households.



Şekil 6. Köyde ikamet süresi.

Figure 6. Length of residence in the village.

Katılımcıların çoğunluğu 20 yıl ve üzerinde bir süredir köyde ikamet etmektedir (Şekil 6). Genel eğilim, emeklilik sonrası köye yerleşmek şeklindedir. 2000 sonrasında, pandemi dönemi ile birlikte, geri dönüşlerde ivmelenme dikkat çekmektedir. Köyde tüm yıl ikamet edenlerin oranı %24'tür. Katılımcıların çoğunluğunun merkezde de konutları mevcuttur ve kış dönemini merkezde geçirmektedirler. Köydeki konutlarını hafta sonu ve yaz dönemi kullanmaktadırlar. %64'ü köylerine yaz döneminde fındık hasatı için gitmekte ve aynı zamanda köydeki konutlarını yazlık olarak da kullanmaktadırlar. Pandemi sonrası yapılan gözlemler ve görüşmelerde, pek çok kişinin köydeki konutlarını yıl boyu yaşayabilecek hale getirmek için tadilat yaptırma eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda köyde konutu olmayanların da köye ev yaptırmaları dikkat çekmektedir. Katılımcıların %97'si arazi sahibidir ve %46'sının arazisi 5-15 dekar arasındadır (Şekil 7). Çalışma özelinde, fındık tarımının merkezinde küçük ölçekli aile işletmelerinin yer aldığı belirlenmiştir. Depolama imkanına sahip olan ve acil nakit ihtiyacı bulunmayan üreticiler, ürünlerini bekletme ve fiyat artışına göre satma esnekliğine sahiptir. %73'ünün ürünü depolayabilecek alanı mevcuttur. Saha çalışması sürecinde, depolama alanına sahip olan üreticilerin çoğunluğunun depolama alanlarının uygun kriterlere sahip olmadığı belirlenmiştir. Ürünü peşin ödeme karşılığında satmak isteyen, deposu bulunmayan ve kısa süreliğine sadece fındık hasatı için memleketine gelen grup, ürününü hasat sonrası en kısa sürede satmaktadır. Katılımcıların %4'ü TMO'ya, %12'si fiyat durumuna göre tüccara ya da TMO'ya ve %84'ü de fındığını tüccara satmaktadır. Satış esnasında fındık fiyatının belirlenmesi sürecinde; randıman (kalite), fındığın cinsi, taban fiyat, piyasanın durumu (arz-talep) ve tüccarın inisiyatifi önemli faktörlerdir. Üreticilerin %90'ı fındık satışındaki önceliğinin "peşin ödeme almak" olduğunu belirtmiştir. Yukarıda bahsedilen genel satış rakamları (GTB verilerinden hazırlanan) sadece sisteme giren fındık miktarını göstermektedir. Üreticilerin kendi kullanımları için ayırdıkları çerezlikler ve depolarda daha sonra satılmak üzere bekletilen ürünler bu veriler içinde yer almamaktadır. Piraziz Ziraat Odası başkanı Ünal Aşık (Kişisel görüşme, 23 Aralık 2022), gerçekte üretilen fındık miktarının yaklaşık %5-10 arası bir oranda daha fazla olduğu belirtilmiştir.



Şekil 7. Arazi büyüklüğü.

Figure 7. Land size.

Çalışmanın sonucunda, arazi büyüklüğü ve üretilen fındık miktarı arasındaki ilişkinin değişken olduğu tespit edilmiştir. Arazi büyüklüğü 25 dekardan büyük olan çiftçiler üretimde de en büyük payı alıyor görünse de, 5-10 ve 15-20 dekar arazisi olanların yaklaşık, 10-15 ve 20-25 dekar arazisi olanların da yaklaşık miktarda fındık ürettiği belirlenmiştir. Bu tespit, verimliliğin önemini göstermesi açısından değerlidir.

%76'lık bir grup fındık tarımında devlet desteği aldığından bahsetmiştir. Bu destekler; alan bazlı destek (%80), gübre-ilaç (%9) ve mazot (%11) yardımı şeklindedir. Ancak, alınan destekleri, %80'i yetersiz ve sembolik bulmaktadır. Anket çalışması sonucunda, fındık tarım süreci maliyet kalemleri, etki oranlarına göre; hasat (toplama), gübreleme, budama, dip sürgün temizliği yapma, harman, ilaçlama, nakliye, ayıklama, depolama ve zirai destek alma, olarak belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Fındık tarımı maliyet sıralaması**Table 3.** Hazelnut farming cost ranking

	MALİYETLER	Oran (%)
1	Toplama	30,77
2	Gübre	16,35
3	Budama	12,76
4	Dip sürgün temizliği	10,48
5	Harman	6,91
6	İlaç	6,06
7	Nakliye	4,03
8	Ayıkladma	3,20
9	Depolama	2,48
10	Zirai Destek	2,33

Fındık üreticilerinin devlet desteğine ihtiyaç duyduğu konular: Taban fiyat belirleme sürecinde maliyetlerin dikkate alınması, satış sürecinde tüccara satışa mecbur bırakılmamak, hasat sürecindeki işçi maliyetlerinin yüksekliği ve işçi bulma sıkıntısı, zirai teknik destek, bilgilendirme (bahçe bakımı, verim artırımı vb.), mümkün ölçüde mekanizasyonun sağlanması, alan bazlı devlet desteğinin yetersizliği, gübre, ilaç, bakım süreçlerinde destek, bahçelerin gençleştirilmesi, uygun depolama alanlarının sağlanması, olarak belirlenmiştir. Üreticiler son yıllarda fındık sigortası yaptırmaya eğilimindedir. %65'inin fındık sigortası mevcuttur ancak özellikle son yıllardaki değişken hava koşulları dikkate alındığında bu oran yeterli görülmemektedir. Fındık hasatı fındık tarımındaki en maliyetli kalemdir. Katılımcıların %82'sinin aile üyeleri fındık tarımıyla bizzat ilgilenmektedir. Pek çok nedenle fındık tarımıyla ilgilenemeyenler (yaşlı kesim, başka işte çalışanlar ve başka şehirde yaşayanlar vb.) ise bahçelerinin bakım ve hasatını "yarıcıya" (masraflar çıkarıldıktan sonra elde edilen gelirin ikiye bölünmesi, bu oran son yıllarda üçte bire düşmüştür) bırakmaktadırlar. Yarıcıya bırakılmış fındık bahçelerinin daha bakımsız olduğu gözlemlenmiştir. Katılımcıların %72'si, yaşı gereği bedensel çalışmaya müsait olmasa da, fındık tarımında maliyetleri düşürebilmek adına çalıştıklarını belirtmişlerdir. Fındık işçisi temin yolları çeşitlilik göstermektedir. Üreticilerin %41'i işçileri aracı vasıtasıyla bulduğunu, %30'u yıllardır aynı işçilerle çalıştığını, %28'i tanıdık/akraba/köylü vasıtasıyla bulduklarını belirtmişlerdir. En düşük oranda da (%8) köy çevresinden temin ettiklerini söylemişlerdir. Bu durum, köylü nüfusun yaşlanması ve köylerin boşalmasının bir sonucudur. İşçilerin gündelik ücretlerinde, devlet taban ücreti belirlese de, işçi bulma sıkıntısı ve zaman kısıtlılığı (belirli bir süre sadece fındık hasatı için senelik izinlerini kullananlar, hava şartlarındaki olumsuzluklar vb.) nedeniyle işçi ücretlerinin belirlenen taban fiyatın üzerinde olduğu saptanmıştır. Özellikle gayriresmi araçlar, gerçek ücretlerin belirlenmesinde resmi kurumlardan daha etkili olmaktadır. Ücretler yerli ya da yabancı işçi olmasına göre değişmektedir. Katılımcıların çoğunluğu, fındık tarımına aşina olan yerli (%68) işçi tercih etmektedir. Yerli işçinin ücreti bu nedenle daha yüksektir. İşçi ücretleri aracıya ya da işçinin kendisine ödenmektedir. Çalışma sonucunda, aile üyeleri dışında tutularak, %43 oranında çocuk işçi çalıştırıldığı tespit edilmiştir. İşçilerin nerede konakladıkları ve konaklama koşulları süreçteki diğer önemli başlıklardandır. İşçinin yerli veya yabancı olmasına göre konaklama biçimi değişmektedir. Yerli işçi, evinden gidiş-geliş yapmakta ve taşıma maliyeti üreticiye ait olmaktadır. Yabancı işçiler, genellikle köylerdeki boş evlerde, kullanılmayan müstemilat benzeri yapılarda ve bazıları da çadırlarda konaklamaktadırlar. Bazen de araçlar, getirdikleri işçileri belirli bir köyde konaklatıp, araçla diğer köylere taşımakta ve ulaşım maliyeti yine üreticiler tarafından karşılanmaktadır. Bazı üreticilerin, özellikle daha geniş fındık arazisine sahip olanların, konutlarının yakınında işçiler için konaklama alanları mevcuttur ve bu grup genellikle her yıl aynı işçilerle çalışmaktadır. Üreticilerin %83'ü kooperatif benzeri bir yapı altında örgütlenmek istemektedir. Örgütlenme talebinin altında yer alan nedenler; fındık tarımında karşılaştıkları sorunların çözümü için direkt muhatap bulamamaları, dikkate alınmamaları, karar verme süreçlerine katılamamaları ve fındık sürecinin iyi yönetilmemesi olarak belirlenmiştir. Çalışma kapsamında

yapılan görüşmeler ve anketteki cevaplar ışığında, genel kanı, Fiskobirlik'in eskisi gibi aktifleştirilmesinin gerekli olduğudur.

Özet olarak, fındık tarımı süreci ile ilgili güncel sorunları; genel tarım politikaları, kırsal planlama yaklaşımları, altyapısal eksikler, sürecin organizasyonu ve eğitimle ilgili temalar altında gruplandırabiliriz.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Fındık tarımı yapılan Doğu Karadeniz'in başka tarım çeşitleri için uygun olmaması, fındık tarımının devamlılığını zorunlu hale getirmektedir. Ayrıca Doğu Karadeniz Bölgesi'nde, kırsal sürdürülebilirlik ve göçün önlenmesinde fındık önemli bir ekonomik araçtır. Yukarıda bahsedilen tüm sorunlara rağmen, üreticinin fındık tarımına devam etme istekliliği, fındık tarımının sadece ekonomik sürdürülebilirlik açısından değil sosyal ve kültürel sürdürülebilirlik açısından da bölge için önemini göstermektedir. Mevcut durumda, küçük ölçekli üreticiler için fındık tarımı, ana bir istihdam sahası olarak değil, yan gelir kaynağı olarak görülmektedir. Bu nedenle, özellikle genç yaş grubunda yer alan küçük ölçekli fındık üreticileri, fındık tarımına olan bağlılığını kaybetmeye ve alternatif arayışlara yönelmeye başlamıştır. Bu yönelim, fındık tarımının sürdürülebilirliği açısından olumsuz bir gelişmedir.

Etkin bir tarımsal örgütlenme, üretici ve piyasa arasında sağlanacak dengeli ilişki için gereklidir. Bunun yanı sıra, gerekli Ar-Ge çalışmalarının yapılması, taban fiyat belirleme sürecinde maliyetlerin dikkate alınması ve gerekli konularda devlet desteğinin sağlanması problemlerin çözümüne katkı sağlayacaktır. Türkiye'nin, mümkün olan en kısa zamanda fındık tarımında maliyetleri düşürecek, kaliteyi, verimi ve ürün çeşitliliğini artıracak, fındık tarımını cazip hale getirerek kırsal gelişime katkı sağlayacak tarım politikalarına ihtiyacı vardır.

Türkiye'nin, fındık tarımında uluslararası düzeyde karar verme sürecinde etkin bir role sahip olabilmesi için öncelikle stratejik politikalar geliştirmesi gerekmektedir. Aksi takdirde rekabet gücünü kaybetmesi kaçınılmaz gözükmektedir. Stratejiler belirlenirken, fındık tarımı sürecine odaklı doğru kırsal planlama yaklaşımları ve politikaları geliştirilmelidir. Bu bağlamda; tarım arazilerinin korunması, mirasla tarım arazilerinin bölünmesinin engellenmesi ve imara açılmaması, fındık tarımında bakım ve üretim süreci, hasat ve harman süreci, satış ve pazarlama süreçlerinin ayrı ayrı değerlendirilmesi önemlidir. Ayrıca fındık tarımında kadının rolü önemsenmeli ve kadın işgücü için tarımsal üretim bir meslek alanı olarak değerlendirilmelidir. Alan çalışmasından elde edilen bulgular kapsamında tespit edilen sorunlar, genel başlıklarda, literatürde yer alan çalışmalarda belirlenen sorunlarla benzerlik göstermektedir. Bu durum, fındık tarım sürecindeki problemlerin çözümüne yönelik güncel çalışmaların yetersiz kaldığını açıkça ortaya koymaktadır. Cumhuriyet'in ilk yıllarından itibaren devlet tarafından desteklenen fındık tarımı, sonraki politikalar nedeniyle üreticisini yalnızlaştırmış ve kendi haline terk etmiştir.

Bu bağlamda, saha çalışması sonucunda öne çıkan problemler ve bu problemlerin çözümüne yönelik öneriler aşağıda yer almaktadır:

- Devlet fındık taban fiyatını belirlerken maliyetlerin yüksekliğini dikkate almalıdır. Bu noktada, devletin, fındık tarımı konusunda uluslararası düzeyde karar verici role sahip olabilmesi önemlidir.
- Güncel durumda yetersiz görünen devlet desteği, pek çok konuda üreticiye yardımcı olacak, verimi artıracak nicelikte ve nitelikte olmalıdır.
- Tarımsal örgütlenme bağlamında, Fiskobirlik ya da benzeri bir yapı ile, eskiden olduğu gibi aktif bir şekilde üreticinin yanında yer alacak tarımsal kooperatiflik geliştirilmelidir.
- Fındık tarımının serbest piyasa dinamiklerine bırakılması, üreticisini özellikle satış sürecinde, tüccara mecbur bırakmaktadır. Bu nedenle, devlet; Fiskobirlik, TMO vb. kurumsal yapıları üreticilerin yararına yeniden düzenlemelidir.

- Çoğunluğu oluşturan küçük fındık işletmelerinin yapısını dikkate alan politikalar geliştirilmelidir.
- Fındığa dayalı sanayinin desteklenmesi, yeni istihdam alanlarının yaratılması ve üreticilerin bu sürecin bir parçası olması için teşvik edilmesi gerekmektedir. Böylelikle, üretici fındığı sadece hammadde olarak satmayacak, aynı zamanda da işleyebilecektir. Bu bağlamda, son yıllarda sayısı artmaya başlayan, fındığa dayalı üretim yapan küçük işletmeler desteklenmelidir.
- Zirai teknik bilgi eksikliği nedeniyle, bilinçsiz gübreleme, zararlı ilaçlama, budama vs. yapılması verim ve kaliteyi etkilemektedir. Gerekli konularda zirai bilgilendirme yapılmalı, eğitici etkinlikler düzenlenmeli ve tarımda sürdürülebilirlikle ilgili farkındalık artırılmalıdır.
- Batı Karadeniz Bölgesi'nde fındık dikim alanları sınırlandırılmalı, bu alanlarda verimli arazilere ihtiyaç duyan alternatif tarım ürünleri üretilmelidir. Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki fındık bahçelerinin yaşlı ağaçlardan oluşması verimi olumsuz etkilemektedir. O nedenle buradaki fındık ağaçlarının gençleştirilmesi, kaliteli fındık üretiminde verimi artıracaktır.
- Fındık bahçelerinin miras yoluyla bölünmesi, tarım ve kırsal planlama açısından önemli bir tehdittir. Bu bağlamda, özel planlar geliştirilerek, fındık tarım alanlarında mirasla bölünmenin yarattığı negatif etki minimize edilmelidir. Aynı zamanda, özellikle en verimli fındık arazilerine sahip sahil kuşağındaki fındık bahçelerinin her geçen gün hızla imara açılmasının engellenmesi, imar planlarında bu gelişmelerin dikkate alınması ve tarım topraklarının korunması önemlidir. Mirasla bölünen fındık bahçeleri, alan bazında küçülmekte, üretim ve hasat maliyetleri de düşünüldüğünde, özellikle küçük ölçekli üreticiler için ekonomik açıdan sürdürülemez olmaktadır.
- Fındığın hızlı ve doğru bir şekilde hasatının yapılması, hem iklimsel şartların yaratabileceği olumsuzlukları bertaraf etmekte (hasatın görece olarak yağışlı döneme denk gelmesi) hem de kalitesini olumlu şekilde etkilemektedir. Topoğrafyanın izin verdiği ölçüde, tarımda mekanik hasat yöntemlerinin kullanılması, hem hızlı hasat yapılması hem de maliyetleri azaltması açısından önemli olacaktır.
- Lisanslı depoculuk sistemlerinin (LDS) yaygınlaştırılması, stoktaki ürünün uygun şekilde muhafaza edilmesi için gereklidir. LDS'ler, üretici açısından satış zamanını belirlemede esneklik sağlayacak ve kaliteli hammaddenin istenilen zamanda temininde önemli olacaktır. LDS'den çoğu üreticinin haberdar olmadığı gözlemlenmiştir. Yeni olan bu sistemin, özellikle Giresun'da tanıtılması, niceliksel yeterliliğinin artırılması, üreticilerin bu konuda bilgilendirilmesi ve teşvik edilmesi oldukça önemlidir.
- Hava şartları nedeniyle, fındığın kurutulmasının ve satılabilecek duruma gelmesinin uzun sürmesi (harman süreci) karşılaşılan genel bir sorundur. Bu tip durumlarda, yer özelinde, merkezi ve yerel yönetimin desteği ile, fındığın sağlıklı şekilde kurutulup depolanabileceği mekanların sağlanması gerekmektedir.
- Son yıllarda iklim değişimi nedeniyle yaşanan hava olayları, üreticileri zorlamakta ve önemli oranda ürün kayıplarına neden olmaktadır. Fındık üreticileri için en önemli risk, doğal afet riskidir (don, dolu, fırtına, aşırı yağış vb.). Üreticilerin, tarım sigortası konusunda ilgili kurumlar ve kişiler tarafından bilgilendirilmeleri, sigorta maliyetlerinin devlet teşvikiyle üretici için kabul edilebilir düzeye getirilmesi, tarım sigortalarının yaygınlaşmasını ve etkinliğini artıracaktır.
- Hasat döneminde işçi bulma sıkıntısı, özellikle son yıllarda, genel bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Mevsimlik işçi bulma konusunda tarım araçlarının gerekliliği bir gerçektir. Ancak yasal tabanın işçi-aracı-üretici arasındaki dengeyi koruyacak şekilde düzenlenmesi, denetlenmesi ve hiçbir yazılı sözleşme içermeyen gayriresmi aracılık uygulamalarının sonlandırılması, kayıtlı araçların sisteme entegre edilmesi önemlidir. Yerel ve merkezi yönetimlerin kontrolünde yasal araçların yer aldığı bir sistem geliştirilmelidir. Mevsimlik yabancı işçilerin barınma alanlarının belirlenmesi ve uygun koşulların sağlanması gibi konular da bu sistemde yer almalıdır.

- Karşılaşılan altyapısal eksiklikler ivedilikle giderilmelidir. Tüm fındık bahçelerine erişimin, fındığın nakliyesine ve ayıklanmasına imkan verecek şekilde sağlanması gerekmektedir.
- Fındık bahçelerinin gerçek sahibi olmayan yarıcılarının, bahçelerin bakımına gereken özeni göstermemeleri, fındık kalitesi ve veriminde düşüşe neden olmaktadır. Fındık tarımını cazip hale getirmek ancak fındık tarımı ile ilgili çeşitli istihdam alanları yaratarak mümkün olacaktır. Emeğinin karşılığını aldığını düşünen fındık arazisi sahibi genç nüfusla, tarımın daha bilinçli, verimli, kaliteli ve profesyonel bir süreçle yürütülmesini teşvik etmek, fındık tarımının sürdürülebilirliği açısından oldukça önemlidir.
- Organik tarımın hızla yaygınlaştığı ve önemli bir pazara sahip olduğu bu dönemde, organik fındık tarımını, özellikle daha yüksek kuşakta, teşvik etmek gerekmektedir.
- Fındık iç piyasada tüketim açısından pahalı bir üründür. Pek çok faydası düşünüldüğünde, iç piyasadaki tüketimi artırıcı politikalar desteklenmelidir.
- Bakım, hasat, harman gibi süreçlerde, hazırlıklar, paylaşımlar ve dayanışma (örn. imece usulü ile birbirlerine yardımcı olmak) tarım kültürünün ve sosyal hayatın önemli öğeleridir. Bu nedenle fındık tarımının devamlılığı sosyal-kültürel sürdürülebilirlik açısından da önemlidir.

Kentlerdeki sorunlarımızın temelinde kırsal alanlardan gelen göç vardır. Bu nedenle kırsal kalkınmayı sağlamak ve kırsal istihdamı artırmak Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler için bir gerekliliktir. Tarım sektörü bu açıdan önemli bir araçtır. Bu bağlamda, fındık tarımını özellikle genç nüfus için cazip hale getirmek geri göçü tetikleyecektir. Devlet desteği ile fındığa dayalı sanayi ve üretim alanlarını teşvik etmek, özellikle küçük üreticileri bu sürecin paydaşı yapmak, fındık tarımının geleceği için önemli olacaktır. Dünyadaki kaliteli fındık üretiminde önemli bir yere sahip olan bu bölgede, konvansiyonel üretimin yanı sıra organik fındık tarımının da desteklenmesi, Türkiye'nin fındık tarımında uluslararası düzeydeki konumuna ek bir katkı sağlayacaktır. Tarımda mekanizasyon ve teknolojinin sürece entegre edilmesi de kaçınılmaz olarak gereklidir. Kırsal kalkınmada; tarımın rolünü artıracak, sürdürülebilirliğini sağlayacak, eko-turizm vb. yan istihdam sahaları ile destekleyecek, politik, ekonomik, sosyal ve mekansal boyutlarıyla ele alacak, doğru ve bütüncül yaklaşımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Son yıllarda, dünya genelinde etkili olan küresel ısınma, iklim değişimi, pandemi ve ekonomik krizler, yakın gelecekte gıda ve su tedarikinde sorun yaşanacak olduğunu işaret etmektedir. Bu nedenle, tarımsal üretimin önemi kavranmalı ve tarım sektörüne akılcı yatırım yapılmalıdır. Doğru kırsal kalkınma ve planlama yaklaşım ve politikalarını ivedilikle uygulamak gerekmektedir. Aksi takdirde, kırsal kalkınma ve planlama sorunlarını çözmeden kentsel problemleri çözmek imkansızdır.

Veri Kullanılabilirliği

Veriler makul talep üzerine sağlanabilmektedir.

Yazar Katkıları

Çalışmanın konsepti ve tasarımı: NAY; örnek toplama: NAY; verilerin analizi ve yorumlanması: NAY; istatistiksel analiz: NAY; görselleştirme: NAY; makalenin yazımı: NAY.

Çıkar Çatışması

Bu çalışmada yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Etik Beyan

Bu araştırma, Bahçeşehir Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu tarafından 04.08.2023 tarihli, 2023/07 sayılı protokol numarasıyla onay almıştır.

Finansal Destek

Bu araştırma için herhangi bir finansman desteği alınmamıştır.

Makale Açıklaması

Bu makale Konu Editörü Dr. H. Ece Salalı tarafından düzenlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Akçin, Y. & S.Z. Bostan, 2019. "Fındıkta verim ile verim parametreleri arasındaki ilişkiler, 82-85". 3. Uluslararası ÜNİDOKAP Karadeniz Sempozyumu (21-23 Haziran 2019, Tokat). Sürdürülebilir Tarım ve Çevre Sempozyum Kitabı, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Yayınları, 897 s. ISBN: 978-605-80568-1-7.
- Altunpala, B. & M. Bozoğlu, 2018. Fındık işletmelerinin destekleme düzeyine bağlı yetiştirme istekliliği. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 21 (Özel Sayı): 161-167. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.472179>
- Anadolu Ajansı (AA), 2022. Fındık üreticisine lisanslı depo daveti. (Web sayfası: <https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/findik-ureticisine-lisansli-depo-daveti/1948744>) (Erişim tarihi: Aralık 2022).
- Anonymous, 2023. BETAM Bahçeşehir Üniversitesi Ekonomik ve Toplumsal Araştırmalar Merkezi, Türkiye'de fındık sektörünün sorunları ve geleceği raporu. (Web sayfası: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://betam.bahcesehir.edu.tr/wp-content/uploads/2023/10/Turkiyede-Findik-Sektorunun-Gelecegi-ve-Sorunlari-1.pdf>) (Erişim tarihi: Ekim 2023)
- Aydın Yönet, N. & F. Yirmibeşoğlu, 2022. Ecotourism as a rural development model: As a women-led ecotourism process of Piraziz Şeyhli Village (the Black Sea Region of Turkey). Planlama, 32 (2): 256-268. doi: 10.14744/planlama.2021.44227
- Aydın Yönet, N., 2021. "Cumhuriyet Döneminde köy ortaokullarının kırsal gelişime etkisi: Piraziz Şeyhli Köyü örneği, 83-104". İçinde: Atatürk: Zaman, Mekan, Yaşam. 1. Baskı (Ed. A. Yenice), Atayurt Yayınevi, Ankara, 518 s. ISBN: 978-625-7742-33-7
- Bal, H., R. Yüzbaşıoğlu & E. Kaplan, 2019. Fındık üreticilerinin tarım sigortası yaptırmaya yönelik davranışları ve bunu etkileyen faktörlerin belirlenmesi: Giresun ili Bulancak ilçesi örneği. Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 7 (11): 2025-2029. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v7i11.2025-2029.3034>
- Bostan, S.Z., 1997. Türkiye fındık yetiştiriciliğinde sorunlar ve çözüm yolları. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 12 (2): 127-133.
- Ceyhan, V., H. Türkmen, Ç. Yıldırım & S. Canan, 2021. Samsun ili tarım işletmelerinin sigortalananabilir risklerinin belirlenmesi ve tarım sigortası yaptırma durumu. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 58 (4): 569-579. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.846806>
- Dağdemir, V. & Ö. Yıldız, 2017. Sakarya ilinde fındık üretimi yapan işletmelerin karlılık analizi ve pazarlama yapısı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 48 (1): 33-40. ISSN: 1300-9036. <https://doi.org/10.17097/ataunizfd.320335>
- Demir, İ., 2018. Fındık tarımında çiftçi bakış açısından maliyetler ve etkinlik: Bağlak sayısı üzerine stokastik sınır analizi. Turkish Studies Economics, Finance and Politics, 13 (22): 619-639. ISSN: 1308-2140. <http://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.14141>
- Endeksa, 2024. Giresun Piraziz istatistikleri. (Web sayfası: <https://www.endeksa.com/tr/analiz/turkiye/giresun/piraziz/demografi>) (Erişim tarihi: Eylül 2024).
- Erdoğan, V., 2018. Fındık: Yetiştiricilik, sorunlar, öneriler ve yenilikler. Türkiye Tohumcular Birliği (TÜRKTOB) Dergisi, 27: 4-10.
- Erköse, H.Y., O. Şahin, D. Yüksek & D.H. Sert, 2020. Devlet ve küresel piyasa arasında: Karadeniz Bölgesi'nde küçük ölçekli fındık üretimi. İstanbul Üniversitesi Sosyoloji Dergisi, 40 (1): 55-77. <https://doi.org/10.26650/SJ.2020.40.1.0047>
- Eryılmaz, G.A. & O. Kılıç, 2019. Türkiye'nin organik fındık üretimi ve ihracatındaki gelişmeler. Fırat Üniversitesi Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 3 (1): 41-54.
- FAO, 2024. Hazelnut production. (Web page: <https://www.fao.org/4/x4484e/x4484e03.htm>) (Date accessed: June 2024).

- Fiskobirlik, 2022. Giresun Tombul Fındığı Avrupa Birliği'nde coğrafi işaretli ürün olarak tescil edildi. (Web sayfası: <https://www.fiskobirlik.com.tr/haberdetay/Giresun-Tombul-Findigi-Avrupa-Birliginde-Cografisi-Isetli-Urun-Olarak-Tescil-Edildi.html>) (Erişim tarihi: Haziran 2022).
- Giresun Ticaret Borsası (GTB), 2023. Fındık dikim alanları ve son 10 yılın fındık ihracatı verileri. (Web sayfası: <https://www.giresuntb.org.tr/FindikDikimAlanlari>, <https://www.giresuntb.org.tr/IhracatVerileri>) (Erişim tarihi: Ağustos 2023).
- Güney, M.Ş. & F. Güner, 2018. Fındık tarımında durum analizi, makinele hasat gerekliliği ve hasat makinelerinin sınıflandırılması. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6 (9): 1141-1147. ISSN: 2148-127X. doi: 10.24925/turjaf.v6i9.1141-1147.1926
- Hazneci, E., E. Naycı & G. Çelikkın, 2022. Fındık üretiminde maliyet ve kârlılık analizi, Giresun ili örneği. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 59 (3): 499-511. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.996921>
- Işık, A., 2008. Maviden Önce Yeşilden Sonra: Piraziz. İstanbul: Uğur Yayınları, 135 s. ISBN: 978-975-8605-62-0
- Kayalak, S. & A. Özçelik, 2012. Türkiye'de fındık üretim alanlarının artmasında desteklemelerin etkisi. *Alinteri Ziraat Bilimler Dergisi*, 23 (B): 1-11. ISSN: 1307-3311.
- Kaynar, İ.S., 2017. Fındıkcılığın tarihsel gelişimi (1850-1950). *Ünye İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (2): 43-53.
- Niyaz, Ö.C., B. Keskin, K. Savran, D. Tosun & N. Demirbaş, 2012. Türkiye'de lisanslı depoculuk sisteminin fındık sektörü açısından değerlendirilmesi. *Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi*, 4 (1): 245-254. ISSN: 1309-8012
- Okay, N.A., A. Kaya, V.Y. Küçük & A. Küçük, 1986. Fındık Tarımı. Tarım Orman ve Köyşeri Bakanlığı, Teşkilatlanma ve Destekleme Genel Müdürlüğü, Yayın No: Genel 142, Tedgem-12, 85 s.
- Özdemir, M. B. & L. Kösekahyaolu, 2018. Türkiye'nin fındık, zeytinyağı ve kuru kayısı ürünlerindeki rekabet gücünün açıklanmış karşılaştırmalı üstünlükler yöntemi ile analizi. *Adaleti Savunanlar Stratejik Araştırmalar Merkezi (ASSAM) Uluslararası Hakemli Dergi*, 5 (12): 88-107.
- Öztürk, D. & A. İslam, 2019. Türkiye'de eski ve yeni üretim bölgelerinde fındık yetiştiriciliği yapan işletmelerin tarımsal üretim açısından karşılaştırmalı analizi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 8 (Özel Sayı): 99-106. ISSN: 2147-6403. e-ISSN: 2618-5881 doi: <http://dx.doi.org/10.29278/azd.504987>
- Öztürk, D., A. İslam & R. Cangı, 2019. Ordu ili Ünye ilçesinde fındık işletmelerinin mevcut durum analizi ve beklentileri. *Akademik Ziraat Dergisi*, 8 (Özel Sayı): 107-114. <https://doi.org/10.29278/azd.609737>
- Piraziz Belediyesi, 2023. Coğrafi yapı. (Web sayfası: <https://piraziz.bel.tr/piraziz/cografisi-yapi/>) (Erişim tarihi: Ekim 2023).
- Piraziz Kaymakamlığı, 2019. Okuma yazma oranları. (Web sayfası: <http://www.piraziz.gov.tr/pirazizde-byk-basari-ilemizde-okuma-yazma-bilmeyen-kalmadi>) (Erişim tarihi: Ocak 2019).
- Piraziz Ziraat Odası, 2023. Piraziz ilçesi 2021 yılı fındık ürünü maliyeti hesaplandı. (Web sayfası: <http://piraziz.ziraatodasi.org.tr/basin-odasi/haberler/piraziz-ilcesi-2021-yili-findik-urun-maliyeti-hesaplandi>) (Erişim tarihi: Ağustos 2023).
- Serdar, Ü., C. Gülser, B. Akyüz, A. Balta, Y. Çil & F.F. Yılmaz, 2017. Azotlu çözeltiler ile dip sürgünü temizliğinin fındıkta verim ve meyve kalitesi üzerine etkileri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 32(3): 279-283. ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online). doi: 10.7161/omuanajas.306199
- Sıray, E. & Y. Akçay, 2010. Giresun ili merkez ilçede fındık yetiştiren işletmelerin ekonomik analizi, üretim ve pazarlama sorunlarının belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27 (1): 43-56.
- Soysüren, A.H., 2017. Erken Cumhuriyet Dönemi'nde devletin rolü bağlamında fındık piyasasının örgütlenmesi ve ihracatçı tüccarların ayrışması sürecinde Karadeniz Fındık İhracatçıları Birliği'nin kurulması. *Ünye İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1 (2): 26-42.
- Tarakçıoğlu, C. & Z. Bektaş, 2019. Organik ve konvansiyonel tarım yapılan fındık bahçelerinin toprak ve yaprak analizleriyle beslenme durumunun karşılaştırılması. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 9 (2): 112-125. e-ISSN: 2146-6459
- Tarım Dünyası: Gıda, Tarım ve Hayvancılık Platformu, 2022. Fındık fiyatı netleşti. (Web sayfası: <https://www.tarimdunyasi.net/2022/08/01/findik-fiyati-netlesti/>) (Erişim tarihi: Ağustos 2022).
- Tarım ve Orman Bakanlığı (TOB), 2022. Çiftçi kayıt sistemi. (Web sayfası: https://www.tarimorman.gov.tr/Haber/5444/Ciftci-Kayit-Sistemi-_cks_-Basvurulari-Artik-E-Devlette) (Erişim tarihi: Kasım 2022).

- Taylan, E. & M. Sülüšoğlu Durul, 2019. "Kocaeli'de fındık tarımı ve Kandıra'da fındık, 2294-2301". Uluslararası Marmara Fen ve Sosyal Bilimler Kongresi (Bahar) 2019 Bildiriler Kitabı, Cilt II (Fen Bilimleri), 2331 s.
- TEPGE (Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü), 2023. Ürün raporu fındık. (Web sayfası: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://arastirma.tarimorman.gov.tr/findik/Belgeler/F%C4%B1nd%C4%B1k%20%C3%9Cr%C3%BCn%20Raporu%202023-376%20TEPGE.pdf) (Erişim tarihi: Ağustos 2024)
- Ticaret Bakanlığı (TB), 2022. İhracat Genel Müdürlüğü Tarım Ürünleri Daire Başkanlığı fındık ve mamulleri sektör raporu. (Web sayfası: Chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://ticaret.gov.tr/data/5b8700a513b8761450e18d81/F%C4%B1nd%C4%B1k%20ve%20Mamulleri.pdf) (Erişim tarihi: Ağustos 2023)
- Toprak Mahsulleri Ofisi (TMO), 2020. 2020 yılı fındık sektör raporu. (Web sayfası: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/sektorraporlari/findik2020.pdf) (Erişim tarihi: Nisan 2022)
- Toprak Mahsulleri Ofisi (TMO), 2024. 86. Hesap dönemi faaliyet raporu (Web sayfası: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/maliisler/2024faaliyetraporu.pdf) (Erişim tarihi: Mayıs 2022)
- Topuz, B., O. Kılıç, İ. Boz & G. Aydın Eryılmaz, 2019. Türkiye'de fındık üretim alanlarının daraltılması politikası. Akademik Ziraat Dergisi, 8 (1): 141-148. ISSN: 2147-6403, e-ISSN: 2618-5881. <http://dx.doi.org/10.29278/azd.594060>
- TÜİK, 2024. Nüfus istatistikleri. (Web sayfası: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Adrese-Dayali-Nufus-Kayit-Sistemi-Sonuc-lari-2023-49684>) (Erişim tarihi: Haziran 2024)
- Ural, A. & İ. Kılıç, 2011. Bilimsel Araştırma Süreci ve SPSS ile Veri Analizi. Detay Yayıncılık, Ankara, 320 s.
- Ustaoglu, B. & M. Karaca, 2010. Türkiye'de sıcaklık koşullarının fındık tarımına olası etkileri. itüdergisi/d mühendislik, 9 (3): 153-161.
- Ünal Aşık, Piraziz Ziraat Odası başkanı, kişisel görüşme, 13 Haziran 2024.
- Ünal Aşık, Piraziz Ziraat Odası başkanı, kişisel görüşme, 23 Aralık 2022.
- Yıldız, Ö. & V. Dağdemir, 2017. Sakarya ilinde fındık üretim maliyeti. Tarım Ekonomisi Dergisi, 23 (1): 37-42. ISSN 1303-0183. doi: 10.24181/tarekoder.317853
- Yıldız, T., 2020. Türkiye'de fındık tarımında hasat-harman mekanizasyonu. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 16 (1): 12-22. e-ISSN: 2651-4230
- Yılmaz, M., C. Sayın & M. Bozoğlu, 2021. Mevsimlik gezici tarım işçiliğinde tarım aracılığının rolü: Giresun ili fındık örneği. Mediterranean Agricultural Sciences, 34 (2): 189-194. doi: 10.29136/mediterranean.822016
- Yurtoğlu, N., 2018. Demokrat Parti (DP) döneminde Türkiye'de fındık üretimi ve ticareti hakkında bir araştırma (1950-1960). Kesit Akademi Dergisi, 4 (17): 228-246. ISSN: 2149-9225.

Araştırma Makalesi (Research Article)

Ayşe YARICI^{1*} 

Murat BOYACI¹ 

¹ Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, 35100, Bornova, İzmir, Türkiye

* Sorumlu yazar (Corresponding author):

ayse84_35@hotmail.com

Anahtar sözcükler: Çiftçi memnuniyeti, devlet desteği, İzmir, tarımsal danışmanlık hizmetleri, tarımsal yayım

Keywords: Farmer satisfaction, government support, İzmir, agricultural consultancy services, agricultural extension

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2025, 62 (2):247-258

<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1492105>

Çiftçilerin tarım danışmanlığı sistemine bakışları: İzmir İli örneği

Farmer' s perspectives on the agricultural consultancy system: the case of İzmir Province

* Makale, 1. yazarın yüksek lisans tezinin belirli bir bölümünden oluşturulmuştur.

Received (Alınış): 24.09.2024

Accepted (Kabul Tarihi): 12.01.2025

ÖZ

Amaç: Bu çalışmada Tarımsal Yayım ve Tarım Danışmanlığı Hizmetlerinin işleyişini incelemek, çiftçilerin memnuniyetlerini ortaya çıkarmak ve sistemin iyileştirilmesine yönelik öneriler geliştirmek amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem: Araştırmanın ana materyalini, İzmir'de 2022-2023 yıllarında danışmanlık hizmeti alan 149 çiftçiyle yüz yüze görüşülerek yapılan anketlerden elde edilen veriler oluşturmaktadır. Çiftçilerin danışmanlık hizmetinden faydalanma isteğini etkileyen faktörlerin belirlenmesinde lojistik regresyon analizi kullanılmıştır.

Araştırma Bulguları: Anket bulgularına göre çiftçiler en fazla hastalık ve zararlılarla mücadele ve desteklemelerle ilgili bilgi almaktadır. Danışmanlık hizmetleri sonucu gelirde ortalama %20.3'lük artış sağlanmıştır. Çiftçilerden %67.8'i devlet desteği olmasa da danışmanlıktan faydalanmaya isteklidir. Çiftçilerin danışmanlık hizmetine devlet desteği olmadan devam etme isteğinde etkili faktörler çiftçilerin danışmanların önerilerini uygulayabilmeleri ve danışmanı, konusunda uzman olarak görmeleridir.

Sonuç: Danışmanlık sisteminin genel olarak çiftçilere fayda sağladığı anlaşılmaktadır. Kırsal kesimde danışmanlık sisteminin daha iyi tanıtılması danışmanlık hizmetlerine ilgiyi arttıracaktır. Bu araştırmanın politika yapıcılara fikir vermesi ve İzmir ili açısından yayım çalışmalarına katkı sağlaması bakımından önemli olduğu düşünülmektedir.

ABSTRACT

Objective: In this research, it is aimed to examine the functioning of Agricultural Extension and Agricultural Consultancy Services the satisfaction of farmers and to develop suggestions for improving the system.

Material and Method: The main material of the research consists of data obtained from surveys conducted by face-to-face interviews with 149 farmers who received consultancy services in İzmir in 2022-2023. Logistic regression analysis was used to determine the factors affecting farmers' willingness to benefit from consultancy services.

Results: According to survey findings, farmers mostly receive information about disease pest control and supports. Result of consultancy services, average of 20.3% increase in income was achieved. 67.8% of farmers are willing to benefit from consultancy even if there is no government support. Factors affecting farmers' desire to continue consultancy services without government support are that farmers can implement the consultants' suggestions and see the consultant as an expert in the field.

Conclusion: It is understood that the consultancy system generally benefits farmers. Better promotion of the counseling system in rural areas will increase interest in consultancy services. It is thought that this research is important in terms of giving ideas to policy makers and contributing to the publication studies for the province of İzmir.

GİRİŞ

Tarım ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlarıyla, toplumun bütün kesimlerini yakından ilgilendiren bir sektör olup ülkelerin kalkınmasında önemli rol oynamaktadır. Küreselleşen ekonomik sistemle rekabet gücü artan, hızla değişen pazar şartları, tarım sektörünün önemini artırmaktadır (Koçak, 2012). Kırsal kesimin gelişmelere ayak uydurmasında en önemli araçlardan birinin tarımsal yayım olduğu söylenebilir. Son 30 yılda dünyadaki gelişmeler, kamu kuruluşlarının ekonomideki rollerinin azalması yönünde olmuş ve yayım hizmetlerinde kamunun rolü azalmaya başlamıştır. Özel sektörün, çiftçi örgütlerinin etkinlikleri artarken, yayımın finansmanında çiftçi katılımı teşvik edilmiştir. Finansal katılım çiftçi örgütlerine ödenen aidatlarla, bu örgütlerde yayım elemanlarının istihdam edilmesiyle veya hizmet karşılığı ödenen ücretlerle sağlanmıştır (Boyacı & Yıldız, 2014). Finansman katılımı, yayım ve araştırma gündemlerinin belirlenmesinde çiftçilerin söz sahibi olmalarına daha fazla fırsat vermiştir. Avrupa Birliği üyesi ülkelerde kamu, ziraat odaları, üretici örgütleri, şirketler gibi farklı aktörler yayım hizmetlerini sundukları çoğulcu bir yapı bulunmaktadır.

Türkiye’de Tarımsal Yayım kavramı ilk kez 1938 yılında toplanan “Birinci Köy ve Ziraat Kalkınma Kongresinde” literatüre geçmiştir (Boyacı, 1996). Türkiye’de yayımın 1943 yılında Ankara, Eskişehir ve Manisa illerinde başlanan örgütlenme, ülke genelinde 1958’de tamamlanmıştır. İlerleyen yıllarda ülke koşullarına cevap verebilmek amacıyla Bakanlık bünyesinde örgütlenme ve işleyişle ilgili çeşitli reorganizasyonlar yapılmıştır (Boyacı & Yıldız, 2011). 18.04.2006 tarihli ve 5488 sayılı Tarım Kanunu’nun 9’uncu maddesine dayanılarak hazırlanan “Tarımsal Yayım ve Danışmanlık Hizmetlerinin Düzenlenmesine Dair Yönetmelik” ile Türkiye’de çoğulcu ve AB standartlarında tarımsal yayım ve danışmanlık faaliyetlerine zemin oluşturulması hedeflenmiştir (Gülkök, 2015). Yönetmelikle ilk defa yasal olarak yayımcı ve danışmanlık kavramlarının tanımları yapılmıştır. Bu kapsamda, hizmet sunumunun özelleştirilmesi ve hizmet verenlerin çeşitlendirilmesi ile çiftçilerin tarımsal danışmanlık sistemine dâhil olup, tebliğde yayınlanan şartları taşıyan yetkilendirilmiş oda, üretici örgütü veya serbest tarım danışmanlarına sundukları hizmet karşılığında Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından her yıl destekleme ödemesi yapılmaktadır. Tarım danışmanı kontrolünde, tarımsal üretimde tarladan sofraya gıda güvenliğini sağlamak, doğru ve yeterli girdi kullanımıyla tarımsal üretimde kalite ve verimliliği artırmak, hayvan refahını sağlamak, kırsal alanda bilgiye erişimi kolaylaştırmak gibi faaliyetler yürütülmektedir (Toy, 2021).

Tarımsal ürünlerin daha kaliteli olmasının beklenmesi ve tarım ürünlerine olan talebin her geçen gün artması danışmanlara olan ihtiyacı artırmaktadır. Hızlı bilgi akışı ve geri besleme, etkin ve yerinde kontrol, arz ve talebe göre yönlendirme, üretimin planlanması gibi hedefler tarım danışmanlığını oldukça önemli kılmaktadır (Kızılaslan & Erdemir, 2013; Aydoğdu & Altun, 2019).

Bu çalışmada İzmir ilinde tarımsal danışmanlık hizmetlerinin işleyişi incelenmektedir. Danışmanlık hizmeti alan çiftçilerin kişisel ve işletme özellikleri, danışmanlarla iletişimleri, danışmanlık hizmetlerinden memnuniyet düzeyleri gibi konuların belirlenmesi ve sistemin iyileştirilmesine yönelik önerilerin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmanın birincil verileri anket çalışmasıyla derlenmiştir. İzmir İl Tarım ve Orman Müdürlüğü kayıtlarına göre (2022) ilde 710 çiftçi danışmanlık hizmeti almaktadır (Anonymous, 2022a). Bu çiftçilerden oransal örnekleme yöntemi (%6 hata payı; %90 güven aralığı) ile anket yapılacak çiftçi sayısı 149 olarak hesaplanmıştır. Örnek hacmi oransal örnekleme yöntemi ile aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Newbold, 1995).

n = Örnek hacmi

N = Danışmanlık Hizmeti Alan Çiftçi Sayısı

p = Örneğe Girecek Çiftçilerin Oranı

$\sigma_{\hat{p}_x}^2$ = Varyans

$$n = \frac{Np(1-p)}{(N-1)\sigma_{\hat{p}_x}^2 + p(1-p)}$$

Tarımsal danışmanlık hizmeti alan çiftçiler ilçelerdeki paylarına göre dağıtılmıştır. Görüşülecek çiftçiler tesadüfen belirlenmiş olup Bayındır, Çiğli ve Kınık ilçelerinden örnek hacmine giren çiftçi olmamıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. 2022 danışmanlık hizmeti alan ilçeler ve çiftçi sayısı

Table 1. Districts and number of farmers receiving consultancy services in 2022

İlçe	Çiftçiler		Örnek Hacmi	
	Sayı	Payı (%)	Sayı	Payı (%)
Bayındır	2	0.3	0	0
Bergama	250	35.2	53	35.6
Çiğli	7	1	0	0
Dikili	63	8.9	13	8.7
Kemalpaşa	146	20.6	32	21.5
Kınık	2	0.3	0	0
Kiraz	50	7	10	6.7
Menderes	50	7	10	6.7
Menemen	18	2.5	5	3.4
Ödemiş	50	7	10	6.7
Torbalı	72	10.2	16	10.7
Toplam	710	100.0	149	100.0

Kaynak: (Anonymous, 2022a)

Çalışmada yüzdeler, ortalamalar gibi tanımlayıcı istatistikler yanında bazı özellikleri karşılaştırmak amacıyla Kruskal Wallis, Mann Whitney U testleri kullanılmıştır. Ayrıca çiftçilerin danışmanlık hizmetinden faydalanma isteğini etkileyen faktörler için lojistik regresyon analizi yapılmıştır. Verilerin analizinde IBM SPSS v25 programı kullanılmıştır.

ARAŞTIRMA BULGULARI

Çiftçilere ilişkin bilgiler

Tarım danışmanından hizmet alan çiftçilerin 140'ı (%94) erkek, 9'u (%6) kadındır. Çiftçilerin 21-84 arasında değişen yaşlarının ortalaması 51.3'tür. Çiftçilik deneyimi ortalaması da 24.8 yıldır. Çiftçilerin 131'i (%87.9) evlidir. Eğitim süresi ortalama 8.1 yıldır. Ailedeki birey sayısı 1-9 arasında olup, ortalaması 3.7'dir. Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) sonuçlarına göre; 2023 yılında ailedeki birey sayısı Türkiye'de 3.1, İzmir'de 2.8'dir (TÜİK, 2024).

Çiftçilerin %88.6'sı Ziraat Odalarına; %42.3'ü Tarım Kredi Kooperatiflerine, %32.2'si Damızlık Sığır Yetiştiriciliği Birliği'ne, %24.8'i TARİŞ'e ve %21.5'i de Arı Yetiştiricileri Birliği'ne üye olduğunu belirtmiştir.

Çiftçi geliri düzeyi

Anket çalışmalarının yürütüldüğü dönemde (2022 yılı) aylık asgari ücret 5500 TL (Anonymous, 2024a) olup; çalışmada bu rakam alınarak gelir düzeyi incelenmiştir. Çiftçilerin %4'ünün aylık gelirleri asgari ücret ve altında, %42.3'ünün ise asgari ücretin iki katından fazladır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Çiftçilerin aylık gelir (TL) aralıkları

Table 2. Monthly income (TL) ranges of the farmers

Aylık gelir	Sayı	Payı (%)
5500 TL	6	4.0
5501-8000 TL	25	16.8
8001-10000 TL	23	15.4
10001- 12000 TL	32	21.5
12001 TL ve üzeri	63	42.3
Toplam	149	100.0

İşletmelerde çalışan işgücü

İşletmelerde aile bireylerinden ortalama 1.3 kişi çalışırken, çiftçilerin %26.8'i aileden kimsenin tarımda çalışmadığını ve ücretli işçi çalıştırdıklarını belirtmişlerdir. Çoğunlukla aile işgücü kullanan işletmeler iş yoğunluğuna göre veya sezonda yevmiyeli işçi çalıştırırken, %5.4'ü işletmede devamlı olarak bir ücretli işçi, %5.4'ü ise iki ücretli işçi çalıştırmaktadır.

İşletmelere ilişkin bazı bilgiler

Destekleme Tebliğine (no:2023/48) göre tarımsal danışmanlık hizmeti sunan kişi veya kuruluşların desteklenmesi için tarımsal işletmelerde bahçe bitkilerinde en az 10 dekar, tarla ziraatında kuruda en az 100 dekar, suluda en az 50 dekar alanda üretim yapılması gerekmektedir. Hayvancılıkta; süt sığırcılığı yapan işletmelerde en az 10'u sağmal olmak kaydıyla en az 20 baş sığır, besi sığırcılığı yapan işletmelerde en az 20 erkek hayvan olmak kaydıyla en az 50 baş sığıra sahip olmak gerekmektedir. Arıcılıkta en az 30 arı kolonisine sahip olunmalıdır (Anonymous, 2024b). Anket yapıldığı dönemde 2022 yılı Destekleme Tebliğinde (no:2021/39) arıcılıkta en az 50 arı kolonisine sahip olma şartı varken (Anonymous, 2022b), son tebliğde (no:2023/48) bu sayı 30'a düşürülmüştür.

İşletmelerin %34.9'u sadece bitkisel üretim (bahçe bitkileri %15.4, tarla bitkileri %19.5) faaliyetinde bulunmaktadır. Sadece hayvancılık yapanların oranı %24.9 (arıcılık %10.1, büyükbaş ve küçükbaş hayvancılık %14.8) olup, bitkisel üretim ve hayvancılık yapanların oranı %40.3'tür. Tarla ziraatında pamuk, mısır, ayçiçeği, buğday, sebze üretimi; bahçe bitkilerinde zeytin, kiraz üretimi, hayvancılık işletmelerinde ise ağırlıklı olarak büyükbaş hayvancılık ve arıcılık yapılmaktadır.

Arazi tasarruf şekillerine göre çiftçilerden %80.5'i (120 kişi) mülk arazi, %52.3'ü (78 kişi) kiralık, %11.4'ü (17 kişi) ortak arazi işlemektedir. Bazı çiftçilerin işletmeleri mülk, kira ve ortak arazilerden oluşmaktadır. İşletmelerin arazi genişlikleri 3-900 dekar arasında ve ortalama 122 dekadır. Bu genişliğin yüksek olduğu söylenebilir. Bunun temel nedeninin tarımsal danışmanlık desteğinden faydalanabilmek için belirlenen kriterlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Çiftçilerin mülk arazi varlığı ise ortalama 55.9 dekadır. Arazilerin büyük kısmında sulu tarım yapılmaktadır.

İzmir ili Türkiye'de süt üretimine dayalı koyun-keçi yetiştiriciliğinin ve süt sığırcılığının önemli merkezlerindendir (Anonymous, 2022c). Süt sığırı yetiştiren çiftçilerin (49 kişi) 3-250 arasında hayvanı olup, ortalama hayvan sayısı 40.4 baştır. Besi sığırı yetiştiren çiftçilerin (39 kişi) ortalama hayvan sayısı 28 baştır. Çiftçilerin %16.1'inin (24 kişi) küçükbaş hayvanı (koyun) olmakla birlikte ortalama koyun sayısı 45.1 baştır. Çiftçilerin %4'ü (6 kişi) de keçi yetiştirmektedir. Çiftçilerin küçük bir kısmı ailelerinin gereksinimleri için tavuk beslemektedirler. Ankete katılan bir çiftçi 50 bin adet etlik tavuk beslemektedir. Çiftçilerin %22.8'inin (34 kişi) arı kovanı olup, ortalama kovan sayısı 213.5'tir. Çiftçilerin toplam bal üretimi 471 kg olup; kovan başına ortalama 13.9 kg bal üretilmektedir.

İnternet ve sosyal medya kullanma durumu

Çiftçilerin internet ve sosyal medyaya erişimini en fazla cep telefonundan (3.3) sağladıkları görülmektedir (Çizelge 3). Daha genç olan çiftçilerin internet ve sosyal medyaya cep telefonundan erişimi yüksektir.

Çizelge 3. Çiftçilerin internet ve sosyal medyaya erişimini sağladıkları cihazlar

Table 3. Devices through which farmers provide access to the internet and social media

İnternet Erişimi	Hiç		Nadiren		Ara sıra		Sık sık		Her zaman		Ortalama
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	
Cep Telefonu (Akıllı)	33	22.1	10	6.7	19	12.8	54	36.2	33	22.1	3.3
Laptop, Notebook	123	82.6	7	4.7	14	9.4	2	1.3	3	2.0	1.4
Masaüstü bilgisayar	133	89.3	5	3.4	7	4.7	3	2.0	1	0.7	1.2
Tablet	139	93.3	1	0.7	4	2.7	3	2.0	2	1.3	1.2

Çiftçilerin ihtiyaç duyduğu bilgiler ve edindikleri kaynaklar

Çiftçilerin tarımsal bilgiye ulaşmada tercih ettikleri kaynaklar Çizelge 4'te sunulmuştur. Çiftçiler kaynak olarak tarım danışmanını (3.8) daha yoğun kullanmaktadırlar. Tarım danışmanın arkasından, tarım il ve ilçe müdürlükleri (2.7), komşu/akraba (2.7) ve zirai ilaç bayileri (2.6) gelmektedir. Bu bilgi kaynaklarının dışında 12 çiftçi ihtiyaç duyduğu bilgileri bulabilmek için internetten, veteriner hekim ve ziraat odasından da faydalanmaktadır. Aynı zamanda çiftçiler farklı kaynaklara yöneldiklerini ve bilgileri karşılaştırarak sorunları çözmeye çalıştıklarını belirtmişlerdir. Çiftçilerin %75.2'si tarımla ilgili toplantı seminer, tarla günü gibi etkinliklere katılmıştır. Balıkesir'de yapılan bir çalışmaya göre de tarımsal danışmanlık hizmeti alan çiftçilerin %87.5'inin birincil bilgi kaynağı tarım danışmanıdır (İmamoğlu, 2017). Derman (2010)'ın çalışmasında ise üreticilerin tarımla ilgili konularda öncelikle %81 ile tarım il/ ilçe müdürlüğü elemanlarını, %16,9 ile tarım danışmanını tercih ettiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4. Çiftçilerin tarımla ilgili teknik bilgi ihtiyacı halinde tercih ettiği kaynaklar

Table 4. Sources preferred by farmers when they need technical information about agriculture

Bilgi Kaynakları	Hiç		Nadiren		Ara sıra		Genellikle		Daima		Ortalama
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	
Tarım Danışmanı	7	4.7	11	7.4	26	17.4	66	44.3	39	26.2	3.8
Tarım İl/İlçe Müdürlüğü	44	29.5	12	8.1	43	28.9	38	25.5	12	8.1	2.7
Komşu, Akraba	27	18.1	22	14.8	76	51.0	20	13.4	4	2.7	2.7
Zirai İlaç Bayileri	50	33.6	10	6.7	43	28.9	37	24.8	9	6.0	2.6
Kooperatif	62	41.6	12	8.1	29	19.5	38	25.5	8	5.4	2.5
Gazete, Radyo, TV	45	30.2	26	17.4	42	28.2	31	20.8	5	3.4	2.5
Birlikler	64	43.0	15	10.1	33	22.1	23	15.4	14	9.4	2.4
Üniversiteler	113	75.8	16	10.7	14	9.4	6	4.0	-	-	1.4

Faaliyet alanlarına göre çiftçilerin tarımla ilgili teknik bilgi ihtiyacı olduğunda başvurdukları bazı kaynaklar arasında anlamlı farklılıklar vardır. Kooperatifleri ve zirai ilaç bayilerini tarla bitkileri ile uğraşan; birlikleri arıcılıkla uğraşan; tarım danışmanını ise arıcılık ve bahçe bitkileri ile uğraşan çiftçiler daha çok tercih etmektedirler (Çizelge 5).

Çizelge 5. Çiftçilerin faaliyet alanına göre tarımla ilgili teknik bilgi ihtiyacı halinde tercih ettiği kaynaklar (Kruskal Wallis Testi)

Table 5. Sources preferred by farmers when they need technical information about agriculture according to their field of activity (Kruskal Wallis Test)

Bilgi Kaynakları	Faaliyet alanı	Sayı	Sıra ortalaması	Khi kare değeri	Serbestlik derecesi	p değeri
Tarım Danışmanı	Bahçe bitkileri	23	92.04	17.084***	4	0.002
	Tarla bitkileri	29	73.95			
	Hayvancılık (b.ve k. baş)	22	57.18			
	Arıcılık	15	103.30			
	Karma	60	68.43			
Tarım İl/İlçe Müdürlüğü	Bahçe bitkileri	23	67.41	3.095	4	0.542
	Tarla bitkileri	29	66.67			
	Hayvancılık (b.ve k. baş)	22	76.52			
	Arıcılık	15	78.67			
	Karma	60	80.46			
Komşu, Akraba	Bahçe bitkileri	23	62.96	6.874	4	0.143
	Tarla bitkileri	29	67.12			
	Hayvancılık (b.ve k. baş)	22	87.27			
	Arıcılık	15	68.43			
	Karma	60	80.57			

Çizelge 5. Devamı

Table 5. Continued

Bilgi Kaynakları	Faaliyet alanı	Sayı	Sıra ortalaması	Khi kare değeri	Serbestlik derecesi	p değeri
Zirai İlaç Bayileri	Bahçe bitkileri	23	78.87	25.766***	4	0.000
	Tarla bitkileri	29	101.07			
	Hayvancılık (b.ve k. baş)	22	57.39			
	Arıcılık	15	41.00			
	Karma	60	75.88			
Kooperatif	Bahçe bitkileri	23	79.76	21.794***	4	0.000
	Tarla bitkileri	29	102.29			
	Hayvancılık (b.ve k. baş)	22	65.48			
	Arıcılık	15	47.63			
	Karma	60	70.32			
Gazete, Radyo, TV	Bahçe bitkileri	23	69.54	0.962	4	0.915
	Tarla bitkileri	29	77.64			
	Hayvancılık (b.ve k. baş)	22	78.93			
	Arıcılık	15	79.30			
	Karma	60	73.30			
Birlikler	Bahçe bitkileri	23	44.93	44.026***	4	0.000
	Tarla bitkileri	29	59.79			
	Hayvancılık (b.ve k. baş)	22	87.86			
	Arıcılık	15	128.53			
	Karma	60	75.78			
Üniversiteler	Bahçe bitkileri	23	88.09	7.200	4	0.126
	Tarla bitkileri	29	71.38			
	Hayvancılık (b.ve k. baş)	22	68.30			
	Arıcılık	15	85.17			
	Karma	60	71.65			

Önem düzeyi *** $p < 0.01$ **Çiftçilerin tarım danışmanlığı hizmeti ile ilgili değerlendirmeleri ve danışmanlarla ilişkileri**

Çiftçilerin %65.1'i 3-5 yıl, %20.1'i 6-8 yıl, %10.7'si de 1-2 yıldır tarım danışmanından hizmet almaktadır. Hizmet alanların %61.7'si ziraat mühendisinden, %16.8'i tekniker-teknisyenden ve %5.4'ü veteriner sağlık teknisyeninden yararlanırken, %16.1'i danışmanın unvanını bilmemektedir (Çizelge 6). Bilmiyorum diyenlerin büyük kısmı danışmanını kooperatif, birlik elemanı olarak görmektedir.

Çizelge 6. Çiftçilerin hizmet aldıkları tarım danışmanının unvanları

Table 6. Titles of the agricultural consultant from whom farmers receive service

Unvanlar	Sayı	%
Ziraat Mühendisi	92	61.7
Tekniker – Teknisyen	25	16.8
Veteriner Sağlık Teknikeri-Teknisyeni	8	5.4
Bilmiyorum	24	16.1
Toplam	149	100.0

Çiftçilerin %56.4'ü her zaman, %32.9'u genellikle tarım danışmanlarına ulaşabildiklerini, %3.4'ü ise hiç ulaşamadıklarını belirtmişlerdir. Çiftçiler danışmanlara telefonla sık sık ulaştıklarını, danışmanla mesajlaşarak da bilgi alış-verişi yaptıklarını dile getirmişlerdir. Çiftçilerin %39.6'sı tarım danışmanı ile 15 günde bir, %23.5'i haftada bir veya fazla, %19.5'i de ayda bir görüşmektedir. Bu konuda yapılan benzer bir çalışmada üreticilerin %34.8'i 15 günde bir %44.5'i haftada bir, %15.4'ü ayda bir danışmanları ile görüştüğünü belirtmişlerdir (Cengiz, 2018). Başka bir çalışmada en yüksek görüşme sıklığı haftada 1-2 (%52) olarak belirlenmiştir (Kızılaslan & Çakmak, 2012).

Çiftçiler, tarım danışmanının kendisine ayırdığı zamanın yeterli olduğunu (3.7) ve danışmanın onların sorunlarına çözüm bulabildiğini (3.7) belirtmişlerdir (Çizelge 7).

Çizelge 7. Çiftçilerin tarım danışmanı ile görüşmeleri

Table 7. Farmers opinions about agricultural consultants

Görüşler	Hiç		Çok az katılıyorum		Kısmen katılıyorum		Katılıyorum		Kesinlikle katılıyorum		Ortalama
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	
Bana ayırdığı zaman yeterlidir	9	6.0	7	4.7	19	12.8	93	62.4	21	14.1	3.7
Sorunlarıma çözüm bulabiliyor	7	4.7	6	4.0	29	19.5	83	55.7	24	16.1	3.7
Çalışmalarında fikirlerimi alır	8	5.4	9	6.0	55	36.9	56	37.6	21	14.1	3.5
Çalışmaları koşullarıma uygun	6	4.0	8	5.4	57	38.3	62	41.6	16	10.7	3.5
Önerileri önceliklerime uyumlu	5	3.4	9	6.0	70	47.0	50	33.6	15	10.1	3.4

Çiftçiler danışmanlarla görüşme tarzlarını; sorun olduğunda (4.3), danışmanlar gelip gittikçe (3.7) ve danışmanın bürosunu ziyaret ederek (2.5) şeklinde belirtmişlerdir (Çizelge 8). Çiftçilerin tarım danışmanına ulaşmalarında problem yaşamadıkları tespit edilmiştir.

Çizelge 8. Çiftçilerin tarım danışmanı ile görüşme şekli/durumu

Table 8. The way/situation of farmers meeting with the agricultural consultant

Tarım danışmanı ile görüşme	Hiç		Nadir		Bazen		Genellikle		Daima		Ortalama
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	
Sorun olduğunda görüşürüm	4	2.7	4	2.7	11	7.4	59	39.6	71	47.7	4.3
Onlar gelip-gittikçe görüşürüz	3	2.0	12	8.1	29	19.5	83	55.7	22	14.8	3.7
Düzenledikleri toplantılarda görüşürüm	44	29.5	17	11.4	48	32.2	35	23.5	5	3.4	2.6
Bürosuna giderim	60	40.3	15	10.1	27	18.1	33	22.1	14	9.4	2.5

Çiftçilerin danışmana danıştıkları konular ve aldıkları bilgiyi yeterli bulma düzeyleri

Çiftçilerin en fazla yardım istedikleri konuların başında, hastalık ve zararlılarla mücadele (3.0), destekleme konuları ve ilgili bürokratik işlemler (2.9), gübreleme (2.1), yetiştiricilik ve bakım işleri (2.0) gelmektedir. Hasat-harman, tarımsal mekanizasyon, proje danışmanlığı, ekim dikim konusunda bilgiye daha az ihtiyaç duymaktadırlar. Çiftçiler özellikle hastalık ve zararlı mücadelesi ile ilgili aldıkları bilgiyi (4.3) kesinlikle/oldukça yeterli bulmaktadırlar. Çiftçilerin danışmanların verdikleri bilgiyi kısmen yeterli buldukları konular tarımsal mekanizasyon, tarım sigortası, proje danışmanlığı, hayvan sağlığı konularıdır (Çizelge 9). Aslında yetersiz buldukları konular aynı zamanda çiftçilerin danışmanlardan en az bilgi talep ettikleri konulardır. Bu sonuçta etkili olan unsurun çiftçilerin danışmana başvurup, yeterli bilgi alamamalarından değil, bu konularda danışmana başvurma gereği duymamalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Genel olarak çiftçiler danışmanlardan aldıkları bilgilerin yeterli ve tatmin edici olduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 9. Çiftçilerin hangi konularda ne sıklıkta* danışmana başvurdıkları ve aldıkları bilgileri yeterli bulma düzeyleri****Table 9.** How often* do farmers seek advice on which issues and to what extent do they find the information they receive sufficient

Danışılan konular	Hiç		Nadir		Bazen		Genellikle		Daima		Başvuru sıklığı ortalaması*	Yeterlilik düzeyi ortalaması**
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%		
Hastalık/zararlı mücadelesi	56	37.6	8	5.4	7	4.7	35	23.5	43	28.9	3.0	4.3
Destekleme konuları	44	29.5	12	8.1	33	22.1	40	26.8	20	13.4	2.9	3.8
Gübreleme	84	56.4	10	6.7	18	12.1	31	20.8	5	3.4	2.1	3.8
Yetiştiricilik/ bakım işleri	88	59.1	12	8.1	16	10.7	24	16.1	8	5.4	2.0	3.8
Hayvan bakım/ besleme	98	65.8	3	2.0	16	10.7	22	14.8	10	6.7	1.9	3.8
Hayvan sağlığı	95	63.8	9	6.0	23	15.4	11	7.4	11	7.4	1.9	3.4
Tarım sigortası	99	66.4	14	9.4	20	13.4	13	8.7	3	2.0	1.7	3.2
Sulama	107	71.8	10	6.7	16	10.7	12	8.1	4	2.7	1.6	3.8
Tohumluk	116	77.9	3	2.0	9	6.0	15	10.1	6	4.0	1.6	3.9
Arcılık	119	79.9	4	2.7	6	4.0	6	4.0	14	9.4	1.6	3.8
İyi tarım uygulamaları	112	75.2	5	3.4	16	10.7	12	8.1	4	2.7	1.6	3.5
Organik tarım	125	83.9	2	1.3	6	4.0	2	1.3	14	9.4	1.5	3.9
Satış-pazarlama	119	79.9	3	2.0	13	8.7	11	7.4	3	2.0	1.5	3.5
Ekim-dikim	116	77.9	9	6.0	14	9.4	7	4.7	3	2.0	1.5	3.6
Proje danışmanlığı	121	81.2	7	4.7	15	10.1	5	3.4	1	0.7	1.4	3.4
Tarımsal mekanizasyon	128	85.9	6	4.0	6	4.0	6	4.0	3	2.0	1.3	3.1
Hasat-harman	129	86.6	5	3.4	9	6.0	3	2.0	3	2.0	1.3	3.5

*1. hiç, 2.nadir, 3.bazen, 4.genellikle, 5.daima

**1. kesinlikle yetersiz, 2.yetersiz, 3.kısmen yeterli, 4.yeterli, 5. kesinlikle yeterli

Çiftçilerin tarım danışmanlarından elde ettikleri faydalar

Çiftçiler tarım danışmanının verdiği 10 öneriden 6.2'sini yaptıklarını belirtmişlerdir. Çiftçilerin %12.1'inin danışmanın önerilerinin hepsini yaptığını, %4'ünün danışmanın hiçbir önerisini yapmadıkları tespit edilmiştir. Şanlıurfa'daki bir çalışmada üreticilerin %70.7'si danışmanın önerilerini uyguladıklarını belirtmiştir (Kara vd., 2009).

Tarımsal danışmanlık hizmetinin çiftçilere sağladığı faydalar; ürün kalitesinin iyileşmesi (3.2), üretim artışı (3.1), gelir artışı (2.9) olarak sıralanmıştır (Çizelge 10). Çiftçilerin tarım danışmanı ile ortalama %20.3 gelir artışı sağladıkları saptanmıştır. Çiftçilerin %15.4'ü hiç artış sağlamadığını, bazıları da rakam vermenin mümkün olmadığını söylemişlerdir. Çiftçilerin danışmanların etkisi ile ilgili yorumları; "üretim arttı ama geliri pek etkilemedi", "50-60 meyve ağacını bile kurtarsak yeter", "Az kalsın tarımı bırakıyordum", "Gelir, ürün bazında pek belli olmuyor", "Yeni tohum çeşitleri verim kaybını önüyor", "İyi tarım sayesinde gelirim arttı", "Suni mera ve silaj kullan dedi, verim arttı." şeklinde özetlenebilir.

Çizelge 10. Çiftçinin tarım danışmanı ile elde ettiği faydalar**Table 10.** Benefits farmers gain from agricultural consultants

Katkı sunulan konular	Hiç		Düşük		Kısmen		İyi		Çok		Ortalama
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	
Ürün kalitesi iyileşti	17	11.4	10	6.7	57	38.3	52	34.9	13	8.7	3.2
Üretimim arttı	21	14.1	16	10.7	49	32.9	47	31.5	16	10.7	3.1
Gelirim arttı	23	15.4	17	11.4	68	45.6	31	20.8	10	6.7	2.9

Çiftçilerin tarım danışmanına ödeme yapma ve hizmet almaya devam etme isteği

Çiftçilerden %67.8'i danışmanlık hizmeti almaya devam etme arzusunda iken, %19.5'i istekli değil, %12.8'i de kararsızdır (Çizelge 11). Çiftçilerin hiçbiri tarım danışmanına herhangi bir ödeme yapmamaktadır. Genel olarak çiftçiler danışmanlıktan faydalanmak istediklerini ancak, bazı çiftçiler devlet desteği olmaması durumunda hizmetin kooperatif, birlik ya da oda bünyesinde verilmesini önermişlerdir.

Devlet desteği olmasa da danışmanlık hizmeti alma isteği, çiftçilerin yaşı, toplam işlediği arazi varlığı ve sahip olduğu hayvan varlığına göre farklı değildir. Buna karşın, alınan hizmetler ve memnuniyet eğilimleri çiftçilerin devlet desteği olmasa da danışmanlık hizmeti almaya devam etmelerinde etkili görülmektedir. Sorunlarla karşılaştığında danışmana başvurular, danışmana ulaşabilme, danışmanın ayırdığı zaman yeterli bulmalar, danışmanın sorunlara çözüm bulabilmesi, danışman önerilerinin çiftçilerin öncelikleriyle uyumlu olması, danışmanın işletmeyi ziyaret/kontrol etmesi, danışmanın önerilerini yapabilme durumu çiftçilerin devlet desteği olmasa da danışmanlık hizmeti alma isteklerini arttırmaktadır (Çizelge 11).

Çizelge 11. Devlet desteği olmasa da danışmanlık hizmetlerinden yararlanma isteğinin bazı çiftçi özelliklerine göre karşılaştırılması (Mann Whitney U Testi)

Table 11. Comparison of the willingness to benefit from consultancy services even without government support according to some farmer characteristics (Mann Whitney U Test)

Özellikler	Faydalanma isteği	Sayı	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	Mann-Whitney U	Z	p değeri
Yaş	İstemiyor	29	66.03	1915	1449	-0.09	0.93
	İstiyor	101	65.35	6600			
Toplam işlenen arazi (dekar)	İstemiyor	26	51.31	1334	983	-1.31	0.19
	İstiyor	91	61.2	5569			
Büyükbaş varlığı	İstemiyor	13	25.42	330.5	239.5	-0.29	0.77
	İstiyor	39	26.86	1047.5			
Sorunlarla karşılaştığında danışmana başvurma	İstemiyor	29	40.41	1172	737***	-4.41	0
	İstiyor	101	72.7	7343			
Sorun olduğunda danışmana ulaşabilme	İstemiyor	29	39.79	1154	719***	-4.72	0
	İstiyor	101	72.88	7361			
Danışmanın ayırdığı zaman yeterli bulma	İstemiyor	29	42.17	1223	788***	-4.44	0
	İstiyor	101	72.2	7292			
Danışmanın sorunlara çözüm bulabilmesi	İstemiyor	29	41.22	1195.5	760.5***	-4.41	0
	İstiyor	101	72.47	7319.5			
Danışman önerilerinin çiftçi öncelikleriyle uyumlu olması	İstemiyor	29	45.33	1314.5	879.5***	-3.55	0
	İstiyor	101	71.29	7200.5			
Danışmanın işletmeyi ziyaret/kontrol etmesi	İstemiyor	29	41.45	1202	767***	-4.16	0
	İstiyor	101	72.41	7313			
Danışmanın önerilerini yapabilme durumu	İstemiyor	29	38.74	1123.5	688.5***	-4.79	0
	İstiyor	101	73.18	7391.5			

Önem düzeyi *** $p < 0.01$.

Çiftçilerin danışmanlık hizmetine devlet desteği olmasa da devam etme isteğinde danışmanların önerilerini işletmelerinde uygulayabilmeleri/yapabilmeleri ve danışmanı, konusunda uzman olarak görebilmeleri yani bilgilerine güven duymuş olmaları en etkili faktörler olarak belirlenmiştir (Çizelge 12).

Çizelge 12. Çiftçilerin danışmanlık hizmeti alma isteğinde etkili faktörler (Lojistik Reg.)**Table 12.** Factors affecting farmers' desire to receive consultancy services (Logistics Reg.)

Variables in the Equation	B	S.E.	Wald	Df	Sig.	Exp(B)
Constant	-0.492	0.191	6.624	1	0.01	0.611
Model Summary	-2 Log likelihood		Cox & Snell R Square		Nagelkerke R Square	
	123.224a		0.233		0.317	
Hosmer and Lemeshow Test	Chi-square		Df		Sig.	
	4.386		6		0.625	
Variables in the Equation	B	S.E.	Wald	Df	Sig.	Exp(B)
Constant	-7.164	1.591	20.281	1	0	0.001
Çiftçilerin önerileri yapabilmeleri	1.136	0.382	8.838	1	0.003	3.113
Çiftçilere göre danışmanın uzmanlık düzeyi	0.719	0.3	5.758	1	0.016	2.053

Çiftçilerden %48.3'ü danışmanlık hizmeti için ücret ödemeye isteksiz, %29.5'i istekli ve %22.1'i kararsızdır(Çizelge 13).Ücret ödemeye istekli olanlar ortalama 1.710 TL ödeyebileceklerini söylemişlerdir. Kararsızlar ücrete göre karar verebileceklerini, ücret ödemeleri durumunda danışmandan daha fazla hizmet talep edeceklerini belirtmişlerdir. Kara vd. (2009), devlet danışmana ücret ödemeyi bırakırsa, üreticilerin %51.72'nin ücret ödemeyeceğini saptamışlardır. Genel olarak çiftçiler Tarım Danışmanlığı Sisteminin devam etmesini istemekte ancak, hizmet bedeli ödemeyi istememektedirler.

Çizelge 13. Çiftçilerin danışmanlık hizmeti için ücret ödeme durumu**Table 13.** Fee payment status of farmers for consultancy services

Ücret ödeme durumu	Sayı	%
Hayır	72	48.3
Evet	44	29.5
Kararsızım	33	22.1
Toplam	149	100.0

SONUÇ VE ÖNERİLER

İzmir'de yürütülen bu çalışma, tarımsal danışmanlık hizmeti alan çiftçilerin kişisel özellikleri, tarım danışmanıyla ilişkileri, memnuniyet düzeyleri ile sistemde kalma eğilimleri ve danışmanların işletmelere sağladıkları faydalar belirlenmeye ve sistemdeki sorunlara yönelik çözüm önerileri geliştirilmesi amacıyla yapılmıştır.

Danışmanlık sisteminin genel olarak çiftçilere fayda sağladığı anlaşılmaktadır. İzmir ilinin tarım potansiyeli düşünüldüğünde; tarım danışmanı sayısının ve hizmetlerinin talebi karşılayacak düzeyde olmadığı ve danışman sayısının artırılması yanında oda, üretici örgütleri ve serbest tarım danışmanlarına yapılan desteklerin devam ettirilmesi yararlı görülmektedir. Araştırma bulguları, çiftçilerin aldığı hizmetlerin memnuniyetlerini etkilediğini göstermektedir. Danışmanın sorunlara çözüm bulabilmesi, çiftçilerin danışmana ulaşabilmesi, danışmanın çiftçilere ayırdığı zamanı yeterli olması, danışmanın işletmeyi ziyaret etmesi ve çiftçilerin danışmanın önerilerini yapabilmeleri devlet desteği olmasa da çiftçilerin danışmanlık hizmeti alma isteklerini arttırmaktadır. Çiftçiler danışmanlık hizmetlerine ücret ödemeleri durumunda daha fazla hizmet talep edeceklerini ifade etmişlerdir. Çiftçilerden ücret talep edilecekse herkese standart bir ücretlendirme yerine yerel koşullar, işletme özellikleri, ürün deseni, ulaşım olanakları gibi kriterler dikkate alınarak düzenlenme yapılmalıdır.

Danışmanlık hizmetine devlet desteği olmasa da çiftçilerin ücret ödeyerek devam etme isteğinde danışmanların önerilerini uygulayabilmeleri, danışmanın uzmanlığına güven duymaları başlıca çiftçi beklentileridir. Tarım danışmanlarının çiftçilere daha fazla yardımcı olabilmeleri için danışmanlığın yerel

ve ekolojik koşullara, uzmanlıklara göre planlanması ve hizmet içi eğitimlerle danışmanların bilgi ve becerilerinin düzenli olarak artırılması zorunludur.

Danışmanların proje hazırlama becerilerinin ve yetkinliklerini geliştirilmesi çiftçilerin tarımsal desteklemelere başvurma ve yararlanma düzeylerini arttıracak ve kırsal kesimde danışmanlığa ilgiyi teşvik edeceği düşünülmektedir.

Danışmanlık sistemi ile kamu yayımı arasında koordinasyon ve iş birlikleri sağlanmalıdır. Kamunun, sadece denetleyici otorite olarak davranmak yerine, danışmanı yayım çalışmalarında önemli bir paydaş olarak görmesi yayımda çoğulcu yapıyı ve etkinliği arttıracak gibi kırsal kesimde danışmanın prestijini de arttıracaktır.

Danışmanlık hizmeti alan işletmelerde elde edilen başarılı sonuçlar (verim, gelir, kalite artışı gibi) tanıtılarak, hizmet almayan işletmeler de motive edilmelidir.

Danışmanlık hizmeti alan işletmelere mazot, gübre, hayvancılık, makine ekipman vb. desteklerde ayrıcalık sağlanması hem desteklemelerin etkinliğini hem de danışmanlığa ilgiyi arttıracaktır.

Modern ve çevre dostu teknolojilerin, iyi tarım gibi uygulamaların, danışmanlık sisteminde yer alması sağlanmalıdır. Danışmanlar kamu araştırma ve yayımında önemli bir paydaş olarak kabul edilip, iş birlikleri kurulmalıdır.

Çiftçilere sunulan hizmetlerle, işletmelerin girdi, verim takibi vb. gibi ekonomik analizlerinin yapılarak sistemin işleyişi incelenmeli, hizmet öncesi ve sonrası farklılıklar belirlenmelidir. Bunun için de çiftçiye kayıt tutma alışkanlığı kazandırılmalı, mevcut ve sonraki göstergeler, yapılan etkinlikler ve aktarılan bilgiler/uygulamalar düzenli şekilde kayıt altına alınmalıdır.

Bakanlık ve üniversite iş birliğiyle tarımsal danışmanlık izleme ve değerlendirme sistemi geliştirilerek tarımsal danışmanlık hizmetlerinin somut çıktıları ve aksaklıklar izlenmelidir.

Çiftçilerin tarımsal danışmanlık hizmeti alabilmeleri için ÇKS, hayvan, arıcılık vb. kayıt sistemlerine dahil olmaları zorunlu olup, bu durumun tarımsal verilerin daha sağlıklı derlenmesine ve dolaylı olarak da desteklemelere katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Veri Kullanılabilirliği

Veriler makul talep üzerine sağlanabilmektedir.

Yazar Katkıları

Çalışmanın konsepti ve tasarımı: AY, MB; örnek toplama: AY; verilerin analizi ve yorumlanması: AY; istatistiksel analiz: AY, MB; görselleştirme: AY, MB; makalenin yazımı: AY.

Çıkar Çatışması

Bu çalışmada yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Etik Beyan

Bu araştırma, Ege Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu tarafından 26.09.2022 tarihli, 1608 sayılı protokol numarasıyla onay almıştır.

Finansal Destek

Bu araştırma için herhangi bir finansman desteği alınmamıştır.

Makale Açıklaması

Bu makale Konu Editörü Dr. H. Ece Salalı tarafından düzenlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Anonymous, 2022a. İzmir İl Tarım ve Orman Müdürlüğü. 2022 Yılı Tarımsal Danışmanlık Hizmeti Alan Üretici Kayıtları, 19 s.
- Anonymous, 2022b. Tarımsal yayım ve danışmanlık hizmetlerine destekleme ödemesi yapılması hakkında tebliği (Tebliğ No: 2021/39). (Web sayfası: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2022/04/20220406-19.htm>) (Erişim tarihi: Mart 2024).
- Anonymous, 2022c. İzmir İl Tarım ve Orman Müdürlüğü brifingi. (Web sayfası: <https://izmir.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Brifing%202022.pdf>) (Erişim tarihi: Mart 2024).
- Anonymous, 2024a. Yıllar itibarıyla net ve brüt asgari ücret (01/08/1996-31/12/2024). (Web sayfası: <https://www.csgb.gov.tr/media/93379/gunlukaylikasgari.pdf>) (Erişim tarihi: Mart 2024).
- Anonymous, 2024b. Tarımsal yayım ve danışmanlık hizmetlerine destekleme ödemesi yapılması hakkında tebliği (Tebliğ No:2023/48). (Web sayfası: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2024/01/20240109-8.htm>) (Erişim tarihi: Mart 2024).
- Aydoğdu, M. H. & M. Altun, 2019. Mısır ekimi yapan çiftçilerin tarımsal yayım ve danışmanlık hizmetleri için ödemeye yönelik tutumları: Şanlıurfa örnekleme. *Al Farabi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, 3 (2): 109-115.
- Boyacı, M. & Ö. Yıldız, 2011. Türkiye’de Tarım Danışmanlığı Modelinin İşleyişi Üzerine Bir Araştırma. E.Ü. Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi, Yayım Serisi No:8, E.Ü. Basımevi, İzmir, 101 s.
- Boyacı, M. & Ö. Yıldız, 2014. Türkiye’de tarımsal yayım sisteminde çoğulcu yapının bir görünümü. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 51 (1): 1-11 s. <https://doi.org/10.20289/euzfd.18957>
- Boyacı, M., 1996. Avrupa Birliği Ülkelerinde ve Türkiye’de Tarımsal Yayım. E.Ü. Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi, Yayım Serisi No: 3, E.Ü. Basımevi, İzmir, 21 s.
- Cengiz, N., 2018. Tarımsal Yayım ve Danışmanlık Hizmetlerinin Etkilliliği Üzerine Bir Araştırma. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, (Basılmamış) Doktora Tezi, Tekirdağ, 179 s.
- Derman, A., 2010. Mardin ilinde Tarımsal Yayımı Geliştirme Projesi Kapsamında Görev Yapan Elemanların Tarımsal Yayım ve Danışmanlık Sistemine Bakışları. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Adana, 65 s.
- Gülkök, I., 2015. Avrupa Birliğinde Danışmanlık Hizmetleri ve Türkiye’de Uygulanabilirliği. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, (Basılmamış) AB Uzmanlık Tezi, Ankara, 133 s.
- İmamoğlu, H., 2017. Tarımsal Danışmanlık Hizmetlerinin Tarımsal Üretim Üzerine Etkilerinin Analizi Balıkesir İli Örneği. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 104 s.
- Kara F., U. K. Kara & Y. Aktaş, 2009. Köy merkezli tarımsal üretime destek projesi' nin (Köy-Mer) tarımsal yayım açısından değerlendirilmesi: Şanlıurfa İli örneği. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 15 (1): 25-34.
- Kızılaslan, H. & E. Çakmak, 2012. Tarımsal yayım geliştirme projesi kapsamında tarım danışmanlığı sisteminin değerlendirilmesi Tokat İli örneği. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29 (2): 73-84.
- Kızılaslan, H. & S. Erdemir, 2013. Tarım danışmanlarının tarımsal yayım ve danışmanlık sistemindeki rolleri ve sisteme bakış açıları (Tokat İli merkez ilçe araştırması). *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 6: 67-84.
- Koçak, F., 2012. AB’nde ve Türkiye’ de Uygulanan Tarımsal Yayım Danışmanlık Eğitim Sisteminin Karşılaştırılması. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 64 s.
- Newbold, P., 1995. *Statistics for Business and Economics*, Prentice-Hall International, New Jersey, 867 pp.
- Toy, M., 2021. Tarımsal danışmanlık hizmeti pandemide de kesintisiz devam ediyor. *Tarım ve Orman Dergisi*, Temmuz Ağustos Sayısı, 46-49.
- TÜİK, 2024. Adrese dayalı nüfus kayıt sistemi sonuçları, 2023. (Web sayfası: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Adrese-Dayali-Nufus-Kayit-Sistemi-Sonuclari-2023-49684>) (Erişim tarihi: Mart 2024).

Araştırma Makalesi (Research Article)

Selcan ÖZYALIN^{1*} 

Cennet YAMAN² 

Gülden BALCI³ 

^{1,3}Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat
Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 66100,
Merkez, Yozgat, Türkiye

²Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat
Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 66100,
Merkez, Yozgat, Türkiye

* Sorumlu yazar (Corresponding author):

selcan.ozyalin@yobu.edu.tr

Anahtar sözcükler: Bitki büyüme
düzenleyicileri, bitki doku kültürü, *in vitro*
çoğaltım, üzüm meyveler

Keywords: Plant growth regulators, plant
tissue culture, *in vitro* propagation, berry fruits

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2025, 62 (2):259-267

<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1456285>

Ahududunun (*Rubus idaeus* L. cv. Ruby) mikroçoğaltımında Giberellik Asitin (GA₃) bitki gelişimine etkisi*

The effect of gibberellic acid (GA₃) on plant growth
in micropropagation of raspberry (*Rubus idaeus* L.
cv. Ruby)

*Bu makale sorumlu yazarın doktora tez çalışmasının bir kısmından üretilmiştir.

Received (Alınış): 22.03.2024

Accepted (Kabul Tarihi): 27.12.2024

ÖZ

Amaç: Çalışma, *in vitro* şartlarda giberellik asitin (GA₃) ahududu (*Rubus idaeus* L. cv. Ruby) bitkisinin gelişimine etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem: Çalışma, GA₃'ün farklı dozları (0, 0.25, 0.5, 1.0 mg l⁻¹), 6-Benzilaminopurine (BAP) (0.1 mg l⁻¹)+Kinetin (Kin) (0.5 mg l⁻¹) içeren ve içermeyen MS besin ortamında denenmiştir. Denemede bazı morfolojik ve fizyolojik parametrelerin ölçümleri yapılmıştır.

Araştırma Bulguları: Araştırmada GA₃ uygulamasının incelenen parametreler üzerine etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. Sürgün boyunda (3.93 cm), boğum arası uzunlukta (2.44 mm) ve klorofilde (38.68 SPAD) en iyi sonuçlar 1.0 mg l⁻¹ GA₃ uygulamasından elde edilmiştir. Boğum sayısında (3.67 adet) 0.5 ve 1.0 mg l⁻¹ GA₃ uygulaması, sürgün sayısında (3.33 adet) ise BAP+Kin+0.5 mg l⁻¹ GA₃ uygulamasından en iyi sonuçlar elde edilmiştir.

Sonuç: Sonuç olarak BAP ve Kin ile kombine edilen GA₃ uygulamaları sürgün sayısının artmasında, sadece GA₃'ün kullanıldığı uygulamalar da ise sürgün uzunluğunda ve boğumlar arası mesafenin artmasında etkili olduğu tespit edilmiştir.

ABSTRACT

Objective: The study was conducted to determine the effect of gibberellic acid (GA₃) on the development of raspberry (*Rubus idaeus* L. cv. Ruby) plant under *in vitro* conditions.

Material and Methods: The study tested different doses of GA₃ (0, 0.25, 0.5, 1.0 mg l⁻¹) in MS nutrient medium with and without 6-Benzylaminopurine (BAP) (0.1 mg l⁻¹) + Kinetin (Kin) (0.5 mg l⁻¹). Some morphological and physiological parameters were measured in the experiment.

Results: In the study, it was determined that the effect of GA₃ application on the parameters examined was significant. The best results in shoot length (3.93 cm), internode length (2.44 mm), and chlorophyll (38.68 SPAD) were obtained from 1.0 mg l⁻¹ GA₃ application. The best results were obtained from 0.5 and 1.0 mg l⁻¹ GA₃ application in the number of nodes (3.67 piece), and BAP+Kin+0.5 mg l⁻¹ GA₃ application in the number of shoots (3.33 piece).

Conclusion: As a result, it was determined that GA₃ applications combined with BAP and Kin effectively increased the number of shoots, and applications in which only GA₃ was used effectively increased the shoot length and distance between nodes.

GİRİŞ

Rosaceae familyasının *Rubus* cinsi içerisinde yer alan kırmızı ahududu (*Rubus idaeus* L.), üzüm sü meyveler grubuna giren bir meyve türüdür. Yeryüzünde geniş bir yayılma alanına sahip olan ahududu, özellikle Asya, Avrupa ve Amerika kıtalarının ılıman iklim bölgelerinde doğal olarak yayılış gösterir. Türkiye’de ise kuzey bölgeleri boyunca, hava oransal nemi ve toprak nemi fazla olan yerlerde, genellikle 1000 metre ve daha fazla yükseklikteki bölgelerde doğal olarak bulunmaktadır (Onur, 1996). Ahududu meyveleri toplu meyveler grubunda yer alır. Meyveleri kendine ait çok beğenilen bir kokuya ve tada sahiptir. Ayrıca insan sağlığı açısından önemli olan bazı pigmentler, fenoller, flavonlar, flavonoidler, vitamin ve liflerce diğer meyve türlerinden daha zengin oldukları bilinmektedir (Pehlivan & Güler, 2004).

Ahududu bitkisinin çoğaltılmasında kök sürgünleri veya kök çelikleri kullanılmaktadır. Kök boğazında ve kökünde bulunan adventif gözlerden süren taze sürgünler, geç sonbahardan itibaren erken ilkbahara kadar köklü olarak sökülme suretiyle fidan elde edilebilir. Fakat bu yöntemlerle fidan elde edilmesinin birçok dezavantajı olabilmektedir. Köklü sürgünlerin ana bitkiden ayrılması hem zahmetli hem de ana bitkinin verim ve kalitesine olumsuz etki yapabilmektedir. Ahududu bitkisinin çalı formunda olması ve gövdelerinin de 2 yıllık olmasından dolayı aşı ile üretim mümkün olmamaktadır. Çelikle çoğaltmada ise köklenme problemi yaşanmaktadır. Dolayısı ile ahududunun çoğaltılmasında sınırlı sayıda üretim teknikleri kullanılabilmektedir. Birçok türde olduğu gibi ahududu da doku kültürü yöntemiyle sağlıklı bir şekilde çoğaltılabilir (Onur, 1996).

Doku kültürü ile çoğaltım yöntemi, tüm dünyada ve özellikle gelişmiş ülkelerde ticari anlamda yoğun olarak kullanılmaktadır. Bahçe bitkilerinde bazı meyve türlerinin, klon anaçların büyük bir kısmının ve ekonomik değeri yüksek süs bitkilerinin ve ayrıca virüsten arındırılmış çeşitlerin kitlesel olarak çoğaltılmasında kullanılan önemli bir çoğaltma yöntemidir. Doku kültürü yöntemi, ahududuların klonal mikroçoğaltımında, hastalık ve zararlılardan arı bitki üretiminde ve tek tip yüksek kaliteli bitkilerin elde edilmesinde yaygın olarak kullanılabilmektedir. Ahududuların mikroçoğaltımında kullanılan bitki büyümeyi düzenleyicilerin her biri farklı etkiler yapmaktadır. Özellikle sürgün oluşumu için kullanılan sitokin grubu bileşikler ahududunun kardeşlenerek çoğaltılmasında etkili olmaktadır. Fakat kardeşlenme sırasında homojen bir sürgün gelişimi mümkün olamayabilmektedir. Ahududuların mikroçoğaltımında kardeşlenen her bir sürgünün özellikle boğum sayılarının birbirinden farklı olması elde edilecek yeni bitkilerin birbirinden farklı bir gelişim göstermesine neden olmaktadır. Bu durum aynı zamanda hayatta kalma oranını da olumsuz etkilemektedir. Bu yüzden ahududuların mikroçoğaltımında kullanılan bitki büyümeyi düzenleyicilerin sürgün gelişimi üzerindeki etkilerinin daha detaylı incelenmesi gerekmektedir. Yapılan çalışmalarda sürgün çoğaltımı için bazı bitki büyümeyi düzenleyiciler kullanılmıştır. Bunlar BAP (veya BA) (6-benzilaminopurin) (Gök, 1997; Gonzalez et al., 2000; Zawadzka & Orlowska, 2009; Walender et al., 2014; Lebedev et al., 2018; Georgieva et al., 2020), TDZ (Thidiazuron) (Cousineau & Donnelly, 1991), Kinetin (Lebedev et al., 2018), Zeatin (Owens Y De Novoa & Conner, 1992), 2iP (6- {gamma, gamma-Dimethylallylamino} pürine) ve FeEDTA (ethylenediaminetetra-acetate ferric) (Snir, 1981)’dir. Yapılan araştırmalarda daha çok ahududunun çoğaltma katsayısının artırılmasına yönelik çalışmalar yapılmıştır. Fidancı & Erenoğlu (2006), bazı böğürtlen ve ahududu çeşitlerinin (Heritage ve Tulameen) *in vitro* çoğaltılmasında MS ortamına 1 mg l⁻¹ BAP, 100 mg l⁻¹ myo-inositol, 0.4 mg l⁻¹ thiamine HCL ve 0.5 mg l⁻¹ GA₃ ilave ederek bir araştırma yapmıştır. Araştırmada çoğaltma katsayısının belirlenmesinde BAP’ın etkileri incelenmiş olup GA₃’ün etkisine bakılmamıştır. Bu doğrultuda yapılan literatür araştırmasında, giberellik asit (GA₃)’in ahududuların doku kültürü ile çoğaltılması üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmaların yetersiz olduğu belirlenmiştir.

Bitki büyümeyi düzenleyici madde olan giberellinler, büyük bir bileşik sınıfını içerir ve keşfedilmelerinin kronolojik sırasına göre numaralandırılarak GA₁, GA₂, GA₃, ... GA₅₀ ... olarak

kısıtlanmışlardır. Bunların hepsi tetrasiklik diterpenoid asitlerdir. Ancak bunlardan yalnızca GA₁, GA₂, GA₃ ve GA₇ biyolojik aktiviteye sahiptir. Giberellinler, cüce fidelerin boğum arası uzamasının uyarılmasında etkilidir. Bu etki, giberellinlerin hücre uzamasını artırıcı etkileri sonucunda ortaya çıktığı bilinmektedir. Giberellinlerin bitkilerin yaşam döngüsü boyunca farklı işlevleri de vardır. Bunlar; tohum çimlenmesini, polen gelişimini ve polen tüpü büyümesini, çiçeklenmeyi, meyve gelişimini arttırmasıdır. Giberellinler içerisinde doğada en yaygın bulunan ve ayrıca ticari olarak da sağlanabilen GA₃ (giberellik asit)'tür (Taiz et al., 2015). Çalışmada, özellikle ahududu bitkisinin *in vitro* çoğaltılmasında karşılaşılan, bitkinin cüce kalması, yeni oluşan sürgünlerin ayrılmasında yaşanan problemler gibi sorunları ortadan kaldırabilmek ya da azaltabilmek, bu doğrultuda bitkiyi boyuna uzatarak mikroçoğaltım için kullanılacak eksplantların homojen olarak alınmasını sağlayabilmek ve homojen bir gelişim sağlayabilmek amacıyla *in vitro* şartlarda giberellik asitin (GA₃) ahududu (*Rubus idaeus* L. cv. Ruby) bitkisinin gelişimine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma için bitki materyali olarak ahududu (*Rubus idaeus* L.) bitkisinin Ruby çeşidi kullanılmıştır. Bitki materyali, Yozgat Bozok Üniversitesi Gedikhasanlı Bilal Şahin Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi'ndeki 7 yaşındaki ahududu parselinden alınmıştır. Eksplant kaynağı olarak 1 yıllık (vejetatif) sürgünlerin boğumları kullanılmıştır.

Yüzey dezenfeksiyonu

Eksplantlar akan çeşme suyu altında yıkanmış sonrasında su dolu beher içerisine 1-2 damla tween-20 ilave edildikten sonra 30 dakika boyunca bekletilmiştir. Daha sonra akan çeşme suyu altında durulanmıştır. Durulama işlemi sonrası eksplantlar 45 dakika saf su içinde bekletilmiştir. Yüzey dezenfeksiyonuna %70'lik etil alkol ve %20'lik ticari çamaşır suyu çözeltisi ile devam edilmiştir. Sırasıyla etil alkolde 2 dakika, çamaşır suyunda 15 dk bekletilmiş ve steril saf su ile üç kez 5'er dakika durulanarak dezenfeksiyon işlemi tamamlanmıştır.

Kültür ortamı

Walender et al. (2014), Lebedev et al. (2018) ve Yanxia et al. (2018)'nin *in vitro* çoğaltımında yapmış oldukları çalışmaları dikkate alınarak klonal çoğaltım yapılmıştır. Çalışmada, 0.1 mg l⁻¹ BAP (6-Benzilaminopurine) ve 0.5 mg l⁻¹ Kinetin (Kin) bitki büyüme düzenleyicileri (BBD) ile desteklenmiş MS (Murashige & Skoog, 1962) besin ortamı kullanılmıştır. 30 g l⁻¹ sukroz içeren MS besin ortamının pH'sı 5.8'e ayarlanmış ve 6.5 g l⁻¹ agar (Lebedev et al., 2018) ilave edildikten sonra 121°C'de ve 1.2 atmosfer basınç altında 20 dakika süre ile steril edilmiştir.

Eksplantların kültür ortamına aktarılması ve kültür şartları

Yüzey dezenfeksiyonu yapılmış eksplantlar besin ortamının olduğu tüplere aktarılmıştır. Kültüre alınan eksplantlar %60 nem içeren, 24±2°C sıcaklıkta, beyaz floresan ışığı (35 µmol m⁻² s⁻¹) altında 16/8 saat (aydınlık/karanlık) fotoperiyotta inkübe edilmiştir.

In vitro sürgün çoğaltımı (mikroçoğaltım) için MS, sukroz, agar, 0.1 mg l⁻¹ BAP ve 0.5 mg l⁻¹ Kin içeren besin ortamı kullanılmıştır. Mikroçoğaltım için bitkiler 15 günde bir taze ortama alınmış, ve 30 günde bir de alt kültürleme işlemi uygulanmıştır. Yeterli sayıda sürgün elde edildikten sonra 2-3 yapraklı mikror bitkiler, GA₃'ün farklı dozları (0, 0.25, 0.5, 1.0 mg l⁻¹), 6-Benzilaminopurine (BAP) (0.1 mg l⁻¹)+Kinetin (0.5 mg l⁻¹) içeren ve içermeyen MS (Murashige & Skoog, 1962) besin ortamlarına aktarılmış ve deneme kurulmuştur (Çizelge 1). 3 hafta sonra bitkiler aynı ortamlarında alt kültüre alınmıştır. Alt kültüre alındıktan 3 hafta sonra ise bitkilerin ölçümleri yapılmıştır.

Çizelge 1. Çalışmada uygulanan bitki büyüme düzenleyicilerin dozları**Table 1.** Doses of plant growth regulators applied in the study

Uygulamalar	Dozlar (mg l ⁻¹)			
	BAP + Kin	GA ₃		
	0.1 + 0.5	0.25	0.5	1.0
0	-	-	-	-
1	+	-	-	-
2	+	+	-	-
3	+	-	+	-
4	+	-	-	+
5	-	+	-	-
6	-	-	+	-
7	-	-	-	+

Ölçümler ile ilgili yöntemler:

Taze ağırlık: Besin ortamından arındırıldıktan hemen sonra hassas terazi ile gram olarak ölçülmüştür.

Kuru ağırlık: Bitkiler oda koşullarında kurutularak hassas terazi ile gram olarak ölçülmüştür.

Sürgün boyu: En uzun sürgünün gövdesinin en alt noktasından en üst yaprağın uç noktasına kadar cetvel yardımı ile cm olarak ölçülmüştür.

Sürgün sayısı: Bitki başına oluşan sürgün sayısı belirlenmiştir.

Toplam yaprak sayısı: Bitki başına tüm yapraklar sayılarak adet olarak belirlenmiştir.

Boğum sayısı: En uzun sürgünün boğum sayısı belirlenmiştir.

Boğum arası uzunluk: En uzun sürgünün, en uzun olan 2 bölgesi seçilerek mm olarak ölçülmüştür.

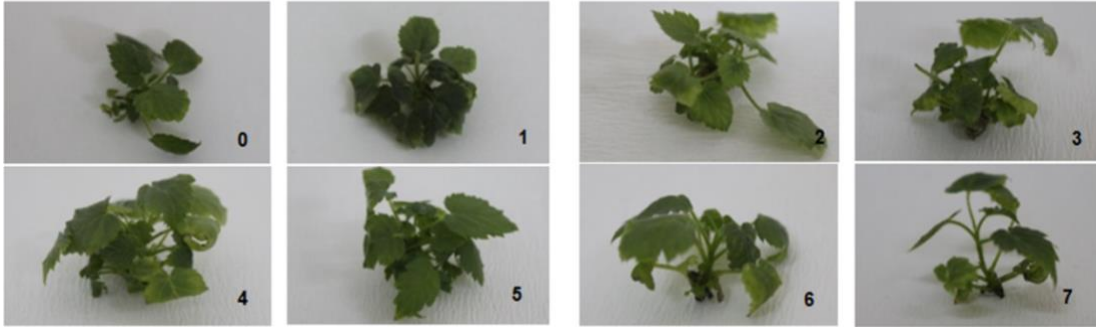
Antosiyanin içeriği: Bitki başına 2 yaprak seçilerek antosiyanin ölçüm cihazıyla (Opti Science ACM–200 Plus Anthocyanin Meter) ölçüm yapılmıştır.

Klorofil içeriği: Bitki başına 2 yaprak seçilerek klorofil ölçüm cihazıyla (Konica Minolta SPAD–502 Plus Chlorophyll Meter) ölçüm yapılmıştır.

Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Deneme 3 tekerrürlü, her tekerrürde 5 bitki olacak şekilde kurulmuştur. Elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirmesi IBM SPSS 20.0 paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiş ve veriler arasındaki farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir.

ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

0.1 mg l⁻¹ BAP, 0.5 mg l⁻¹ Kin ve GA₃'ün farklı (0.25, 0.5, 1.0 mg l⁻¹) konsantrasyonlarının kullanılarak kombine edildiği çalışmamızda *in vitro* ahududu bitkilerinin (Şekil 1) sürgün boyu (cm), sürgün sayısı (adet), toplam yaprak sayısı (adet), boğum sayısı (adet), boğum arası uzunluğu (mm), bitki taze ağırlığı (g), bitki kuru ağırlığı (g), yaprakların antosiyanin (ACI) ve klorofil (SPAD) içerikleri belirlenmiştir. İncelenen tüm parametrelerde GA₃'ün etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.



Şekil 1. Uygulama yapılan ahududu bitkilerinin deneme kurulduktan 6 hafta sonraki genel görüntüsü.

Figure 1. General appearance of the treated raspberry plants 6 weeks after the experiment was established.

Araştırmada, uygulamaların sürgün boyuna etkileri incelendiğinde 7. uygulama olan 1.0 mg l⁻¹ GA₃ uygulaması (3.93 cm), istatistiki olarak en iyi sonucu vermiştir. Sürgün sayısına etkileri incelendiğinde 3. (3.33 adet) ve 4. (3 adet) uygulamalar öne çıkmıştır. En fazla yaprak sayısı 3. ve 2. uygulamada (sırasıyla 19.00 ve 18.67 adet) belirlenmiştir. Tek başına GA₃ uygulamasının (6. ve 7. uygulama: 9.33, 8.67 adet) yaprak sayısına olumsuz etki yaptığı gözlenmiştir. En fazla boğum sayısının 3.67 adet ile 6. ve 7. uygulamalar olduğu tespit edilmiştir. En uzun boğum arası 7. uygulamada (2.44 mm) belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. GA₃'ün ahududunun bazı vejetatif büyüme parametreleri üzerine etkisi

Table 2. Effect of GA₃ on some vegetative growth parameters of raspberry

Uyg.	Sürgün Boyu (cm)	Sürgün Sayısı (adet)	Yaprak Sayısı (adet)	Boğum Sayısı (adet)	Boğum Arası Uzunluğu (mm)
0	2.96±0.5 ^{bc}	2.33±0.6 ^{ab}	11.33±2.9 ^{bc}	2.00±0.0 ^{bc}	1.93±0.6 ^{ab}
1	2.79±0.2 ^{bc}	2.67±0.6 ^{ab}	16.33±3.1 ^{ab}	1.67±0.6 ^c	1.86±0.5 ^{abc}
2	2.69±0.1 ^c	2.33±0.6 ^{ab}	18.67±3.2 ^a	2.33±0.6 ^{bc}	1.93±0.2 ^{ab}
3	2.98±0.3 ^{bc}	3.33±0.6 ^a	19.00±1.7 ^a	2.33±0.6 ^{bc}	1.08±0.2 ^c
4	3.03±0.4 ^{bc}	3.00±1.0 ^a	15.67±4.5 ^{ab}	2.33±0.6 ^{bc}	1.59±0.4 ^{bc}
5	3.42±0.2 ^{ab}	1.67±0.6 ^{bc}	11.67±3.1 ^{bc}	3.00±0.0 ^{ab}	1.25±0.4 ^{bc}
6	2.96±0.1 ^{bc}	1.00±0.0 ^c	9.33±1.2 ^c	3.67±0.6 ^a	1.56±0.4 ^{bc}
7	3.93±0.5 ^a	1.00±0.0 ^c	8.67±1.5 ^c	3.67±1.2 ^a	2.44±0.6 ^a
p	*0.008	*0.001	*0.001	*0.007	*0.027

Uygulamalar: 0: Kontrol; 1: BAP+Kin; 2: BAP+Kin+0.25 GA₃; 3: BAP+Kin+0.50 GA₃; 4: BAP+Kin+1.00 GA₃; 5: 0.25 GA₃; 6: 0.50 GA₃; 7: 1.00 GA₃ (* ≤0,001önemli).

Denemede elde edilen taze ağırlık verilerine göre 1. ve 2. uygulamaların (sırasıyla 0.191 ve 0.194 g) belirgin şekilde önde olduğu görülmüştür. Kuru ağırlık değerlerinin ise, 1. ve 3. uygulamalarda (sırasıyla 0.043 ve 0.042 g) önemli derecede arttığı tespit edilmiştir. GA₃'ün tek başına uygulanmasının taze ve kuru ağırlık üzerine negatif etkisi olduğu görülmektedir. Besin ortamında BAP+Kin olması taze ve kuru ağırlığı arttırmış fakat aynı ortamda (BAP+Kin) GA₃'ün dozunun artması ile taze ağırlık azalmıştır (2, 3 ve 4. uygulamalar). Antosiyanin içeriği incelendiğinde, kontrol (4.35 ACI) ve 7. uygulamanın (4.22 ACI) istatistiki önemde en yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür. Klorofil içeriği verilerine göre kontrol (37.29 SPAD) ve GA₃'ün tek başına uygulandığı 6. ve 7. uygulamaların (36.84 ve 38.68 SPAD) en yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3).

In vitro çoğaltımda besin ortamına GA₃'ün ilave edilmesinin, bitkinin sürgün uzamasını önemli ölçüde arttırdığı, sürgün çoğalma oranını ise azalttığı yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Bobrowski et al., 1996; Emmanuel et al., 2000; Paudyal & Haq, 2000; Martinussen et al., 2004; Kefayeti et al., 2019). GA₃

uygulamalarının 'Chester Thornless' çeşidi böğürtlenin çoğalma hızı üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada, BAP ve IBA kombinasyonlarının farklı konsantrasyonlarına GA₃ eklenmesinin çoğalma oranını olumsuz etkilediği bildirilmiştir (Kefayeti et al., 2019). Benzer şekilde cloudberry (*Rubus chamaemorus*) türünün *in vitro* çoğaltımında, BAP bulunan besin ortamı içine GA₃ eklenmesinin sürgün sayısını önemli ölçüde azalttığı bildirilmiştir (Martinussen et al., 2004). Bu çalışmamızdan elde edilen veriler mevcut literatürlerle uyumludur. Hepaksoy (2017), BAP, NAA (naftalin asetik asit) ve GA₃ ile kombinasyon yaptığı çalışmada, BBD bulunmayan kontrol bitkisinde kardeşlenme sayısını 1.27 adet olarak bildirirken, BAP ile NAA kombinasyonlarında 1.25 ile 1.52 adet arasında kardeşlenme belirlemiştir. Aynı kombinasyonlara 0.1 mg l⁻¹ GA₃ eklenmesiyle kardeşlenme sayısının 1.71 ile 2.53 arasında değiştiğini bildirmiştir. Yapmış olduğumuz çalışmada ise BAP ve Kin ile GA₃'ün kombine edildiği 3. ve 4. uygulamalarda (3.33; 3.00 adet) en fazla sürgün oluşumunun olduğu görülmektedir. Bu durumda, GA₃'ün diğer bitki büyümeyi düzenleyici maddeler ile sinerjik etki yaparak çoğalma oranını arttırdığı düşünülmektedir.

Çizelge 3. GA₃'ün ahududunun bazı vejetatif büyüme parametreleri üzerine etkisi

Table 3. Effect of GA₃ on some vegetative growth parameters of raspberry

Uyg.	Taze ağırlık (g)	Kuru ağırlık (g)	Antosiyanin (ACI)	Klorofil (SPAD)
0	0.125±0.01 ^c	0.029±0.002 ^{cd}	4.35±1.0 ^a	37.29±0.9 ^a
1	0.191±0.03 ^a	0.043±0.002 ^a	3.39±0.4 ^{abc}	31.92±3.0 ^{bc}
2	0.194±0.03 ^a	0.040±0.002 ^{ab}	2.91±0.2 ^c	29.47±1.0 ^c
3	0.180±0.01 ^{ab}	0.042±0.002 ^a	2.81±0.3 ^c	29.09±2.2 ^c
4	0.143±0.02 ^{bc}	0.034±0.005 ^{bc}	3.15±0.7 ^{bc}	30.19±2.1 ^c
5	0.129±0.02 ^c	0.029±0.006 ^{cd}	3.97±0.3 ^{ab}	34.54±2.3 ^{ab}
6	0.097±0.04 ^c	0.025±0.005 ^d	3.93±0.5 ^{ab}	36.84±4.0 ^a
7	0.105±0.03 ^c	0.026±0.004 ^d	4.22±0.5 ^a	38.68±1.3 ^a
p	*0.001	*0.0	*0.01	*0.0

Uygulamalar: 0: Kontrol; 1: BAP+Kin; 2: BAP+Kin+0.25 GA₃; 3: BAP+Kin+0.50 GA₃; 4: BAP+Kin+1.00 GA₃; 5: 0.25 GA₃; 6: 0.50 GA₃; 7: 1.00 GA₃ (* ≤0,001önemli).

Ahududu ile ilgili yapılan *in vitro* çalışmalarda daha çok mikroçoğaltım için sürgün sayısının artırılması ve elde edilen sürgünlerin köklendirilmesi amaçlanmıştır (Snir, 1981; Gonzalez et al., 2000; Zawadzka & Orlikowska, 2009; Walender et al., 2014; Hunková et al., 2016; Lebedev et al., 2018; Yanxia et al., 2018). Çalışmamızda, mikroçoğaltım için kullanılan 0.1 mg l⁻¹ BAP ve 0.5 mg l⁻¹ Kin sürgün sayısını arttırmıştır. Sayısal olarak en fazla sürgün sayısına sahip olan uygulama 0.1 mg l⁻¹ BAP, 0.5 mg l⁻¹ Kin ve 0.5 mg l⁻¹ GA₃ içeren 3. uygulama olmuştur. Najaf-Abadi & Hamidoghli (2009), böğürtlenin *in vitro* çoğaltılmasında BA (0, 2 ve 3 mg l⁻¹) ile desteklenmiş, tek başına veya GA₃ (0, 0.2, 0.5 ve 1 mg l⁻¹) ile kombinasyon halinde MS içeren 12 kültür ortamını karşılaştırmış ve çalışmamıza benzer bir sonuç ile en fazla sürgün sayısının 2 mg l⁻¹ BA ve 0.5 mg l⁻¹ GA₃ içeren ortamdan elde edildiğini bildirmiştir. Fakat çalışmamızda, oluşan yeni sürgünler küçük kalmış, en uzun hakim sürgün dışında oluşan bu küçük sürgünlerin uzunlukları 10 mm'nin altında kaldığı belirlenmiştir.

Yapılan bir çalışmada, farklı besin ortamlarının tatlı patates genotipleri üzerine etkileri araştırılmış ve en yüksek boğum sayısının GA₃ içeren besin ortamında elde edildiği bildirilmiştir (Karan & Özdemir, 2021). Yapmış olduğumuz çalışmada benzer bir sonuç elde edilmiş ve boğum sayısının en fazla olduğu uygulamanın GA₃ dozlarının uygulandığı 6. ve 7. uygulamalar olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çalışmamızda antosiyanin ve klorofil ölçümleri incelendiğinde, herhangi bir BBD'nin bulunmadığı kontrol bitkilerinde ve GA₃'ün besin ortamında tek başına bulunduğu uygulamalarda antosiyanin (7. uygulama) ve klorofil (6. ve 7. uygulama) oranlarının arttığı görülmektedir (Çizelge 3). Antosiyaninler, üzüm sürgünlerinin önemli fenolik bileşiklerindendir (Sariburun, 2009). Sekonder metabolit üretimi için günümüzde kullanılan birçok *in vitro* yöntem bulunmaktadır. Bitki büyümeyi düzenleyici tiplerinin ve

dozlarının sekonder metabolit üretiminde oldukça karmaşık bir role sahip olduğu bilinmektedir (Yağcı vd., 2008). Yapılan bazı çalışmalarda GA₃'ün birçok hücre kültüründe antosiyanin üretimini inhibe ettiği ifade edilmiştir (Yağcı vd., 2008; Ali et al., 2015). Fakat çalışmamızda BAP+Kin ve GA₃'ün dozlarını içeren ortamlarda antosiyanin içeriği en düşük belirlenirken sadece GA₃'ün bulunduğu ortamlarda antosiyanin içeriği artmıştır.

Klorofil değerleri incelendiğinde, ortamda herhangi bir BBD'nin bulunmadığı 0. uygulama ile sadece GA₃'ün bulunduğu 6. ve 7. uygulamanın istatistiki olarak aynı olması, ortamda BAP+Kin bulunan uygulamaların (1, 2, 3 ve 4. uygulamalar) ise en düşük değerlere sahip olması, ortamda BAP+Kin bulunmasının klorofil içeriğini olumsuz etkilediğini düşündürmektedir. Karataş vd. (2016), yaptıkları çalışmada latin çiçeğine uyguladıkları GA₃'ün yapraklarda klorofil içeriğini arttırdığını rapor etmişlerdir.

SONUÇ

Çalışmada, GA₃'ün BAP+Kin ile kombine edildiği ortamlar, yeni sürgün oluşumunu teşvik etmiş fakat hakim sürgünün dışındaki diğer sürgünler küçük boyutlu kalmıştır. Çalışmalarımızda karşılaştığımız, farklı çalışmalarda da karşılaşılan *in vitro* bitkilerin cüce kalması (Türközü vd., 2014), klonal çoğaltım için sürgünlerin ayrılmasında yaşanan problemler ve elde edilen yeni sürgünlerin farklı boylarda olmasından kaynaklı homojen gelişmemesi gibi sorunları aşmak ve ileride yapacağımız çalışmalarda kullanılmak üzere tek tip bitki elde edilebilmek amacıyla çalışmamızda en önemli bulduğumuz uygulama 1.0 mg l⁻¹ GA₃ içeren 7. uygulama olmuştur. Çalışmanın amacına uygun olan 1.0 mg l⁻¹ GA₃ uygulamasında, yeni sürgün oluşmasa bile, bitki boyuna uzayıp yeni boğumlar oluşturmuş ve bu boğumlar mikroçoğaltımda eksplant kaynağı olarak kullanımını kolaylaştırmıştır.

Sonuç olarak, *in vitro* koşullarda ahududu (*R. idaeus* L. cv. Ruby) bitkisine uygulanan GA₃'ün tek başına besin ortamına ilavesi ile sürgün boyunun uzamasında, diğer bitki büyümeyi düzenleyiciler (BAP+Kin) ile birlikte besin ortamına ilavesinde ise sürgün sayısını arttırmasında etkili olduğu belirlenmiştir. Yinede ileride yapılacak çalışmalarda farklı BBD veya GA₃'ün kombine edildiği ortamlar kullanılarak bitki gelişimine etkilerinin belirlenmesi gerekmektedir. Aynı zamanda *in vitro*'da denenen bitki büyüme düzenleyicilerinin sonraki *in vivo* aklimatizasyon ve gelişim aşamasındaki etkilerinin de araştırılması önem taşımaktadır.

Veri Kullanılabilirliği

Veriler makul talep üzerine sağlanabilmektedir.

Yazar Katkıları

Çalışmanın konsepti ve tasarımı: SÖ, CY, GB; örnek toplama: SÖ, GB; verilerin analizi ve yorumlanması: SÖ, CY; istatistiksel analiz: SÖ; görselleştirme: SÖ, GB, CY; makalenin yazımı: SÖ, GB, CY.

Çıkar Çatışması

Bu çalışmada yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Etik Beyan

Bu araştırma için etik kurula ihtiyaç olmadığını beyan ederiz.

Finansal Destek

Bu çalışma Yozgat Bozok Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından finansal olarak desteklenmiştir (BAP, Proje No; FDK-2023-1177). Finansal destek için Yozgat Bozok Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projesi (BAP) birimine teşekkür ederiz.

Makale Açıklaması

Bu makale Konu Editörü Dr. Emrah ZEYBEKOĞLU tarafından düzenlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Ali, M., B.H. Abbasi & G.S. Ali, 2015. Elicitation of antioxidant secondary metabolites with jasmonates and gibberellic acid in cell suspension cultures of *Artemisia absinthium* L. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 120 (3): 1099-1106. <https://doi.org/10.1007/s11240-014-0666-2>.
- Bobrowski, V. L., P. Mello-Farias & J. Petters, 1996. Micropropagation of blackberries (*Rubus* sp.) cultivars. Current Agricultural Science and Technology, 2 (1): 17-20.
- Cousineau, J.C. & D.J. Donnelly, 1991. Adventitious shoot regeneration from leaf explants of tissue cultured and greenhouse-grown raspberry. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 27: 249-255. <https://doi.org/10.1007/BF00157588>.
- Emmanuel, S., S. Ignacimuthu & K. Kathiravan, 2000. Micropropagation of *Wedelia calendulacea* Less., a medicinal plant. Phytomorphology, 50 (2): 195-200.
- Fidancı, A. & B. Erenoğlu, 2006. "Bazı böğürtlen ve ahududu çeşitlerinin *in vitro*'da üretilmesi, 254-257". II. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu (14-16 Eylül 2006, Tokat) Bildirileri, Nobel Yayın Dağıtım No: 1144, 385 s.
- Georgieva, M., V. Kondakova & S. Yancheva, 2020. A comparative study on raspberry cultivars in micropropagation. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 26 (3): 527-532.
- Gonzalez, M.V., M. Lopez, A.E. Valdes & R.J. Ordas, 2000. Micropropagation of three berry fruit species using nodal segments from field-grown plants. Association of Applied Biologists, 137: 73-78. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2000.tb00059.x>.
- Gök, Ş., 1997. Bazı Ahududu Çeşitlerinin Meristem Kültürü Yöntemi ile Çoğaltılması ve Köklendirilmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 64 s.
- Hepaksoy, S., 2017. GF 677 (*P. amygdalus* x *P. persica*) klon anacının doku kültüründe sürgünucu tekniği ile çoğaltılması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 54 (4): 447-451. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.386559>.
- Hunkova, J., G. Libiakova & A. Gajdošová, 2016. Shoot proliferation ability of selected cultivars of *Rubus* spp. as influenced by genotype and cytokinin concentration. Journal of Central European Agriculture, 17 (2): 379-390. <https://doi.org/10.5513/icea.v17i2.4282>.
- Karan, Y. B. & Ş. Özdemir, 2021. The effect of different media on in vitro micropropagation in sweet potatoes. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 9 (9): 1647-1652. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v9i9.1647-1652.4645>.
- Karataş, İ., L. Öztürk & Y. Okatan, 2016. Karanlıkla teşvik edilen yaprak senesensi sürecinde gibberellik asit ve 6-benzilaminopürinin bazı biyokimyasal parametreler üzerine etkisi. Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG), 33 (1): 17-24. <https://doi.org/10.13002/jafag911>.
- Kefayeti, N., E. Kafkas & S. Ercişli, 2019. Micropropagation of 'Chester thornless' blackberry cultivar using axillary bud explants. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 47 (1): 162-168. <https://doi.org/10.15835/nbha47111280>.
- Lebedev, V., M. Arkaev, M. Dremova, I. Pozdniakov & K. Shestibratov, 2018. Effects of growth regulators and gelling agents on ex vitro rooting of raspberry. Plants, 8 (3): 1-10. <https://doi.org/10.3390/plants8010003>.
- Martinussen, I., G. Nilsen, L. Svenson, O. Junttila & K. Rapp, 2004. *In vitro* propagation of cloudberry (*Rubus chamaemorus*). Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 78: 43-49. <https://doi.org/10.1023/B:TICU.0000020392.85854.28>.
- Murashige, T. & F. Skoog, 1962. A revised medium for rapid growth and bio assays with Tobacco tissue cultures. Physiol. Plant, 15: 473-492. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x>.
- Najaf-Abadi, A. J. & Hamidoghli, Y. 2009. Micropropagation of thornless trailing blackberry ('*Rubus* sp.') by axillary bud explants. Australian Journal of Crop Science, 3 (4): 191-194. <https://search.informit.org/doi/10.3316/informit.037509152756777>.
- Onur, C., 1996. Ahududu Yetiştiriciliği. Antalya: Damla Ofset, 100 s.
- Owens Y De Novoa, C. & A.J. Conner, 1992. Comparison of in vitro shoot regeneration protocols from rubus leaf explants. NZJ Crop Hort. Sci., 20: 471-476. <https://doi.org/10.1080/01140671.1992.10418068>.
- Paudyal, K. P. & N. Haq, 2000. *In vitro* propagation of pummelo (*Citrus grandis* L. Osbeck). In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant, 36: 511-516. <https://doi.org/10.1007/s11627-000-0091-6>.

- Pehlivan, M. & M. Güleriyüz, 2004. Ahududu ve böğürtlenlerin insan sağlığı açısından önemi. Bahçe 33 (1-2): 51-57.
- Sarıburun, E. 2009. Bursa'da Yetiştirilen Bazı Ahududu (*Rubus idaeus* L.) ve Böğürtlen (*Rubus fruticosus* L.) Çeşitlerinin Fenolik Bileşiklerinin Sıvı Kromatografisi Kütle Spektrometresi (LC-MS) ile İncelenmesi ve Antioksidan Aktivite Tayinleri. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Bursa, 157 s.
- Snir, I., 1981. Micropropagation of red raspberry. Scientia Horticulturae, 14: 139-143. [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(81\)90005-4](https://doi.org/10.1016/0304-4238(81)90005-4).
- Taiz, L., E. Zeiger, I.M. Møller & A. Murphy, 2015. Plant Physiology and Development (6th Edition). Sinauer Associates Incorporated, Massachusetts, USA, 761 s.
- Türküzü, D., F. Yaşar, Ş. Ellialtıoğlu & B. Yıldırım, 2014. Tarhun (*Artemisia dracuncululus* L.) bitkisinin doku kültürü yoluyla çoğaltılması üzerinde çalışmalar. Yüzüncü Yıl University Journal of Agricultural Sciences, 24 (3): 300-308.
- Walender, M., J. Persson, H. Asp & L.H. Zhu, 2014. Evaluation of a new vessel system based on temporary immersion system for micropropagation. Scientia Horticulturae, 179: 227-232. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.09.035>.
- Yağcı, C., M.C. Toker & G. Toker 2008. Bitki doku kültürü yoluyla üretilen flavonoidler. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, (1): 47-58.
- Yanxia, L., L. Zhongling, L. Jianming & L. Guijun, 2018. Establishment of tissue culture and propagation system for raspberry (*Rubus idaeus*) cultivar 'Polana'. Forest Engineering, 34 (2): 26-29.
- Zawadzka, M. & T. Orlikowska, 2009. Influence of FeEDDHA on *in vitro* rooting and acclimatisation of red raspberry (*Rubus idaeus* L.) in peat and vermiculite. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology 84 (6): 599-603. <https://doi.org/10.1080/14620316.2009.11512572>.



Araştırma Makalesi (Research Article)

Murat BOYACI ^{1*}

Gölgen Bahar ÖZTEKİN ²

Lamiya QULİYEVA ³

¹ Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, 35100, Bornova, İzmir, Türkiye

² Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 35100, Bornova, İzmir, Türkiye

³ Azerbaycan Devlet Tarım Üniversitesi, Bitki Koruma Bölümü, AZ2000, Gence, Azerbaycan

*Sorumlu yazar (Corresponding author):

murat.boyaci@ege.edu.tr

Anahtar sözcükler: Çift diploma programı, tarım eğitimi, Azerbaycan ve Türkiye, Azerbaycan Devlet Tarım Üniversitesi, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi

Keywords: Double degree program, agricultural education, Azerbaijan and Turkey, Azerbaijan State Agricultural University, Ege University Faculty of Agriculture

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2025, 62 (2):269-284

<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1491946>

Azerbaycan Devlet Tarım Üniversitesi ve Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Çift Diploma Programı öğrencilerinin programı ve eğitimi değerlendirmeleri

Evaluations of the program and education of Double Diploma Program students of Azerbaijan State Agricultural University and Ege University Faculty of Agriculture

Received (Alınış): 29.05.2024

Accepted (Kabul Tarihi): 31.12.2024

ÖZ

Amaç: Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi (EÜZF) (Türkiye) ile Azerbaycan Devlet Tarım Üniversitesi (ADAU) (Azerbaycan) arasında 2021 yılında çift diploma programı başlatılmıştır. Bu çalışmada çift diploma programının genel bir değerlendirmesi hedeflenmiştir.

Materyal ve Yöntem: ADAU'nun çift diploma programındaki öğrencilerin tamamı (312 öğrenci) kapsama alınmıştır. Öğrencilerin %76.3'ü (238 kişi) anket formunu doldurmuştur. Anket çalışmaları Ekim-Kasım 2023 döneminde Gence'de (Azerbaycan) yürütülmüştür. Verilerin analizinde Ki Kare, Kruskal Wallis, Lojistik regresyon ve faktör analizi yöntemleri kullanılmıştır.

Araştırma Bulguları: Öğrenciler eğitimin daha iyi olması, çift diploma programının varlığı, uluslararası fırsatlar, Türkiye'ye gidebilmek, tarımı geleceğin mesleği olarak görmeleri gibi nedenlerle ADAU'yu tercih etmiştir. Yüksek lisans yapmayı düşünen öğrencilerin %52.6'sı Türkiye'de eğitim almak istemektedir.

Sonuç: Öğrenciler aldıkları eğitimden genelde memnundurlar. Laboratuvar ve uygulama çalışmalarının artırılması, seçmeli ders sayılarının, sosyal-kültürel ve sportif etkinlikler ile kişisel gelişim programlarının artırılması öğrencilerin ADAU'dan beklentileri arasındadır.

ABSTRACT

Objective: The double degree program has launched between Aegean University Faculty of Agriculture (EÜZF) (Turkey) and Azerbaijan State Agricultural University (ADAU) (Azerbaijan) in 2021. This research aims to provide a general evaluation of the double degree program.

Material and Methods: All students in ADAU's dual degree program (312 students) were included. 76.3% of the students (238 people) completed the questionnaire. The survey was conducted in Ganja (Azerbaijan) between October and November 2023. Chi-square, Kruskal Wallis, logistic regression, and factor analysis methods were used to analyze the data.

Results: Students have preferred ADAU for reasons such as better education, the existence of a double degree program, international opportunities, the ability to go to Türkiye, seeing agriculture as the profession of the future. 52.6% of students considering a master's degree are desiring to study in Türkiye.

Conclusion: Students are generally satisfied with the education they receive. Increasing laboratory and practical studies, increasing the number of elective courses, social-cultural, sports activities, and personal development programs are among the expectations of students from ADAU.

GİRİŞ

Küreselleşme eğilimleri tüm sektörlerde olduğu gibi eğitim ve iş piyasalarında da uluslararası entegrasyonu teşvik etmektedir. Öğrencilerin yerel iş piyasaları ile sınırlı kalmayıp, küresel vizyon ve beceri sahibi olmaları yüksek eğitim kurumlarının öncelikli hedefleri arasındadır. Üniversitelerde araştırma projeleri, kongre, sempozyum, kurs etkinlikleri gerçekleştirme, akredite olma, öğrenci ve öğretim elemanı hareketliliği gibi uluslararası iş birlikleri yanında ders programlarının uyumlandırılması ve diplomaların uluslararası geçerliliği gibi konular son yıllarda yaygınlaşmakta ve üniversitelere prestij katmaktadır. Dünyada 2022-23 eğitim döneminde uluslararası öğrenci pazarı 200 milyar \$, uluslararası öğrenci sayısı 6.4 milyon olup, öğrencilerin %32'si (ABD 1 milyon; İngiltere 551.000; Avustralya 458.000 öğrenci) üç ülkededir. ABD 40 milyar dolar, İngiltere 53 milyar dolar gelir elde etmektedir. AB ülkelerinde 1.5 milyon öğrencinin 370.000'ni Almanya'dadır (OECD, 2023; Statista, 2022). Orta Asya'daki uluslararası öğrencilerin sadece %1'inin eğitim aldığı Türkiye'de 198 ülkeden 325.000 öğrenci bulunmaktadır. Dünyadaki uluslararası öğrencilerin %2,9'u Türkiye'dedir ve tahmini 3 milyar \$'lık gelir sağlamaktadır (Kabirova, 2023; YÖK, 2017). Ekonomik beklentiler yanında sosyo-kültürel ve hatta siyasi yakınlaşmalar için de gelişmiş ülkelerdeki üniversiteler gelişmekte olan ülkelerde şubeler ve ortak programlarla bağlantılarını artırmaktadır. İş birlikleri parlak beyinlerin gelişmiş ülkelere çekilmesinde de etkilidir. ABD, İngiltere gibi gelişmiş ülkeler uluslararasılaşma ile üniversitelerine finansman yaratırlarken, öğrenci proje, tez, ödev vb. çalışmalar sonucu diğer ülkelerin sosyal-kültürel ve ekonomik yapılarıyla ilgili stratejik bilgiler de derlemektedirler. Bu nedenle ülkelerin bölgesel güç olmasına üniversitelerin önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Çift diploma programı ülkeler arasında öğrenci hareketliliği yaratan bir derece programıdır. Öğrenciler bu program ile süreleri üniversite ve bölüme göre değişmekle beraber, eğilimlerinin birkaç dönemine kendi üniversiteleri dışında anlaşmalı üniversitelerde devam etmektedirler. Öğrenciler, program ortağı iki üniversitede akademik eğitim almakla beraber hayatlarını başka bir ülkede geçirerek sosyal ve kültürel deneyimler de kazanmaktadır. Programı tamamlayanlara iki ülkenin üniversite diplomaları verilerek iş fırsatları çeşitlenmektedir.

"İki devlet tek millet" mottosu ile hareket eden Türkiye ve Azerbaycan ekonomik, sosyolojik, teknolojik ve siyasal açılardan yakınlaşırken, eğitimdeki iş birlikleri yakınlaşmayı sürdürülebilir kılmaktadır. Türkiye'de ilk örnek olan çift diploma programı Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi (EÜZF) (İzmir, Türkiye) ile Azerbaycan Devlet Tarım Üniversitesi (ADAU) (Gence, Azerbaycan) arasında 2019 yılında imzalanan anlaşma sonucu Bitki Koruma, Tarla Bitkileri, Tarım Ekonomisi ve Tarım Makineleri bölümlerinde 2021 yılında başlatılmıştır. Çift diploma programı ile Ege Üniversitesi Ziraat, Fen ve Gıda Fakülteleri ile Türk Dünyası Araştırmaları Enstitüsü öğretim üyeleri Azerbaycan Devlet Tarım Üniversitesi'nde dersler ve konferanslar vererek bilgi ve deneyimlerini öğrencilere ve meslektaşlarına aktarmaktadırlar. Bu paylaşımların yanında ortak proje çalışmalarının yürütülmesi ve uzun dönemde Azerbaycan tarım akademisinde AR-GE kültürünün gelişmesine de katkı yapması arzulanmaktadır. Ayrıca, benzer programlar hazırlamayı planlayanlara yol göstermesi açısından da önemli görülmektedir.

Bu çalışmada Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi (EÜZF) ile Azerbaycan Devlet Tarım Üniversitesi (ADAU) arasında imzalanan çift diploma programının başlıca yararlanıcıları olan öğrencilerin bazı kişisel özellikleri, ADAU'daki eğitime, olanaklara bakışları ve memnuniyet düzeyleri incelenmiştir. Araştırmanın verileri ADAU çift diploma programına kayıtlı öğrencilerden Gence'de yapılan anket çalışmaları yardımıyla toplanmıştır. Bu araştırmanın akademik yaşama, öğrencilerin donanımlarının geliştirilmesine ve çift diploma programına rehberlik etmesi arzulanmaktadır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi (EÜZF) (İzmir, Türkiye) ile Azerbaycan Devlet Tarım Üniversitesi (ADAU) (Gence, Azerbaycan) arasında 2021'de başlatılan çift diploma programında yer alan dört bölümün (Bitki Koruma, Tarla Bitkileri, Tarım Ekonomisi ve Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği)

öğrencileriyle Ekim-Kasım 2023 döneminde Gence'de (Azerbaycan) yüz yüze anket yapılmıştır. Araştırma çift diploma programındaki tüm öğrencileri kapsamıştır. Protokol gereği eğitimlerine EÜZF'de devam etmekte olan Tarla Bitkileri (30 öğrenci), Tarım Ekonomisi (7) ve Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği (3) bölümlerinden toplam 40 Azerbaycanlı öğrenci de kapsama alınmış ancak, çalışma raporu yazılırken doldurulup, teslim edilen anket olmadığı için analizlere alınamamıştır. Sonuç olarak Kasım 2023 itibarıyla ADAU'da çift diploma programına devam etmekte olan 312 öğrencinin 238'i (öğrencilerin %76.3'ü) anket formunu doldurmuştur. Ankete katılan öğrencilerin dağılımları; bölümlere göre Bitki Koruma %17.6, Tarla Bitkileri %32.8, Tarım Ekonomisi %18.5 ve Tarım Makineleri %31.1 iken; sınıflara göre 1. sınıf %44.1, 2.sınıf %28.2 ve 3. sınıf %27.7 şeklindedir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Bölüm ve sınıflara göre ankete katılan öğrenci sayıları ve payları (%)

Table 1. The number of students and their percentages participating in the survey by departments and classes

Sınıf	Bölümler	Bitki Koruma	Tarla Bitkileri	Tarım Ekonomisi	Tarım Makinaları	Toplam
1.Sınıf	Öğrenci sayısı	29	30	24	29	112
	Ankete katılan sayısı	25	29	22	29	105
	Katılım oranı (%)	86.2	96.7	91.7	100.0	93.8
2.Sınıf	Öğrenci sayısı	9	31	15	30	85
	Ankete katılan sayısı	9	23	14	21	67
	Katılım oranı (%)	100.0	74.2	93.3	70.0	78.8
3.Sınıf	Öğrenci sayısı	8	30	8	29	75
	Ankete katılan sayısı	8	26	8	24	66
	Katılım oranı (%)	100.0	86.7	100.0	82.8	88.0
4.Sınıf	Öğrenci sayısı	0	30	7	3	40
	Ankete katılan sayısı	0	0	0	0	0
	Katılım oranı (%)	0	0	0	0	0
Toplam	Öğrenci sayısı	46	121	54	91	312
	Ankete katılan sayısı	42	78	44	74	238
	Katılım oranı (%)	91.3	64.5	94.4	81.3	76.3
Genel olarak bölümlere ve sınıflara göre çalışmaya katılanlar						
Bölüm	Bitki Koruma	Tarla Bitkileri	Tarım Ekonomi	Tarım Makinaları	Toplam	
Sayı	42	78	44	74	238	
Payı (%)	17.6	32.8	18.5	31.1	100	
Sınıf	Birinci	İkinci	Üçüncü	Dördüncü	Toplam	
Sayı	105	67	66	0	238	
Payı(%)	44.1	28.2	27.7	0	100	

Anket soruları ile öğrencilerin yaş, cinsiyet, ailesinin yaşadığı il, çiftçilik deneyimi, ikamet ettiği yer, burs alma ve herhangi bir işte ücretli çalışma durumları, aylık toplam (harçlık, burs, işte çalışıyorsa aldığı ücret dâhil) geliri, bildiği yabancı dil ve düzeyi gibi konular sorgulanmıştır. Basılı ve/veya dijital gazete ve kitap okuma eğilimi, mezuniyet sonrası nerede çalışacağı ve yüksek lisans yapma istekleri incelenmiştir. Öğrencilerin zamanlarını nasıl değerlendirdiklerini belirlemek amacıyla, günlük faaliyetlere ayırdıkları süreler saat olarak belirlenmiştir. Öğrencilerin derslerin içerikleri ve işleniş ile ilgili düşünceleri derlenmiştir. Derslerin iş yaşamına ve ülke tarımına uygunluğu, ders materyallerinin, laboratuvar vb. olanakların yeterliliği ve ders süreleri konusunda düşünceleri belirlenmiştir. Muallimlerin (hocaların) davranışları ile öğrencilere örnek olmaları, ders anlatma şekilleri, yeni teknoloji ve metotları kullanma durumları, öğrencilerle iletişim gibi konular saptanmıştır. Öğrencilerin ADAU'dan memnuniyetleri ve arkadaşlarına ADAU'yu önerme eğilimleri sorgulanmıştır.

Veriler ilk etapta yüzde ve ortalamalarla yorumlanmış, sonrasında da bölümler ve sınıflar arası karşılaştırmalar yapılmış, bölümler ve sınıflar arasında farklılık veya anlamlı ilişkilerin olup olmadığı Kruskal Wallis ve Ki Kare testleri yardımıyla belirlenmiştir. Analiz sonuçları anlamlı veya farklı çıkarlar

çizelge halinde sunulmuştur. Faktör analizine göre ders içerik ve işleniş ile ilgili ifadeler iki faktör grubunda toplanırken, muallimlerle/hocalarla ilgili ifadeler tek faktör grubunda toplanmıştır.

Öğrencilerin ADAU'yu tercihinde ve ADAU'da eğitim almaktan memnuniyetlerinde etkili faktörlerin belirlenmesi amacıyla Lojistik Regresyon Analizi kullanılmıştır. ADAU'yu tercihte bağımlı değişken fakülteyi isteyerek ve istemeyerek seçme şeklinde gruptan oluşmuştur. Tarımı sevmeye, yurtdışına ve Türkiye'ye gidebilme fırsatları, daha iyi eğitim verilmesi, üniversiteye giriş puanı, fakültenin eve yakınlığı modelde bağımsız değişkenleri oluşturmuştur. Öğrencilerin ADAU'da eğitim almaktan memnuniyet düzeyleri bağımlı değişken olup, düşük ve yüksek memnuniyet düzeyi olarak iki gruba ayrılmıştır. Modelin bağımsız değişkenlerini ise ADAU'yu tercih etme şekli, muallim becerileri, ders içerik ve olanaklarının yeterliliği ile ders işleniş şekli bağımsız değişkenleri oluşturmuştur. Çalışmanın istatistik analizlerinde IBM SPSS v25 programı kullanılmıştır.

ARAŞTIRMA SONUÇLARI

Öğrencilerin Bazı Kişisel Özellikleri

Ankete katılan öğrencilerin %33.5'i kadın olup, yaş ortalaması 18.4'tür. Öğrencilerin %72.3'ü Gence dışındaki illerden gelmiştir. Öğrenci ve ailelerinin %48.5'i tarım deneyimine sahiptir. Öğrencilerin %79.5'i ADAU'yu isteyerek tercih etmiş ve %70.1'i öğrenim bursu almaktadır. Öğrencilerin %17,3'ü tam veya yarı zamanlı olarak ücretli çalışmakta, %35.5'i aileleriyle, %33.3'ü arkadaşlarıyla evde, %20.9'u yurtdışında, %5.6'sı tek başına evde ve %4.7'si de akraba vb. gibi diğer yerlerde kalmaktadır. Öğrencilerin %74.7'si İngilizce, %12.2'si Rusça, %0.9'u Almanca, %0.9'u Fransızca ve %11.4'ü de diğer dilleri, bir kısmı da ikinci dil olarak Rusçayı bilmektedir. Genelde yabancı dil seviyelerinin yeterli olmadığı söylenebilir. Burs, ailelerinden aldıkları harçlık, çalışanların ücretleri de dikkate alındığında öğrencilerin ortalama aylık gelirleri 223.9 Manat (yaklaşık 132 \$) civarındadır. Son bir yılda ders kitapları dışında öğrencilerin okudukları basılı ve/veya dijital kitap sayısı ortalama 5.2 adettir. Öğrencilerin basılı veya dijital günlük gazeteleri okuma eğilimleri düşüktür. Mezuniyet sonrası kendi işini kurma isteği yüksektir. Yurtdışında veya tarım sektöründe çalışma eğilimleri bunu izlemektedir. Öğrencilerin ADAU'da yüksek lisans yapma isteği düşüktür (Çizelge 2).

Çizelge 2. Öğrencilerin bazı kişisel özellikleri ve ortalaması

Table 2. The average of certain personal characteristics among students

Özellikler	Sayı	Ortalama	Standart Sapma
Yaş	233	18.4	1.328
Toplam aylık gelir/harçlık (Manat)	221	223.9	122.12
Yabancı dil düzeyi*	236	2.8	0.834
Son bir yılda basılı ve/veya dijital okunan kitap sayısı	215	5.2	5.417
Günlük gazete (dijital/basılı) okuma durumu**	235	2.0	0.987
Kendi işini kurma isteği**	233	4.0	1.094
Yurtdışında çalışma isteği**	231	3.7	1.173
Tarım sektöründe çalışma isteği**	232	3.6	1.128
ADAU'da yüksek lisans yapma isteği**	235	2.9	1.377

*Beşli Likert ölçeği: 1:çok zayıf 2: zayıf 3: orta 4: iyi 5: çok iyi

** Beşli Likert ölçeği: 1:hiç, 2: nadir, 3: belki, 4: olabilir, 5: kesinlikle

Öğrenciler akademik olarak gelişmek, başka kültürleri tanımak ve bu kültürleri deneyimlemek için yurtdışında lisansüstü eğitim yapmayı istemektedir. Öğrencilerin cinsiyetlerine göre bölümlerdeki sayıları %1 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Kadın öğrencilerin oranı sırasıyla Bitki Koruma ve Tarım Ekonomisi bölümlerinde, erkek öğrencilerin oranı ise Tarım Makinaları ve Tarla Bitkileri bölümlerinde yüksektir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Öğrencilerin bazı kişisel özelliklerinin bölümlere göre karşılaştırılması (Ki Kare Testi)

Table 3. Comparison of some personal characteristics of students by departments (Chi-Square Test)

	Bitki Koruma		Tarla Bitkileri		Tarım Ekonomisi		Tarım Makinaları		Genel		Ki Kare Değeri	Serbestlik Derecesi	P Değeri
	Sayı	(%)	Sayı	(%)	Sayı	(%)	Sayı	(%)	Sayı	(%)			
Cinsiyet													
Kadın	31	75.6	13	16.7	21	48.8	14	18.9	79	33.5	54.179***	3	0
Erkek	10	24.4	65	83.3	22	51.2	60	81.1	157	66.5			
Ailenin yaşadığı il													
Gence	11	26.2	20	26.0	20	45.5	14	19.4	65	27.7	9.547**	3	0.02
Başka il	31	73.8	57	74.0	24	54.5	58	80.6	170	72.3			
Öğrenci veya ailesinin tarım deneyimi													
Yok	27	65.9	28	36.4	21	47.7	44	62.0	120	51.5	13.813***	3	0
Deneyimli	14	34.1	49	63.6	23	52.3	27	38.0	113	48.5			
Burs alma durumu													
Almıyor	6	14.3	17	22.7	29	67.4	18	24.3	70	29.9	36.759***	3	0
Alıyor	36	85.7	58	77.3	14	32.6	56	75.7	164	70.1			
İşte ücretli çalışma durumu													
Çalışmıyor	40	95.2	61	79.2	38	86.4	57	77	196	82.7	7.344*	3	0.06
Çalışıyor	2	4.8	16	20.8	6	13.6	17	23.0	41	17.3			
ADAU'yu isteyerek tercih etme													
İstemeyerek	10	23.8	10	13.7	9	20.5	18	25.7	47	20.5	3.519	3	0.318
İsteyerek	32	76.2	63	86.3	35	79.5	52	74.3	182	79.5			

Önem düzeyi: *** $\alpha < 0,01$; ** $\alpha < 0,05$; * $\alpha < 0,1$

Ailesi, Gence dışında yaşayanların oranı bölümlere göre anlamlıdır. Tarım Makineleri, Tarla Bitkileri ve Bitki Koruma bölümlerinde öğrencilerin %70'inden fazlasının ailesi Gence dışında ikamet etmektedir. Bu oran, %54.4 ile Tarım Ekonomisi bölümünde en düşük olurken %80.4 ile Tarım Makinaları bölümünde en yüksek olmuştur (Çizelge 3). Öğrenci ve ailesinin tarım deneyimleri bölümlere göre anlamlı çıkmıştır. Tarla Bitkileri ve Tarım Ekonomi bölümlerindeki öğrencilerin ailelerinden çiftçilik yapanların oranı diğer bölümlerden yüksektir. Öğrenim bursu alma durumu bölümlere göre anlamlıdır. Tarım Ekonomisi bölümünde öğrencilerin burs alma eğilimleri düşükken Bitki Koruma bölümünde en yüksektir. Herhangi bir işte ücretli çalışma eğilimi bölümlere göre anlamlı olup, Tarım Makineleri ve Tarla Bitkileri bölümündeki öğrencilerde ücretli çalışma oranı diğer bölümlere göre yüksektir. Öğrencilerin ADAU'yu isteyerek tercih etme eğilimleri ise bölümlere göre anlamlı değildir (Çizelge 3).

Öğrenciler; eğitimin daha iyi olması, çift diploma programının varlığı, yurtdışı ve uluslararası fırsatlar, Türkiye'ye gidebilme, tarımı geleceğin mesleği olarak görme, tarımı sevmeye, puanının bu bölüme yetmesi, evine yakın olması, aile ve arkadaşlarının önerileri gibi nedenlerle ADAU'yu tercih etmişlerdir. Birden fazla neden belirtenler olduğu için cevap sayısı ankete katılan öğrenci (238 kişi) sayısından fazladır (Çizelge 4).

Öğrencilerin ADAU'yu tercih etmelerinde etkili faktörler lojistik regresyon analizi ile belirlenmiştir. Modelde bağımlı değişken fakülteyi isteyerek ve istemeyerek seçenler olarak gruptan oluşmuştur. Tarımı sevmeye, yurtdışına ve Türkiye'ye gidebilme fırsatları, eğitimin iyi olması, üniversiteye giriş puanı, fakültenin eve yakınlığı bağımsız değişkenleri oluşturmuştur. Tarımı sevmeye, yurtdışına ve Türkiye'ye gidebilme fırsatları, eğitimin iyi olması isteği ADAU'yu tercih etme isteğini artırmıştır. Üniversiteye giriş puanının düşüklüğü ADAU istemeyerek de olsa tercih etmelerine yol açmıştır. Ailesinin Gence'de olması veya evinin üniversiteye yakınlığı ADAU'yu tercih etmede anlamlı etki yaratmamıştır (Çizelge 5).

Öğrenciler daha iyi eğitim almak, başka kültürleri tanımak ve yaşamak için yurtdışında lisansüstü eğitim almayı arzulamaktadır. Tercih edilen ülkelerin başında Türkiye gelmektedir. Öğrencilerin %52.6'sı Türkiye'de, %23'ü Almanya'da, %6.1'i Azerbaycan'da, %5.6'sı Amerika Birleşik Devletleri'nde, %4.1'i Polonya'da ve %8.5'u diğer ülkelerde yüksek lisans yapmak istemektedir.

Çizelge 4. Öğrencilerin ADAU'yu tercih etme nedenleri dağılımı (sayı ve pay)**Table 4.** The distribution (number and percentage) of reasons for students choosing ADAU

ADAU'yu tercih nedeni	Sayı	Yüzde (%)
Eğitimin diğer üniversitelere göre daha iyi olması	97	20.0
Çift diploma programı olması	90	18.6
Yurtdışı ve uluslararası fırsatlar sunması	75	15.5
Türkiye'ye gidebilme fırsatı	69	14.2
Geleceğin mesleği olması ve iyi iş imkânları sağlaması	58	12.0
Tarımı sevmesi	36	7.4
Puanının ADAU'ya/bu bölüme yetmesi	26	5.4
Evine yakın olması	23	4.7
Aile ve arkadaş önerileri	11	2.3
Toplam	485	100.0

Çizelge 5. Öğrencilerin ADAU'yu tercih etmelerinde etkili faktörler (Lojistik Regresyon Analizi)**Table 5.** The influential factors in students choosing ADAU (Logistic Regression Analysis)

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp (B)
Constant	1.193	0.151	62.292	1	0	3.298
Faktörler	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp (B)
Constant	0.201	0.293	0.47	1	0.49	1.2
Tarımı sevme	2.877	1.079	7.11	1	0.01	17.8
Yurt dışı fırsatlar	1.924	0.509	14.30	1	0.00	6.9
Türkiye'ye gidebilme	1.271	0.457	7.73	1	0.01	3.6
Eğitimin iyi olması	0.945	0.403	5.48	1	0.02	2.6
Puanın ADAU'ya yetmesi	-2.158	0.551	15.35	1	0.00	0.2
Eve yakın olması	0.793	0.677	1.37	1	0.24	2.2
-2 Loglikelihood	Cox&Snell R Square	Nagelkerke R Square	Hosmerand Lemeshow Test	Chi-square	df	Sig.
197.406	0.244	0.368		6.26	7	0.51

Öğrencilerin Günlük Faaliyetleri ve Ayırdıkları Zaman

Günlük faaliyetleri içinde uykuya ortalama 6.7 saat ayıran öğrencilerin üniversitedeki ders ve laboratuvar çalışmalarına 3.3 saat; internet ve sosyal medyaya 3 saat; ödevler için evde/yurtta 2.3 saat; kurs, konferans gibi kişisel gelişim çabalarına 1.4 saat; eğlenceye 1.4 saat zaman ayırdıkları anlaşılmıştır. Ücretli çalışan öğrenciler günde ayrıca 1.2 saatlerini işte geçirmektedir. Kitap okumaya ayrılan zaman günde ortalama 1.1 saattir. Aynı şekilde kafeterya/kantin gibi mekânlarda geçirilen zaman da ortalama 1.1 saattir. Öğrenciler üniversite ile ikamet ettikleri yer arasında ulaşım 0.9 saat (54 dakika) harcamaktadır. Günde kütüphanede 0.8 saat (48 dakika) ve TV izlemeye de 24 dakika ayırmaktadırlar. Öğrenciler spor, hobi vb. faaliyetlere 42 dakika harcamaktadır (Çizelge 6).

Bölümlere göre öğrencilerin bazı günlük faaliyetlere ayırdıkları süre farklıdır. Üniversitede dersler ve laboratuvar çalışmaları için Bitki Koruma bölümünde, üniversite dışında evde veya yurttta ödevler/projeler için Bitki Koruma ve Tarım Ekonomisi bölümlerinde, kütüphanede geçirilen zaman Bitki Koruma bölümünde diğer bölümlerden daha fazladır. Kişisel gelişim için harcanan zaman (kurslar, konferanslar vb.) Bitki Koruma ve Tarım Ekonomisi bölümlerinde yüksekken; ders dışı kitap (basılı/dijital) vb. okumak için harcanan zaman Bitki Koruma ve Tarım Makineleri bölümlerinde, internette geçirilen zaman (telefon, bilgisayar, sosyal medya dâhil) Tarla Bitkileri bölümünde fazladır. İşte çalışanların, günlük mesai saati Tarım Makineleri bölümünde yüksektir (Çizelge 7).

Çizelge 6. Öğrencilerin günlük faaliyetleri ve saat olarak ayırdıkları ortalama süre (saat)

Table 6. Students' daily activities and the average time allocated in hours

Günlük faaliyetlere ayırdıkları süre (saat)	Sayı	Ortalama Saat	Standart Sapma
Uyku	238	6.7	1.88
Üniversitede dersler ve laboratuvar çalışmaları	238	3.3	1.93
İnternette geçirilen zaman (cep telefonu, bilgisayar, sosyal medya)	238	3.0	2.18
Üniversite dışında evde veya yurttta ödevler/projeler	238	2.3	1.31
Kişisel gelişim (kurslar, konferanslar vb.)	238	1.4	1.31
Eğlence, sinema, tiyatro vb. aktiviteler	238	1.2	1.14
Çalışanların işte geçirdikleri süre	238	1.2	2.36
Dersler dışındaki kitap (basılı/dijital) vb. okumak	238	1.1	1.25
Kafeteryada (sohbet etmek vb. amaçla) zaman geçirmek	238	1.1	0.91
Üniversite ev/yurt vb. ulaşım süresi	238	0.9	1.10
Kütüphanede geçirilen süre	238	0.8	0.93
TV izleme süresi	238	0.4	0.78
Diğer aktiviteler (spor, hobi vb.)	238	0.7	1.31
Toplam	238	24.0	1.29

Çizelge 7. Bölümlere göre günlük faaliyet sürelerinin karşılaştırılması (Kruskal Wallis Testi)

Table 7. Comparison of daily activity durations by departments (Kruskal-Wallis Test)

Faaliyetler	Bölüm	Sayı	Sıra ortalama	Ki Kare Değeri	Serbestlik Derecesi	P Değeri
Üniversitede dersler ve laboratuvar çalışmaları	Bitki Koruma	42	153.2	13.195***	3	0.00
	Tarla Bitkileri	78	107.5			
	Tarım Ekonomisi	44	119.9			
	Tarım Makineleri	74	112.6			
	Genel	238				
Üniversite dışında evde veya yurttta ödevler/projeler	Bitki Koruma	42	142.9	14.479***	3	0.00
	Tarla Bitkileri	78	123.5			
	Tarım Ekonomisi	44	129.1			
	Tarım Makineleri	74	96.2			
	Genel	238				
Kütüphanede geçirilen zaman	Bitki Koruma	42	145.1	9.778**	3	0.02
	Tarla Bitkileri	78	105.2			
	Tarım Ekonomisi	44	119.4			
	Tarım Makineleri	74	120.1			
	Genel	238				
Kişisel gelişim için zaman (kurslar, konferanslar vb.)	Bitki Koruma	42	138.2	8.103**	3	0.04
	Tarla Bitkileri	78	112.1			
	Tarım Ekonomisi	44	134.1			
	Tarım Makineleri	74	108.1			
	Genel	238				
Dersler dışındaki kitap (basılı/dijital) vb. okumak	Bitki Koruma	42	146.0	8.913**	3	0.03
	Tarla Bitkileri	78	112.5			
	Tarım Ekonomisi	44	105.8			
	Tarım Makineleri	74	119.9			
	Genel	238				
İnternette geçirilen zaman (telefon, bilgisayar, sosyal medya dâhil)	Bitki Koruma	42	99.9	7.61*	3	0.05
	Tarla Bitkileri	78	132.8			
	Tarım Ekonomisi	44	108.6			
	Tarım Makineleri	74	123.0			
	Genel	238				
İşte çalışanların, günlük çalışma (mesai) saati	Bitki Koruma	42	98.8	7.141*	3	0.06
	Tarla Bitkileri	78	122.9			
	Tarım Ekonomisi	44	124.8			
	Tarım Makineleri	74	124.4			
	Genel	238				

Önem düzeyi: *** $\alpha < 0,01$; ** $\alpha < 0,05$; * $\alpha < 0,1$

Birinci sınıftaki öğrenciler daha fazla uyumakta; ikinci sınıftaki öğrenciler evde veya yurttan ödevler/projeler için daha çok zaman harcamaktadır. Birinci sınıf öğrencileri kütüphanede daha çok zaman geçirmekte ve kişisel gelişime (kurslar, konferanslar vb.) daha fazla zaman harcamaktadırlar. Üçüncü sınıftaki öğrenciler ise diğerlerine göre daha fazla TV izlemektedir (Çizelge 8). Öğrencilerin sınıfları ilerledikçe akademik ve kişisel gelişmeye ayırdıkları zamanın azalması düşündürücüdür.

Çizelge 8. Sınıflara göre günlük faaliyet sürelerinin karşılaştırılması (Kruskal Wallis Testi)

Table 8. Comparison of daily activity durations by grades (Kruskal-Wallis Test)

Faaliyetler	Sınıf	Sayı	Sıra ortalaması	Ki Kare Değeri	Serbestlik Derecesi	P Değeri
Günde kaç saat uyduğu	Birinci	105	125.2	4.875*	2	0.08
	İkinci	67	126.2			
	Üçüncü	66	103.6			
	Genel	238				
Evde veya yurttan ödevler/ projeler için ne kadar zaman harcadığı (saat)	Birinci	105	130.3	4.68*	2	0.09
	İkinci	67	111.5			
	Üçüncü	66	110.3			
	Genel	238				
Kütüphanede geçirilen zaman	Birinci	105	134.2	9.445**	2	0.01
	İkinci	67	110.2			
	Üçüncü	66	105.3			
	Genel	238				
Kişisel gelişim için (kurslar, konferanslar vb.) harcanan zaman	Birinci	105	107.3	6.116**	2	0.04
	İkinci	67	126.8			
	Üçüncü	66	131.5			
	Genel	238				
Günde kaç saat TV izlendiği	Birinci	105	133.5	13.528***	2	0
	İkinci	67	108.2			
	Üçüncü	66	108.7			
	Genel	238				

Önem düzeyi: *** $\alpha < 0,01$; ** $\alpha < 0,05$; * $\alpha < 0,1$

Öğrencilerin Akademik Çevreleri ile Etkileşimleri

Öğrencilerin çevreleriyle iletişim alışkanlıkları sosyal öğrenme olan inovasyon süreci (Boyacı, 2018) için kazanılması gereken önemli bir beceridir. Öğrencilerin üniversitedeki etkileşimleri orta düzeydedir. Çoğunlukla öğrenciler ödevler ve çalışmalara katılma eğilimi ile akademik ve sosyal konularda arkadaş çevreleriyle konuşup-tartışmaya isteklidirler. Öğrenciler bölümlerde ve üniversitede kişisel gelişimle ilgili etkinliklerin yeterli olmadığını dile getirmişlerdir (Çizelge 9).

Çizelge 9. Öğrencilerin akademik yaşamda çevreleri ile etkileşimleri

Table 9. Interaction of students with their environment in academic life

Çevreleri ile etkileşimleri*	Sayı	Ortalama	Standart Sapma
Bölümdeki ödevlere/çalışmalara katılmaya istekliyim	235	3.9	0.909
Üniversitemizdeki bilimsel toplantı ve etkinlikler yeterlidir	233	3.5	1.189
Arkadaşlarımla bilimsel konularda konuşurum/tartışırım	236	3.4	1.015
Üniversitemizdeki sosyal ve kültürel etkinlikler yeterlidir	234	3.4	1.249
Arkadaşlarımla sosyal kültürel konularda konuşurum/tartışırım	235	3.3	1.061
Üniversitemizdeki sportif etkinlikler yeterlidir	234	3.2	1.239
Arkadaşlarımla güncel/siyasi konularda konuşurum/tartışırım	234	3.1	1.160
Üniversitemizde kişisel gelişim etkinlikleri yeterlidir	231	3.1	1.180
Bölümde kişisel gelişim toplantıları ve etkinlikleri yeterlidir	233	3.0	1.178

* Beşli Likert ölçeği: 1:hiç, 2: nadir, 3: kısmen, 4: genellikle, 5: daima

Ders İçerikleri ve İşlenişi ile İlgili Düşünceler

Öğrenciler derslerde kullanılan Türkçeyi anlaşılır, ders sürelerini yeterli, ders amaç ve içeriklerinin net tanımlandığını düşünmektedir. Kullanılan teknik/akademik dili anlaşılır, derslerin içeriklerini ve işleniş şeklini tatmin edici, sınav ve değerlendirmelerinde objektif olduğuna inanmaktadırlar. Ayrıca, derslerde uygulamalara yer verildiği, derslerin ülke tarımsal yapısına ve tarım sektörüne uyumlu olduğunu düşünmektedirler. Ders materyallerini genel olarak yeterli bulmaktadırlar. Bununla birlikte öğrenciler laboratuvar ve uygulama çalışmalarını, ekip becerilerinin geliştirilmesini, derslerin ilgi çekiciliğini, iş yaşamına uygunluğunun arttırmasını, kısaltılmasını istemektedirler. Öğrenciler laboratuvar olanaklarını kısmen yeterli bulurken, derslerin pek kolay olmadığını düşünmektedir. Öğrenciler özellikle ders sürelerinin (80 dakikanın) uzun ve uygulamaların yetersiz olduğunu söylemişlerdir (Çizelge 10). Bitki Koruma bölümündeki öğrenciler derslerin iş yaşamına uygun olduğunu, sınav ve değerlendirmelerin objektif yapıldığını daha fazla düşünmektedirler (Çizelge 11).

Çizelge 10. Öğrencilerin ders içerikleri ve işleniş ile ilgili düşünceleri

Table 10. Students' thoughts on course content and delivery

Dersler içerikleri ve işlenişleri ile ilgili düşünceler*	Sayı	Ortalama	Standart Sapma
Derslerde kullanılan Türkçe anlaşılır	235	4.5	0.792
Derslere ayrılan zaman yeterlidir	231	4.3	0.993
Derslerin amaçları ve içerikleri net tanımlanmıştır	235	4.2	0.929
Derslerde kullanılan teknik/akademik dil anlaşılır	235	4.2	0.908
Derslerin içerikleri tatmin edicidir	233	4.1	0.855
Derslerin işleniş şekli tatmin edicidir	234	4.1	0.981
Sınavlar ve değerlendirmeler objektif yapılır	233	4.1	0.934
Derslerde uygulamalara yer verilmektedir	232	4.0	1.040
Ders içerikleri ülkenin tarımsal yapısı ile uyumludur	234	4.0	1.017
Ders içerikleri ülkenin tarım sektörüne uyumludur	233	4.0	0.940
Ders materyalleri yeterlidir	233	4.0	0.951
Derslerde laboratuvar ve uygulama çalışmaları yeterlidir	235	3.8	1.206
Üniversitede ekip olma (ortak iş yapma) becerimiz gelişir	231	3.7	1.079
Dersler ilgi çekicidir	233	3.7	1.063
Dersler iş yaşamına uygundur	235	3.6	1.158
Ders sürelerinin 80 dakika olması uygundur	233	3.5	1.463
Üniversitemizde laboratuvar olanakları yeterlidir	235	3.5	1.199
Dersler kolaydır	234	2.9	1.228

* Beşli Likert ölçeği: 1:hiç, 2: nadir, 3: kısmen, 4: genellikle, 5: daima

Çizelge 11. Bölümlere göre eğitim içerikleri ve işleniş ile ilgili düşünceleri (Kruskal Wallis Testi)

Table 11. Comparison of thoughts on educational content and delivery by departments (Kruskal-Wallis Test)

İçerik ve işleniş	Bölüm	Sayı	Sıra ortalama	Ki Kare Değeri	Serbestlik Derecesi	P Değeri
Dersler iş yaşamına uygundur	Bitki Koruma	41	139.8	6.276*	3	0.09
	Tarla Bitkileri	77	114.5			
	Tarım Ekonomisi	44	105.8			
	Tarım Makineleri	73	116.8			
	Genel	235				
Sınavlar ve değerlendirmeler objektif yapılır	Bitki Koruma	41	130.3	10.054**	3	0.02
	Tarla Bitkileri	75	122.7			
	Tarım Ekonomisi	44	126.6			
	Tarım Makineleri	73	97.9			
	Genel	233				

Önem düzeyi: ** $\alpha < 0,05$; * $\alpha < 0,1$

Sınıflara göre ders içerik ve işlenişleri hakkındaki görüşler farklıdır. Birinci sınıf öğrencileri Türkiye Türkçesinin anlaşılabilirliği dışındaki konularda diğer öğrencilere göre daha olumludur. Sınıf yükseldikçe Türkçenin anlaşılabilirliği artarken, derslerin zorlaştığı ve ilgi çekiciliğinin azaldığı düşünülmektedir (Çizelge 12).

Öğrencilerin ders içerikleri ve işleniş ile ilgili 18 ifade gruplandırılmak üzere faktör analizine tabi tutulmuştur. Analiz sonucuna göre “ders içeriği ve olanakların yeterliliği” ve “derslerin işleniş şekli” olarak iki faktör grubu elde edilmiştir (Çizelge 13). Öğrencilerin derslerle ilgili ifadeleri gruplandırılarak, elde edilen faktör grupları diğer analizlerde kullanılmıştır.

Çizelge 12. Sınıflara göre ders içerikleri ve işleniş ile ilgili düşünceleri (Kruskal Wallis Testi)

Table 12. Comparison of thoughts on course content and delivery by grades (Kruskal-Wallis Test)

İçerik ve işleniş	Sınıf	Sayı	Sıra ortalama	Ki Kare Değeri	Serbestlik Derecesi	P Değeri
Derslere ayrılan zaman yeterlidir	Birinci	103	125.9	6.261**	2	0.04
	İkinci	63	102.1			
	Üçüncü	65	113.8			
	Genel	231				
Ders sürelerinin 80 dakika olması uygundur	Birinci	103	139.9	26.183***	2	0
	İkinci	65	88.5			
	Üçüncü	65	109.1			
	Genel	233				
Dersler iş yaşamına uygundur	Birinci	104	128.8	5.779*	2	0.06
	İkinci	66	104.6			
	Üçüncü	65	114.3			
	Genel	235				
Derslerde laboratuvar ve uygulama çalışmaları yeterlidir	Birinci	104	142.4	26.921***	2	0
	İkinci	66	104.1			
	Üçüncü	65	93.2			
	Genel	235				
Üniversitemizde laboratuvar olanakları yeterlidir	Birinci	104	140.9	23.52***	2	0
	İkinci	66	94.1			
	Üçüncü	65	105.7			
	Genel	235				
Derslerde kullanılan Türkçe anlaşılır	Birinci	104	97.1	27.295***	2	0
	İkinci	66	127.2			
	Üçüncü	65	142.2			
	Genel	235				
Dersler kolaydır	Birinci	104	128.5	12.707***	2	0
	İkinci	66	124.3			
	Üçüncü	64	92.7			
	Genel	234				
Dersler ilgi çekicidir	Birinci	103	129.6	10.912***	2	0
	İkinci	65	118.1			
	Üçüncü	65	95.9			
	Genel	233				

Önem düzeyi: *** $\alpha < 0,01$; ** $\alpha < 0,05$; * $\alpha < 0,1$

Çizelge 13. Ders içeriği ve olanaklar ile işleniş hakkındaki düşüncelerin gruplanması, Faktör Analizi

Table 13. Grouping of thoughts on course content, facilities, and delivery through Factor Analysis

Faktör Adı	Soru ifadesi	Faktör Ağırlığı	Faktörün Açıklayıcılığı (%)	Güvenilirlik
Ders içeriği ve olanakların yeterliliği	Derslerde laboratuvar ve uygulamalar yeterlidir	0.828	32.87	0.768
	Üniversitemizde laboratuvar olanakları yeterlidir	0.753		
	Derslerde uygulamalara yer verilmektedir	0.615		
	Ders materyalleri yeterlidir	0.540		
	Derslerin işleniş şekli tatmin edicidir	0.522		
	Dersler iş yaşamına uygundur	0.496		
	Ders içerikleri ülkemiz tarım sektörüne uyumludur	0.489		
Ders işleniş şekli	Dersler ilgi çekicidir	0.350	13.04	0.672
	Derslerde kullanılan Türkçe anlaşılır	0.730		
	Derslerde kullanılan teknik/akademik dil anlaşılır	0.702		
	Sınavlar ve değerlendirmeler objektif yapılır	0.696		
	Derslerin amaçları ve içerikleri net tanımlanmıştır	0.564		
Toplam			45.90	
Kaiser-Meyer-Olkin Ölçek Değerliliği		0.771	Bartlett Küresellik Testi	Ki Kare 733.301
Serbestlik Derecesi		66		P Değeri 0

Muallimler ve Becerileri ile İlgili Görüşler

Öğrencilerin muallimlerle ilgili düşünceleri genelde olumludur (Çizelge 14). Öğrencilere göre muallimlerin davranışları, örnek olmaları, dersleri işleyiş şekilleri, öğrencileriyle ilişkileri güçlüdür. Öğrenciler çift diploma programında eğitim veren Ege Üniversitesi muallimlerinin bilgi ve ders işleyişini yeterli, öğrenciye tavır ve davranışlarını da olumlu bulmaktadır. Faktör analizi sonucu oluşan faktör grubu genel fikir vermek üzere sınıflara göre karşılaştırılmıştır. Derslerin içeriği ve olanakların yeterliliği sınıflara göre farklıdır ve üst sınıflara geçildikçe yeterlilik düzeyi azalmaktadır (Çizelge 15).

Çizelge 14. Sınıflara göre derslerin içeriği ve olanakların yeterliliği (Kruskal Wallis Testi)

Table 14. Adequacy of course content and facilities by grades (Kruskal-Wallis Test)

	Sınıf	Sayı	Sıra Ortalama	Ki Kare Değeri	Serbestlik Derecesi	P Değeri
Derslerin içeriği ve olanakların yeterliliği	Birinci	103	139.5	19.838***	2	0
	İkinci	66	103.3			
	Üçüncü	65	97.1			
	Toplam	234				

Önem düzeyi: *** $\alpha < 0,01$

Çizelge 15. Öğrencilerin muallimler ve becerileri ile ilgili düşünceleri

Table 15. Students' thoughts on instructors and their skills

Muallimler ve becerileri*	Sayı	Ortalama	Standart Sapma
Muallimler davranışlarıyla bize örnek olmaktadır	234	4.4	0.819
Muallimler dersleri anlaşılır şekilde anlatmaktadır	234	4.3	0.828
Muallimler modern teknoloji ve metotları kullanmaktadır	234	4.2	0.914
Muallimler derslerde öğrencilerin dikkatini çekerler	235	4.2	0.840
Muallimler öğrencilerin derslere katılımını teşvik eder	234	4.2	0.944
Muallimlerle iletişimimiz güçlüdür	234	4.1	1.002
Muallimler/dersler yenilikçi fikirler/beceriler kazandırır	233	4.1	0.969
Muallim derslerde özgür tartışma ortamı yaratmaktadır	234	3.8	1.092

* Beşli Likert ölçeği: 1:hiç, 2: nadir, 3: kısmen, 4: genellikle, 5: daima

Öğrencilerin muallimlerle ilgili düşünceleri bölümlere göre farklıdır. Tarım Ekonomisi bölümünde muallimlerin öğrencilere örnek olma düzeyleri ve dersleri anlaşılır şekilde vermeleri diğer bölümlere göre daha yüksek çıkmıştır. Bitki Koruma bölümündeki öğrenciler kendilerine muallimlerin ve derslerin yenilikçi fikirler ve beceriler kazandırdığına daha fazla inanmaktadır (Çizelge 16).

Çizelge 16. Bölümlere göre muallimler ve becerileri ile ilgili düşünceler (Kruskal Wallis Testi)

Table 16. Comparison of thoughts on instructors and their skills by departments (Kruskal-Wallis Test)

Muallim becerileri	Bölüm	Sayı	Sıra Ortalama	Ki Kare Değeri	Serbestlik Derecesi	P değeri
Muallimler öğrencilerin derslere katılımını teşvik eder	Bitki Koruma	40	114.5	8.561**	3	0.03
	Tarla Bitkileri	77	106.9			
	Tarım Ekonomisi	44	141.1			
	Tarım Makineleri	73	116.1			
	Genel	234				
Muallimlerle öğrencilerin iletişimi güçlüdür	Bitki Koruma	40	124.9	8.9**	3	0.03
	Tarla Bitkileri	77	101.5			
	Tarım Ekonomisi	44	134.9			
	Tarım Makineleri	73	119.7			
	Genel	234				
Muallimler/ dersler yenilikçi fikirler/beceriler kazandırır	Bitki Koruma	40	138.9	7.903**	3	0.04
	Tarla Bitkileri	77	115.8			
	Tarım Ekonomisi	44	120.3			
	Tarım Makineleri	72	104.1			
	Genel	233				

Önem düzeyi: ** $\alpha < 0,05$

Sınıflara göre de muallim davranışları ve ders işleyişleri hakkındaki öğrenci görüşleri farklıdır. Muallimlerin davranışları ile örnek olmaları birinci sınıf; derslerin anlaşılır işlenmesi ise ikinci sınıf öğrencilerinde daha yüksek çıkmıştır (Çizelge 17). Öğrencilerin muallimlerle ilgili düşünceleri faktör analizi ile gruplandırıldığında ifadeler “muallim becerileri” adı altında tek faktör grubunda toplanmıştır (Çizelge 18).

Öğrencilerin ADAU'dan Memnuniyet Eğilimi

Öğrenciler ADAU'da çift diploma programından aldıkları eğitimden genelde memnun olduklarını, diğer üniversitelere göre ADAU'da daha iyi eğitim verildiğini beyan etmişlerdir. Bu nedenle de arkadaşlarına ADAU'yu önerebileceklerini söylemişlerdir (Çizelge 19). Bölümlere göre memnuniyet düzeyleri farklıdır. Bitki Koruma bölümü öğrencileri diğer bölümlere göre ADAU'dan daha memnundur. Bu öğrenciler diğer üniversitelere göre eğitimin daha iyi olduğuna inanmakta ve ADAU'yu arkadaşlarına daha fazla önermektedirler (Çizelge 20).

Çizelge 17. Sınıflara göre muallimler ve becerileri ile ilgili düşünceler (Kruskal Wallis Testi)

Table 17. Comparison of thoughts on instructors and their skills by grades (Kruskal-Wallis Test)

Muallim becerileri	Sınıf	Sayı	Sıra ortalama	Ki Kare değeri	Serbestlik Derecesi	P değeri
Muallimler davranışlarıyla öğrencilere örnek olmaktadır	Birinci	103	129.8	8.346**	2	0.02
	İkinci	66	103.7			
	Üçüncü	65	112.1			
	Genel	234				
Muallimler dersleri anlaşılır şekilde vermektedir	Birinci	104	113.9	8.443**	2	0.01
	İkinci	65	135.6			
	Üçüncü	65	105.1			
	Genel	234				

Önem düzeyi: ** $\alpha < 0,05$

Çizelge 18. Muallimlerin becerileri ile ilgili düşüncelerin gruplandırılması (Faktör Analizi)

Table 18. Grouping of thoughts on instructors' skills through Factor Analysis

Faktör Adı	Soru İfadesi	Faktör Ağırlığı	Faktörün Açıklayıcılığı (%)	Güvenilirlik	
Muallim becerileri	Muallimler dersleri anlaşılır şekilde vermektedir	0.795	53.975	0.853	
	Muallimler derslere katılımı teşvik ederler	0.766			
	Muallimler derslerde öğrencilerin dikkatini çekerler	0.754			
	Muallimlerle iletişimimiz güçlüdür	0.721			
	Dersler yenilikçi fikirler/beceriler kazandırır	0.721			
	Muallim derslerde özgür tartışma ortamı yaratır	0.716			
	Muallimler modern teknoloji ve metotları kullanır	0.662			
Toplam			53.975		
Kaiser-Meyer-Olkin Ölçek geçerliliği		0.881	Bartlett Küresellik Testi	Ki Kare	600.209
Sd		21		P Değeri	0

Çizelge 19. Öğrencilerin ADAU'dan memnuniyet eğilimleri

Table 19. Satisfaction trends among students at ADAU

ADAU'dan memnuniyet eğilimi	Sayı	Ortalama	Standart Sapma
ADAU'daki eğitimden memnuniyet	234	4.3	0.954
Başka üniversitelere göre daha iyi eğitim aldığına inanç	235	4.2	0.966
Arkadaşlarına ADAU'yu önerme	234	4.2	1.006

* Beşli Likert ölçeği: 1:hiç, 2: nadir, 3: kısmen, 4: genellikle, 5: daima

Çizelge 20. Bölümlere göre ADAU'dan memnuniyet eğilimi (Kruskal Wallis Testi)

Table 20. Satisfaction trends at ADAU by departments (Kruskal-Wallis Test)

Memnuniyet	Bölüm	Sayı	Sıra ortalama	Ki Kare Değeri	Serbestlik Derecesi	P Değeri
ADAU'daki eğitimden memnuniyet düzeyi	Bitki Koruma	41	131.6	6.517*	3	0.08
	Tarla Bitkileri	77	124.7			
	Tarım Ekonomisi	44	104.7			
	Tarım Makineleri	72	109.5			
	Genel	234				
Başka üniversitelere göre daha iyi eğitim aldığı inancı	Bitki Koruma	41	137.7	7.266*	3	0.06
	Tarla Bitkileri	77	106.2			
	Tarım Ekonomisi	44	123.8			
	Tarım Makineleri	73	115.7			
	Genel	235				
Arkadaşlarına ADAU'yu önerme eğilimi	Bitki Koruma	41	141.3	8.328**	3	0.04
	Tarla Bitkileri	76	110.6			
	Tarım Ekonomisi	44	107.1			
	Tarım Makineleri	73	117.4			
	Genel	234				

Önem düzeyi: ** $\alpha < 0,05$; * $\alpha < 0,1$

Sınıflara göre memnuniyet eğilimleri değişmektedir. Birinci sınıf öğrencileri ADAU'da eğitim almaktan daha memnundur, ADAU'yu arkadaşlarına daha çok önermektedirler. Üst sınıflara geçildikçe memnuniyetin azaldığı görülmüştür (Çizelge 21).

Öğrencilerin ADAU'da eğitim almaktan memnun olma düzeyleri düşük ve yüksek şeklinde iki gruba ayrılan bağımlı değişken; ADAU'yu tercih etme şekli (isteyerek ve istemeyerek), muallim becerileri ile ders içerik ve olanaklarının yeterliliği, ders işleniş şekli bağımsız değişkenler olarak alınmıştır. ADAU'yu isteyerek seçmiş olma, memnuniyet düzeyini en çok arttıran faktör olmuştur. Muallim becerileri, ders içerik ve olanakların yeterlilikleri ile ders işleniş şekilleri memnuniyeti yükselten diğer faktörlerdir (Çizelge 22).

Çizelge 21. Sınıflara göre ADAU'dan memnuniyet eğilimi (Kruskal Wallis Testi)**Table 21.** Satisfaction trends at ADAU by grades (Kruskal-Wallis Test)

Memnuniyet eğilimi	Sınıf	Sayı	Sıra ortalama	Ki Kare Değeri	Serbestlik Derecesi	P Değeri
ADAU'daki eğitimden memnuniyet	Birinci	104	129.2	6.993**	2	0.03
	İkinci	66	106.9			
	Üçüncü	64	109.4			
	Genel	234				
Arkadaşlarına ADAU'yu önerme durumu	Birinci	104	130.1	10.594**	2	0.01
	İkinci	65	116.6			
	Üçüncü	65	98.4			
	Genel	234				

Önem düzeyi: ** $\alpha < 0,05$ **Çizelge 22.** ADAU'dan memnuniyet düzeyini etkileyen faktörler (Lojistik Regresyon Analizi)**Table 22.** Factors influencing the level of satisfaction at ADAU (Logistic Regression Analysis)

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp (B)
Constant	1.533	0.172	79.299	1	0	4.634
Faktörler	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp (B)
Constant	-7.686	1.621	22.484	1	0.000	0
ADAU'yu tercih etme şekli	1.574	0.424	13.767	1	0.000	4.824
Muallimlerin becerileri	0.152	0.052	8.61	1	0.003	1.164
Ders içerik ve olanak yeterliliği	0.126	0.053	5.67	1	0.017	1.135
Ders işleniş şekli	0.233	0.074	6.19	1	0.041	1.102
-2 Loglikelihood	Cox&Snell R Square		Nagelkerke R Square		Hosmerand Lemeshow Test	
160.186	0.215		0.353		10.547	
					8	0.229

Öğrencilerin ADAU'dan Beklentileri

Öğrenci beklentileri, yapılması gerekenlerin tanımlanmasında önemli bir rehber olduğu gibi öğrencilerin üniversite stratejilerinin tanımlanmasında ve işleyişinde aktif yer almaları anlamına da gelmektedir. Bu kültürü kazanan öğrencilerin meslek yaşamlarında ve kırsal kalkınma çalışmalarında da katılımcı felsefeleri benimsemeleri kolaylaşacaktır. Öğrencilerin yaklaşık %30'u herhangi bir beklenti belirtmemişlerdir. Bu gruptakilerin ADAU'daki eğitimden genelde memnun oldukları söylenebilir. Beklentilerini açıklayanlar ise; laboratuvar ve uygulama çalışmalarının artırılmasını, altyapı olanaklarının iyileştirilmesini, ders sürelerinin kısaltılmasını ve teneffüs sürelerinin uzatılmasını seçmeli ders sayılarının, staj olanaklarının, sosyal-kültürel ve sportif etkinlikler ile kişisel gelişim programlarının artırılmasını istemektedir. Hocalarla daha sağlıklı iletişim kurulması ve öğrenci fikirlerinin dikkate alınması öğrencilerin beklentilerindendir. Düşük düzeyde olsa da yemek kalitesinin iyileştirilmesi, uluslararası iş birliklerinin çeşitlenmesi konuları da öğrenci talepleri arasındadır.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Çift diploma programı üniversiteler açısından mevcut olanakları ve karşılıklı etkileşimi güçlendirmek, yeni fırsatlar yaratmak, yeni öğrencilere ulaşmak, öğretim elemanı-öğrenci-bilgi ve program çeşitliliğini arttırmak, prestij sağlamak, eğitim olanak ve içerikleri için ek kullanımlar tesis etmek, üniversiteler arasında iş birliğini artırırken müfredatın uluslararasılaşmasını ve sürdürülebilirliğini geliştirmek, eğitim pazarında rekabet gücü gibi beceriler kazandırırken, öğretim elemanı ve öğrenciler için kültürlerarası deneyimi, öğrenme-öğretme süreçlerinde yeni fırsatlar sunmaktadır. Uluslararası odaklı yeni dersler açmak, istihdam beceri ve fırsatlarını geliştirmek, çevrimiçi kaynaklara 7/24 ulaşabilmek ve yabancı dil becerilerini geliştirmek

gibi katkılar sağlamaktadır (Şengül ve Serpil, 2018). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi ile Azerbaycan Devlet Tarım Üniversitesi arasında imzalanan çift diploma programı ile anılan bu yararların büyük oranda sağlandığı görülmektedir. Çift diploma programından faydalanan ADAU öğrencilerinin programdan ve eğitim veren muallimlerden memnun oldukları ve bunun sonucu olarak da programı ve üniversitelerini başkalarına tavsiye edebilecekleri belirlenmiştir.

ADAU öğrencilerinin beklentileri laboratuvar ve uygulama derslerinin artırılması, derslik ve laboratuvar altyapısının iyileştirilmesi, ders sürelerinin (80 dakikanın) kısaltılması, teneffüs süresinin uzatılması, seçmeli derslerin artırılması, kişisel gelişimleri için sosyal ve kültürel etkinliklerin çeşitlendirilmesi şeklinde özetlenebilir. Çift diploma programındaki muallimlerle iletişimin daha kolay ve daha fazla olduğunu düşünmelerine rağmen, öğrenciler hocalarla daha güçlü iletişim kurmak istemektedirler. Üniversitede fikirlerinin dikkate alınması öğrencilerin diğer beklentileridir.

Çift diploma programından elde edilen sonuçlar, programın geliştirilmesi ve sürdürülebilirliği yanında, ülkelerin bölgesel güç olmalarında önemli aktör olan üniversitelere rehberlik etmesi de beklenmektedir. Özellikle, geniş bir coğrafyaya yayılmış, ekonomik ve politik potansiyele sahip Türk Dünyası'nda eğitim iş birliklerinin güçlenmesindeki katkıları unutulmamalıdır.

Veri Kullanılabilirliği

Veriler kişisel verilerin korunması nedeniyle gizli tutulmaktadır.

Yazar Katkıları

Çalışmanın konsepti ve tasarımı: MB, GBÖ, LQ; örnek toplama: MB, GBÖ, LQ; verilerin analizi ve yorumlanması: MB, GBÖ, LQ; istatistiksel analiz: MB, GBÖ; görselleştirme: MB, GBÖ; makalenin yazımı: MB, GBÖ, LQ.

Çıkar Çatışması

Bu çalışmada yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Etik Beyan

Bu Araştırma için Ege Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu tarafından 29/04/2024 tarih ve 2443 Sayılı belge numarasıyla, Azerbaycan Devlet Tarım Üniversitesi (ADAU) Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu'nun 28.09.2023 tarih ve 4 Protokol numarasıyla onay alınmıştır.

Finansal Destek

Bu araştırma için herhangi bir dış finansman desteği alınmamıştır.

Makale Açıklaması

Bu makale Konu Editörü Dr. H. Ece SALALI tarafından düzenlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Boyacı, M., 2018. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nde inovasyon süreci ve kültürü. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 55 (4): 479-490. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.422141>.
- Kabirova, A., 2023, Uluslararası Öğrencilerin Türkiye'ye Ekonomik Katkısı. (Web sayfası: <https://udef.org.tr/dosyalar/arge/2023-3-29-uluslararasi-ogrenciler-ekonomik-katkilari.pdf>) (Erişim tarihi: 8 Ocak 2024).
- OECD, 2023. International student mobility. (Web sayfası: <https://data.oecd.org/students/international-student-mobility.htm>) (Erişim tarihi: 9 Ocak, 2024).

- Statista, 2022. Top host destination of international students worldwide (Web page: <https://www.statista.com/statistics/297132/top-host-destination-of-international-students-worldwide/>) (Date accessed: January 8, 2024).
- Şengül, M.& H. Serpil, 2018. Türkiye’de ve dünyada ortak ve çift diploma programları: güncel durum ve öneriler. Yükseköğretim Dergisi, 1-13. <https://doi.org/10.2399/yod.18.010>.
- YÖK, 2017. Yükseköğretimde Uluslararasılaşma Strateji Belgesi 2018-2022. (Web sayfası: [https://www.yok.gov.tr/Documents/AnaSayfa/Yuksekogretimde Uluslararasılaşma Strateji Belgesi 2018 2022.pdf](https://www.yok.gov.tr/Documents/AnaSayfa/Yuksekogretimde_Uluslararasılaşma_Strateji_Belgesi_2018_2022.pdf)) (Erişim tarihi: 9 Ocak 2024).