



# TURJAF

12(s3): 2024



SPECIAL ISSUE BY  
**UTBK 2024 CONGRESS**

Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology  
International Peer-Reviewed Journal | ISSN: 2148-127X  
www.agrifoodscience.com



## Vol. 12 No. s3 (2024): Special Issue by UTBK 2024 Congress

### Research Paper

#### **Adaptation and Growth Performance of F1 Progeny of Crossbred Sheep in Bangladesh**

*Nure Hasni Desha, Sadia Afrin, Md. Mahmudul Hasan Pasha,  
Md. Zillur Rahman, Sadek Ahmed*

2451-2456

#### **Investigation of Chromosome Numbers and Plant Characteristics of Triticum compactum × Triticum turanicum Interspecific Hybrid in F2 Generation**

*Gülcan Eser, Oğuzhan Önal, Feyza Yıldırım, İmren Kutlu*

2675-2685

#### **Characterization of Türkiye Oriental Tobacco Germplasm Using UPOV Test Guidelines**

*Ahmet Kinay, Dursun Kurt, İbrahim Saygılı, Turgay Kurt*

2686-2693

#### **Determination of Agronomic Performances of Superior Basma Type Tobacco Lines**

*Erdem Karakoç, Ahmet Kinay, Hacı Duran Cingöz*

2694-2698

#### **The Effect of Weed Control at Different Periods on Antioxidant Content of Faba Bean (Vicia faba L.)**

*Bahadır Şin, Melike Köse, Mustafa Yılmaz*

2699-2703

#### **Determination of Yield and Some Yield Characteristics of Rye Genotypes at Different Sowing Densities**

*Kübra Özdemir Dirik*

2704-2709

#### **Effect of Different Storage Periods and Medium on Germination and Seedling Parameters of Faba Bean (Vicia faba L.)**

*Hatice Bozoğlu, Zeynep Aybey*

2710-2717

#### **Effect of Different Nitrogen Doses on Yield and Yield Characteristics of Flax Crop**

*Şaziye Dökülen*

2718-2725

#### **Is it Necessary to Leave Border Effects in Field Experiments?**

*Hatice Bozoğlu, Zeynep Aybey, Reyhan Aydın*

2726-2733

#### **The Effects of Different Irrigation Applications and Different Planting Methods on the Yield and Growth Parameters of Paddy**

*Hasan Akay, Elif Öztürk Ay, Hakan Arslan, İsmail Sezer, Mehmet Sait Kiremit*

2734-2741

#### **Response of Barley Cultivars with Different Growth Habit to Vernalization Periods**

*Mazlum Erdem, Fahri Sönmez, Nurselin Yılmaz, İbrahim Saygılı*

2742-2748



## Editorial Team

### Editor in chief

Prof. Dr. Musa Sarıca, Ondokuz Mayıs University, Türkiye

### Associate Editor

Prof. Dr. Hasan Eleroğlu, Sivas Cumhuriyet University, Türkiye

Prof. Dr. Ahmet Şekeroğlu, Ömer Halisdemir University, Türkiye

Prof. Dr. Sedat Karaman, Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye

### Manuscript Editor

Dr. Kadir Erensoy, Ondokuz Mayıs University, Türkiye

### Editorial Board

Prof. Dr. Ebubekir Altuntaş, Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye

Prof. Dr. Mustafa Avcı, Niğde Ömer Halisdemir University, Niğde, Türkiye

Prof. Dr. Zeki Bayramoğlu, Selçuk University, Türkiye

Prof. Dr. Kezban Candoğan, Ankara University, Türkiye

Prof. Dr. Yusuf Cufadar, Selçuk University, Türkiye

Prof. Dr. Mahmut Çetin, Çukurova University, Türkiye

Prof. Dr. Suat Dikel, Çukurova University, Türkiye

Prof. Dr. Hasan Eleroğlu, Sivas Cumhuriyet University, Türkiye

Prof. Dr. Naif Geboloğlu, Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye

Prof. Dr. Orhan Gündüz, Malatya Turgut Özal University, Türkiye

Prof. Dr. Leyla İdikut, Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Türkiye

Prof. Dr. Sedat Karaman, Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye

Prof. Dr. Mustafa Karhan, Akdeniz University, Türkiye

Prof. Dr. Hüseyin Karlıdağ, İnönü University, Türkiye

Prof. Dr. Muharrem Kaya, İsparta Uygulamalı Bilimler University, Türkiye

Prof. Dr. Halil Kızılaslan, Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye

Prof. Dr. Kürşat Korkmaz, Ordu University, Türkiye

Prof. Dr. Yusuf Ziya Oğrak, Sivas Cumhuriyet University, Türkiye

Prof. Dr. Bahri Devrim Özcan, Çukurova University, Türkiye

Prof. Dr. Kadir Saltalı, Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Türkiye

Prof. Dr. Zeliha Selamoğlu, Niğde Ömer Halisdemir University, Türkiye

Prof. Dr. Ahmet Şahin, Kırşehir Ahi Evran University, Türkiye

Prof. Dr. Ahmet Şekeroğlu, Niğde Ömer Halisdemir University, Türkiye

Prof. Dr. Yusuf Yanar, Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye

Prof. Dr. Arda Yıldırım, Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye

Prof. Dr. Metin Yıldırım, Niğde Ömer Halisdemir University, Türkiye

Prof. Dr. Zeliha Yıldırım, Niğde Ömer Halisdemir University, Türkiye

Prof. Dr. Sertaç Güngör, Selçuk University, Türkiye

Prof. Dr. Hasan Tangüler, Niğde Ömer Halisdemir University, Türkiye

Prof. Dr. Adnan Ünal, Niğde Ömer Halisdemir University, Türkiye

Prof. Dr. Hatıra Taşkın, Çukurova University, Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Ahmed Menevşeoğlu, Ağrı İbrahim Çeçen University, Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Cem Baltacıoğlu, Niğde Ömer Halisdemir University, Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Hasan Gökhan Doğan, Kırşehir Ahi Evran University, Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Ekrem Mutlu, Kastamonu University, Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Cem Okan Özer, Nevşehir Hacı Bektaş Veli University, Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Emre Şirin, Ahi Evran Üniversitesi, Türkiye



Dr. Emre Aksoy, Middle East Technical University, Türkiye  
Dr. Mustafa Duman, Niğde Ömer Halisdemir University, Türkiye  
Dr. Burak Şen, Omer Halisdemir University, Türkiye

## Section Editors

Prof. Dr. Alper Durak, İnönü University, Türkiye  
Prof. Dr. Gülistan Erdal, Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye  
Prof. Dr. Zeki Gökalp, Erciyes University, Türkiye  
Prof. Dr. Rüştü Hatipoğlu, Cukurova University, Türkiye  
Prof. Dr. Teoman Kankılıç, Niğde Ömer Halisdemir University, Türkiye  
Prof. Dr. Osman Karkacier, Akdeniz University, Türkiye  
Prof. Dr. G. Tamer Kayaalp, Cukurova University, Türkiye  
Prof. Dr. Nuray Kızılaslan, Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye  
Prof. Dr. Hasan Rüştü Kutlu, Cukurova University, Türkiye  
Prof. Dr. Hülya Eminçe Saygı, Ege University, Türkiye  
Prof. Dr. İbrahim Tapkı, Mustaf Kemal University, Türkiye  
Prof. Dr. Faruk Toklu, Çukurova University, Türkiye  
Prof. Dr. Necati Barış Tuncel, Onsekiz Mart University, Türkiye  
Prof. Dr. Erkan Yalçın, Ondokuz Mayıs University, Türkiye  
Prof. Dr. Durdane Yanar, Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Hüsnü Aktaş, Mardin Artuklu University, Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Hatun Barut, Ministry of Agriculture and Forestry, Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Berken Cimen, Cukurova University, Türkiye  
Prof. Dr. Nazlı Ercan, Cumhuriyet University, Türkiye  
Prof. Dr. Cemal Kurt, Cukurova University, Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Muhammad Azhar Nadeem, Sivas University of Science and Technology, Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Uğur Serbester, Çukurova University, Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Mustafa Sevindik, Osmaniye Korkut Ata University, Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Özhan Şimsek, Erciyes University, Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Gökhan Baktemur, Sivas University of Science and Technology, Türkiye  
Dr. Sara Yasemin, Siirt University, Türkiye  
Dr. Brian Tanika, Niğde Ömer Halisdemir University, Türkiye

## Regional Editors

Prof. Dr. Mohammad Abdul Baki, Jagannath University, Bangladesh  
Prof. Dr. Himayatullah Khan, Agricultural University, Pakistan  
Prof. Dr. Abderrahim Benslama, University of M'sila, Algeria  
Prof. Dr. Md. Parvez Anwar, Bangladesh Agricultural University, Bangladesh  
Prof. Dr. Mohammad Bagher Hassanpouraghdam, University of Maragheh, Iran  
Assoc. Prof. Dr. Allah Bakhsh, University of the Punjab, Pakistan  
Prof. Dr. Aimee Sheree Adato Barrion, University of the Philippines, Philippines  
Assoc. Prof. Dr. Claudio Ratti, University of Bologna, Italy  
Assoc. Prof. Dr. Dima Alkadri, Jerash University, Jordan  
Prof. Dr. Fernanda Cortez Lopes, Federal University of Rio Grande do Sul, Brazil  
Assoc. Prof. Dr. Gheorghe Cristian Popescu, University of Pitesti, Romania  
Prof. Dr. Idrees A. Nasir, University of the Punjab, Pakistan  
Assoc. Prof. Dr. Jelena Zindovic, University of Montenegro, Montenegro  
Assoc. Prof. Dr. Muhammad Amjad Ali, University of Agriculture, Pakistan  
Assoc. Prof. Dr. Muhammad Naeem Sattar, King Faisal University Al-Ahsa, Saudi Arabia  
Dr. Muhammad Rizwan Shafiq, University of Agriculture Faisalabad, Pakistan  
Assoc. Prof. Dr. Muhammad Qasim Shahid, South China Agricultural University, China



Assoc. Prof. Dr. Muhammad Younas Khan, University of Balochistan, Pakistan

Assoc. Prof. Dr. Neelesh Sharma, Sher-E-Kashmir University of Agricultural Sciences & Technology, India

Assoc. Prof. Dr. Noosheen Zahid, University of Poonch Rawalakot, Malezya

Assoc. Prof. Dr. Mihaela Ivancia, University of Iasi, Romania

#### **Statistics Editor**

Prof. Dr. Soner ankaya, Ondokuz Mayıs University, Türkiye

Prof. Dr. Hüdaverdi Bircan, Sivas Cumhuriyet University, Türkiye

Prof. Dr. Adnan Ünalın, Niğde Ömer Halisdemir University, Türkiye

#### **Foreign Relations**

Dr. Emre Aksoy, Middle East Technical University, Türkiye



## Indexes

Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology (TURJAF) is indexed by the following national and international scientific indexing services:

- [Directory of Open Access Journals \(DOAJ\)](#),
- [National Library of Australia \(TROVE\)](#),
- [WorldCat libraries\(WorldCat\)](#),
- [Ingenta \(Ingenta \)](#),
- [World Agricultural Economics and Rural Sociology Abstracts \(CABI \)](#),
- [Google \(Scholar \)](#),
- [Crossref \(Journals\)](#),
- [Sobiad Citation Index](#),
- [SciMatic \(SciMatic\)](#),
- [The Food and Agriculture Organization \(AGRIS\)](#),
- [Idealonline Index](#),
- [Scilit \(SCILIT\)](#),
- [Weill Cornell Medicine - Qatar](#),
- [Indiana University Kokomo](#),
- [Academic Search Engine \(SCINAPSE\)](#),
- [Fatcat Editor \(FATCAT\)](#),
- [Academic Research Index \(ACARINDEX\)](#),
- [Information Matrix for the Analysis of Journals \(MIAR\)](#),
- [National Library of Medicine](#)
- [EBSCO host](#)
- [Originally called the European Reference Index for the Humanities or ERIH \(ERIH PLUS\)](#)
- [The Turkish Academic Network and Information Centre \(ULAKBIM\)](#),
- [ULAKBIM TR Index list of Journals \(TR-INDEX\)](#)



This work is licensed under [Creative Commons Attribution 4.0 International License](#)

ISSN: 2148-127X



Turkish JAF Sci.Tech.



## TR – DİZİN Bilgileri

### Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji dergisi

Makale Sayısı

2968

Atıf Sayısı

2931

Kendine Atıf Sayısı

854

Atıf Alan Makale Sayısı

1099

Atıf Ortalaması

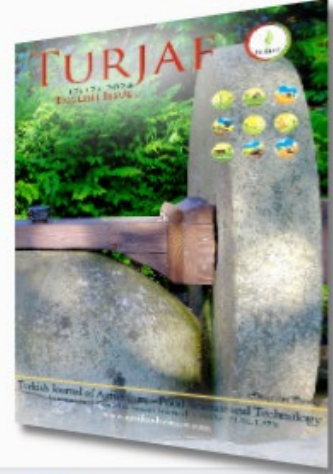
0,99

Kendine Atıf Oranı

%29,14

Konu Kategorisi: Fen > Ziraat Fen > Mühendislik

Konu Alanları: Ziraat Mühendisliği Gıda Bilimi ve Teknolojisi



ISSN: 2148-127X

İlk Yayın Yılı: 2013

Diziniendiği Yıllar: 2014-2024 (Fen)

Yayın Periyodu: Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım, Aralık

Yayın Formatı: Elektronik

Yayın Dili: Türkçe | İngilizce

Editör: Hasan Eleroğlu

Yayıncı: Turkish Science and Technology Publishing (TURSTEP)

Web Adresi: <http://www.agrifoodscience.com>

### Makale & Atıf Sayısı



### Makale Türleri

Araştırma Makalesi Deleme Diğer Özgü Sunumu Düzeltme



## Investigation of Chromosome Numbers and Plant Characteristics of *Triticum compactum* × *Triticum turanicum* Interspecific Hybrid in F<sub>2</sub> Generation

Gülcan Eser<sup>1,a</sup>, Oğuzhan Ön<sup>1,b</sup>, Feyza Yıldırım<sup>1,c</sup>, İmren Kutlu<sup>1,d,\*</sup>

<sup>1</sup>Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, 26060, Eskişehir, Türkiye

\*Corresponding author

### ARTICLE INFO

#### Research Article

Received : 01.10.2024

Accepted : 23.11.2024

#### Keywords:

Interspecific hybrid  
Khorasan wheat  
Topbaş wheat  
Nuclear DNA analysis  
Pentaploid

### ABSTRACT

The objective of this study was to identify the plants with varying chromosome numbers in the F<sub>2</sub> generation, resulting from interspecific hybrids between hexaploid *Triticum compactum* and tetraploid *Triticum turanicum*, and to examine the morphological, physiological and agronomic characteristics of these plants. Therefore, the objective was to assess the potential for developing monosomic lines (particularly pentaploid) for the D-genome of wheat, with a view to their utilization in future breeding programs of wheat, and to ascertain the correlation between the estimated chromosome numbers and the superior phenotypic characteristics of the plants in question. The germination percentage was determined by germinating 230 seeds, which will form the F<sub>2</sub> generation of *Triticum compactum* × *Triticum turanicum* interspecific hybrid, in Petri dishes together with the parents. Thereafter, the plants were transferred to 2 m long rows, 30 cm between rows and 10 cm above rows. The F<sub>2</sub> plants were subjected to evaluation in order to ascertain their morphological, physiological and agronomic characteristics. Furthermore, the nuclear DNA contents of the F<sub>2</sub> plants were determined by flow cytometry, and chromosome numbers were estimated based on the DNA contents of the parents. Finally, the correlations between the estimated chromosome numbers and the measured plant traits were determined. The nuclear DNA contents of F<sub>2</sub> plants exhibited variability, with values ranging between 7870.39 and 11632.1 pg. Additionally, three plants with 35 chromosomes were identified. The F<sub>2</sub> plants showed superior physiological traits compared to the parents, however, they displayed lower values for spike traits that affect yield. The superior traits had by F<sub>2</sub> plants can be observed in subsequent generations, thus providing a valuable genetic resource for breeding programs and certain genomic studies.

<sup>a</sup> [gulcaneser7@icloud.com](mailto:gulcaneser7@icloud.com)

<sup>b</sup> <https://orcid.org/0009-0001-2523-2006>

<sup>c</sup> [feyzayildimzmu@gmail.com](mailto:feyzayildimzmu@gmail.com)

<sup>d</sup> <https://orcid.org/0009-0007-7972-0738>

<sup>b</sup> [oguzhanon44@gmail.com](mailto:oguzhanon44@gmail.com)

<sup>d</sup> <https://orcid.org/0000-0001-8745-2488>

<sup>d</sup> [ikutlu@ogu.edu.tr](mailto:ikutlu@ogu.edu.tr)

<sup>d</sup> <https://orcid.org/0000-0002-3505-1479>



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

## Introduction

The genus *Triticum* comprises species at three distinct ploidy levels: diploid (2n = 14), tetraploid (2n = 4x = 28), and hexaploid (2n = 6x = 42). Some of these species are commercially important (Igrejas et al., 2020). Although Khorasan wheat (*T. turgidum* ssp. *turanicum*) has been present in agricultural systems in the Middle East and Central Asia for centuries, it has been relatively neglected and underutilized among tetraploid wheats. The grain of Khorasan wheat is notably large, with a remarkably high thousand-grain weight (50-60 g) (Grausgruber et al., 2005). Furthermore, the grain is amber in color and exhibits a high degree of transparency. Given its elevated plant height, Khorasan wheat, which demonstrates resilience to lodging and vulnerability to mildew disease, is regarded as a more optimal choice for organic cultivation. This wheat is known worldwide under the

trademark Kamut. In 1990, the United States Department of Agriculture registered the QK-77 variety under the name Kamut, which is now used and traded as a trademark. The available data on the physical properties and chemical composition of the grain indicate that Kamut grains contain 20-40% more protein than other wheats and are rich in lipids, amino acids, vitamins, and minerals (Singh, 2007).

Topbaş wheat (*T. aestivum* ssp. *compactum*) is distinguished from other subspecies by its predominant compact spike form (Nilsson-Ehle, 1911). The origin of Topbaş wheat has been a topic of debate, however it is widely accepted that it is the result of a mutation at the C locus in hexaploid bread wheat (*T. aestivum* ssp. *aestivum*). This is because all forms of *T. aestivum* share a common gene pool, and studies have demonstrated that there is no known tetraploid wheat (*T. turgidum* L.) or diploid *Ae.*



*tauschii* sequence that exhibits a truly compact spike structure (Feldman, 2001). Topbaş wheat varieties are still cultivated commercially, albeit on a limited scale. These attributes contribute to their preference, including resistance to drought and breakage, hard straw, earliness, and competitive yields. The smaller grains of Topbaş wheats are a consequence of their compact spike structure, yet this reduction in size is offset by an increase in seed number (Zwer et al., 1995). Topbaş wheats has reduced thousand-grain weights and protein ratios.

The process of interspecific hybridization has been employed as a means of combining the distinctive characteristics displayed by these two wheat varieties. The majority of crosses between tetraploid and hexaploid wheats were conducted between *T. aestivum* and *T. durum*. In these studies, the objective was to transfer traits such as yellow rust resistance, drought tolerance, and high protein content from durum wheat to bread wheat, while winter hardiness was targeted for transfer from bread wheat to durum wheat (Özkan and Genç, 1998; Ali et al., 2020). The interspecific hybridization of hexaploid and tetraploid wheat species results in the formation of pentaploid F<sub>1</sub> hybrids, having distinctive chromosome structures (AABBDD, 2n=35). The pentaploid hybrids obtained from crossing bread wheat and durum wheat have the potential to enhance the genetic background of both parents by transferring relevant traits. The utilization of pentaploid wheat hybrids in breeding initiatives remains limited. However, available data suggests that wheat lines developed from pentaploids will be a useful supplement to commercial plant breeding efforts that target enhancing abiotic stress tolerance, fungal disease resistance, quality criteria, and agronomic features. Pentaploid-derived wheat lines have been demonstrated to have the potential to enhance tolerance to the cereal root lesion nematode (Sheedy et al., 2012, 2015; Thompson et al., 2012). Furthermore, the significance of utilizing pentaploid-derived wheat lines in the improvement of drought, salinity, cold, and high temperature tolerance traits has been underscored (Reynolds et al., 2009; Hassan et al., 2016; Mohamed et al., 2020).

The breeding of pentaploid wheat is hindered by several factors, including low pollen compatibility, poor seed set, inadequate vegetative development, and infertility issues in F<sub>1</sub> hybrids. Nevertheless, the majority of these challenges have been surmounted through the meticulous selection of parents and the utilization of genotypes with elevated ploidy levels as maternal parents (Padmanaban et al., 2017). The goal of studying the production of hexaploid × tetraploid wheat hybrids has been to improve elite bread and durum wheat lines for several commercially desirable characteristics (Martin et al., 2011, 2013; Han et al., 2014, 2016; Kalous et al., 2015). The dominance of heterozygous loci in the A and B genomes, along with the retention of the D genome, has resulted in pentaploid wheat hybrids with high genetic variation. There is still much to learn about the efficient screening, selection, and use of populations obtained from pentaploid wheat hybrids in commercial breeding operations, even if there is a rich supply of genetic variation. Although pentaploid wheat with 35 chromosomes can be obtained in the first generation (F<sub>1</sub>) after hexaploid × tetraploid hybridization, it has been reported that chromosome numbers vary

between 28 and 42 in the F<sub>2</sub> generation resulting from the selfing of the F<sub>1</sub> generation, with the majority of plants creating 33 to 40 chromosomes. Among the plants with varying chromosome numbers, those with 35 chromosomes were found to have superior fertility and more favorable agricultural characteristics (Kihera, 1982; Belea, 1992; Özkan and Genç, 1998; Mohamed et al., 2020). To select these plants from the F<sub>2</sub> generation, cytological observations or molecular studies utilizing specific markers to differentiate the D genome set were required. Some studies have reported that in the presence of the D genome, the resistance of wheat species to some diseases and environmental stress conditions, grain yield and some yield traits increased, and the rheological properties of the dough improved (Kalous et al., 2015; Camerlengo et al., 2022; Gruet et al., 2024).

The enhancement of molecular and cytological techniques such as flow cytometry utilized for the screening of recombinant progeny will facilitate the optimization of the selection process and assist breeders in accelerating the production of pentaploid organisms. The potential of interploidy hybridization as a tool for developing wheat genotypes capable of adapting to changing climatic conditions is a promising avenue for further investigation. To enable sustainable and increasing global wheat production in the future, it is crucial to start additional research on incorporating such features from bread wheat to durum wheat or from durum wheat to bread wheat through pentaploid wheat hybrids. The objective of this study was to ascertain the morphological traits and chromosome numbers of F<sub>2</sub> plants derived from interspecific crosses between Khorasan wheat, regarded as a functional food due to its grain quality and nutritional value, and Topbaş wheat, which shows competitive yield, drought resistance, and lodging tolerance. Additionally, the study aimed to elucidate the correlation between plant characteristics and chromosome numbers.

## Materials and Methods

The tetraploid parents utilized in the research are Khorasan wheat, catalogued as 2483, belonging to the *T. turanicum* species, which were donated to the United States Department of Agriculture (USDA) gene bank by Belgium in 1950. The hexaploid parent is Vardenik-9 of the *T. compactum* species, namely the Topbaş wheat variety, which was developed through combination breeding in Armenia. The variety was donated to the USDA gene bank in 1972, and its pedigree is recorded as “Artashati 42/landrace Erinatseum.” The seeds of the parents utilized in the study were obtained from the USDA gene bank.

Following the hybridization of the parents, 40 seeds were obtained and pentaploid F<sub>1</sub> plants were cultivated by sowing the seeds. A total of 468 seeds were obtained from the F<sub>1</sub> plants, and 240 of them were sown to cultivate F<sub>2</sub> plants, while the remainder were retained as genetic stock.

Parental and F<sub>2</sub> seeds were sown in Petri dishes. Before sowing, the seeds were soaked in 70% alcohol for 1 min, 2% sodium hypochlorite (NaOCl) solution for 3 min, rinsed 5 times with sterile distilled water and then placed on filter papers with 20 seeds in each petri dish, with parents in 3 replicates and F<sub>2</sub> seeds in 12 replicates. The

germination temperature was set at 20°C day/15°C night. Vernalization was started 14 days after germination. Plants in petri dishes were maintained in a Nucleon growth cabinet at 20/15°C, 60-70% humidity, 450  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  photosynthetic flux density and 16/8 hours of illumination until vernalization. For vernalization, the temperature was set at 4°C with the same other growth chamber conditions and kept under these conditions for 5 weeks. At the end of the vernalization period, the plants were transplanted into 2 m long rows in high tunnels at Eskişehir Osmangazi University Faculty of Agriculture campus with 30 cm between rows and 10 cm above rows. The standard cultivation procedures (fertilization, irrigation, etc.) used in wheat cultivation were applied.

Seeds with a rootlet length of two millimeters were considered to have germinated. The number of germinated seeds was counted at the end of 10 days, and the germination percentage was determined by dividing the number of germinated seeds by the total number of seeds (ISTA, 2003).

The chlorophyll content of the plant leaves was quantified using a chlorophyll meter (Spectrum Field Scout CM 1000) and the canopy temperature was measured with a portable infrared thermometer following the heading stage (Jackson et al., 1996; Wenkel et al., 2003). To ascertain the number of stomata, a transparent nail polish was applied to the flag leaves of the plants and allowed to dry. Once the gloss had dried, it was meticulously removed from the surface of the leaf and placed on a slide. Subsequently, the number of stomata falling within the microscope area with 4x100 magnification was counted, and the average was calculated and defined as the number.

Discs with an approximate diameter of 2 cm were excised from the flag leaves of the plants and weighed to determine their respective fresh weights (FW) in mg. The leaves were maintained in Petri dishes for four hours to permit complete soaking in distilled water and turgor establishment. The turgor leaf discs were promptly wiped with a paper towel to remove any residual water and reweighed to determine their turgor weights (TW) (mg). Subsequently, the leaf discs were subjected to a 24-hour drying process at 70°C, after which their dry weights (DW) were determined. The relative water content (RWC) of the leaves was calculated in accordance with the following formula, as proposed by Cseuz et al. (2002):

$$\text{RWC (\%)} = [\text{FW} - \text{DW}] / [\text{TW} - \text{DW}] \times 100$$

The width (FLW) and length (FLL) of the flag leaf were measured on the main stems of the plants, and the flag leaf area (FLA) was calculated according to the formula (equation 1, Spagnoletti Zeuli & Qualset, 1990):

$$\text{FLA} = \text{FLL} \times \text{FLW} \times 0.75$$

The plant height in cm was determined by measuring the distance from the soil level to the tip of the top spikelet, excluding the awns from the plant.

Additionally, the following characteristics were quantified: spike length (cm) and the number of spikelets per spike, spike weight (g) and the number of grains per spike, as well as the grain weight per spike (g). The spike harvest index (%) was calculated as a percentage by

dividing the values of spike and grain weight per spike. The spike density index was calculated by dividing the number of spikelets per spike by the length of the spike. Additionally, the thousand-grain weight (g), which is a crucial physical quality criterion, was determined.

Nuclear DNA analysis was conducted using fresh leaf samples via a PARTEC brand flow cytometer in the Biotechnology Laboratory of the Ankara Central Research Institute. The standard used in the analyses was *Hordeum vulgare* with a nuclear DNA content of 10.7  $\text{pg}^2\text{C}^{-1}$ . The analyses were conducted using ready-made kits from PARTEC (CyStain PI absolute P), and the manufacturer's protocol was followed (<https://eu.systemx-flowcytometry.com/reagents/cystain-ploidy-dna-analysis/1424/cystain-uv-precise-p>). The absolute nuclear DNA content of a sample was calculated in pictograms (pg) using the values of the fluorescence intensities of the G1 peaks of the sample and the selected standard, based on the following formula:

$$S_{\text{DNA}} = \text{FISP} / \text{FISTD} \times \text{STD}_{\text{DNA}}$$

$S_{\text{DNA}}$  : Sample DNA Content  
 FISP : Fluorescence Intensity of Sample Plant  
 FISTD : Fluorescence Intensity of Standard Plant  
 $\text{STD}_{\text{DNA}}$  : DNA Content of Standard Plant

Following the identification of the nuclear DNA contents as previously described, an attempt was made to estimate the chromosome numbers of the  $F_2$  plants using the following formula, taking into account the calculated values of the tetraploid parent with 28 chromosomes and the hexaploid parent with 42 chromosomes.

$$\text{DVSC} = (\text{DCTP} + \text{DCHP}) / (\text{CNTP} + \text{CNHP})$$

DVSC: DNA value of a single chromosome  
 DCTP: DNA content of tetraploid parent  
 DCHP: DNA content of hexaploid parent  
 CNTP: Chromosome number of tetraploid parent  
 CNHP: Chromosome number of hexaploid parent

Once the DNA value of the single chromosome had been determined, the chromosome number of the  $F_2$  plants was calculated using the following formula.

$$\text{CNF}_2 = \text{DCF}_2 / \text{VSC}$$

$\text{CNF}_2$  : Chromosome number of  $F_2$  plant  
 $\text{DCF}_2$  : DNA content of  $F_2$  plant  
 DVSC : DNA value of a single chromosome

Hayashi et al. (2009) compared the chromosome numbers calculated using this formula with the chromosome numbers counted from the root tips and found that the chromosome number could be estimated with 95% accuracy.

Descriptive statistics, including mean, standard error, minimum, and maximum values, were calculated using the IBM SPSS 20 statistical program. Additionally, correlations between the characteristics via factor analysis were conducted according to  $p < 0.05$ .

**Results and Discussion**

Spike measurements of F<sub>1</sub> plants and their parents were shown in Table 1. F<sub>1</sub> plants, which had values between the parents in spike length, spikelet number per spike and spike weight, had low values in terms of grain number and weight per spike. This is because the unbalanced chromosome number in F<sub>1</sub> plants prevents pollen development and fertilization (Kihara, 1982).

The germination percentage of parents was 100%, while that of F<sub>2</sub> seeds was 76.7%. Despite the 76.7% germination rate of the F<sub>2</sub> seeds, the resulting plants exhibited poor development, with the majority failing to produce stalks, spikes, or grains. The low germination percentage and poor plant characteristics observed in the F<sub>2</sub> generation may be attributed to several factors, including the compression of the embryo by the endosperm, the inability of the endosperm to develop sufficiently to support the embryo, and the presence of different chromosomes in each seed. Of the 184 F<sub>2</sub> seeds that germinated, 60 plants were observed to develop. Observations and measurements were conducted and correlated in 23 F<sub>2</sub> plants for which nuclear DNA measurements could be obtained.

The chromosome numbers of 23 F<sub>2</sub> plants were calculated based on of the quantity of nuclear DNA. Hayashi et al. (2009) underscored the practical utility of nuclear DNA quantification in determining the chromosome number of plants. The mean nuclear DNA content of hexaploid parent with 42 chromosomes was found to be 11,749.86 pg, while that of tetraploid parent with 28 chromosomes was 7,847.86 pg (Figure 1). The mean nuclear DNA content of F<sub>2</sub> plants with 28 chromosomes was 7870.39 pg, while those with 35 chromosomes demonstrated a mean of 9784.23 pg, and those with 42 chromosomes exhibited a mean of 11632 pg. 28-chromosome F<sub>2</sub> plants had a higher amount of nuclear DNA compared to the parent values, while 42-chromosome F<sub>2</sub> plants demonstrated a lower amount of nuclear DNA compared to the 42-chromosome parent. This observed increase in the number of chromosomes can be attributed to the higher amount of nuclear DNA. The disparate chromosome numbers observed in the F<sub>2</sub> generation can be attributed to the formation of three D-genome groups resulting from crosses between hexaploid and tetraploid wheat. In certain instances, chromosome elimination has also been documented. The first group's progenies (2n = 4x = 28) lost all seven D-genome chromosomes. Progenies with a medium number of D-genome chromosomes (total chromosomal numbers ranging from 2n = 29 to 41) make up the second category. Two copies of each of the seven D-genome chromosomes (2n = 6x = 42) were kept by the third group. The three sets of wheat hybrids created from pentaploids can either self or backcross with one of the parents, based on the breeding

program's goal, which could be the creation of durum or bread wheat lines. To create elite durum lines, lines from the first group of hybrids, for instance, can be selfed or backcrossed with a durum parent (Padmanaban et al., 2017).

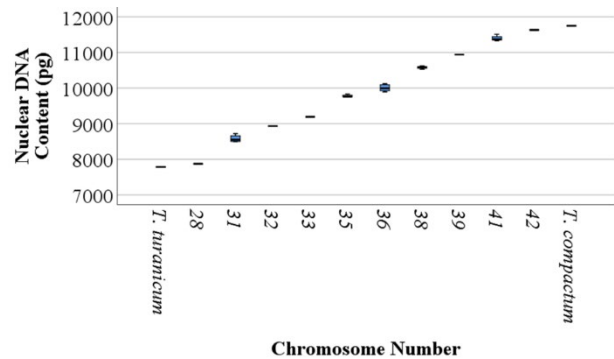


Figure 1. Nuclear DNA content of F<sub>2</sub> plants

Morphological, physiological and agronomic characteristics were also determined in 23 F<sub>2</sub> plants whose nuclear DNA contents were determined. Of these, one plant was found a chromosome number of 28, 32, 33, 39, and 42, four plants displayed a chromosome number of 31, three plants exhibited a chromosome number of 35, 38, and 41, and five plants demonstrated a chromosome number of 36. The varying number of chromosomes in F<sub>2</sub> plants indicated that a certain number of chromosomes were lost during meiosis of the F<sub>1</sub> pentaploid plants. It is expected that plants with a chromosome number of 35 or more will show evidence of a set of D genome. Prior research on this topic has indicated that each F<sub>2</sub> population derived from an F<sub>1</sub> pentaploid has a unique pattern in accordance with the frequency distribution of plants with a specific number of chromosomes. However, the conservation of D chromosomes in F<sub>2</sub> plants is dependent on the parental genotypes of the original cross (Martin et al., 2011; Padmanaban et al., 2018; Mohamed et al., 2020).

The descriptive statistics of the examined traits are presented in Table 2. The studied population indicates considerable variability. For the traits where the coefficient of variation is less than 15% (plant canopy temperature, leaf relative water content, plant height, spikelet number per spike), the observed variability is low. The values obtained for these traits exhibited a high degree of correlation. As the skewness values are less than 2, it can be stated that a normal distribution is present for all traits. Furthermore, the values below the mean for leaf chlorophyll content, relative water content, spikelet number per spike, grain number per spike, and spike harvest index are the majority. Additionally, the kurtosis values are negative, indicating that the normal curve is flattened.

Table 1. Spike characteristics of F<sub>1</sub> plants and their parents

Genotypes	SL	SNS	GNS	SW	GWS
<i>T. compactum</i>	6.2	19.4	45.2	2.08	1.58
<i>T. turanicum</i>	11	22	34	2.44	1.58
<i>T. compactum</i> x <i>T. turanicum</i>	7.3	21.2	20.8	2.03	0.93

SL: spike length, SNS: spikelet number per spike, GNS: grain number per spike, SW: spike weight, GWS: grain weight per spike

Table 2. Descriptive statistics of the characteristics analyzed in the study

Variable	Min	Max	Mean	SE	SD	Variance	CV%	Skewness	Kurtosis
CHL	238.0	485.0	385.0	13.0	65.2	4257.3	16.95	-0.53	-0.11
CT	16.700	25.000	18.986	0.433	2.167	4.69	11.41	1.67	2.32
SN	37.00	60.00	43.52	1.32	6.62	43.76	15.20	0.96	0.03
RWC	59.64	85.79	76.29	1.42	7.12	50.71	9.33	-0.63	-0.27
FLA	16.88	46.80	30.72	1.80	8.98	80.56	29.21	0.48	-0.72
PH	119.00	147.00	127.72	1.46	7.30	53.29	5.72	0.98	0.84
SL	4.750	9.500	6.172	0.188	0.938	0.879	15.19	1.93	6.08
SNS	15.500	24.500	20.040	0.396	1.979	3.915	9.87	-0.26	0.81
GNS	22.00	48.00	37.66	1.48	7.39	54.66	19.63	-0.86	0.05
SDI	25.00	45.99	31.05	1.01	5.04	25.42	16.24	1.63	2.55
SW	0.920	3.530	1.657	0.105	0.526	0.277	31.76	1.84	5.95
GWS	0.3500	2.3300	1.0308	0.0843	0.4214	0.1776	40.88	1.11	2.95
SHI	21.81	79.25	61.34	2.46	12.31	151.59	20.07	-1.75	3.90
TGW	9.46	60.60	27.08	1.84	9.22	84.94	34.03	1.82	6.96

\*CHL: flag leaf chlorophyll content, CT: canopy temperature, SN: stomata number, RWC: leaf relative water content, FLA: flag leaf area, PH: plant height, SL: spike length, SNS: spikelet number per spike, GNS: grain number per spike, SDI: spike density index, SW: spike weight, GWS: grain weight per spike, SHI: spike harvest index, TGW: thousand-grain weight

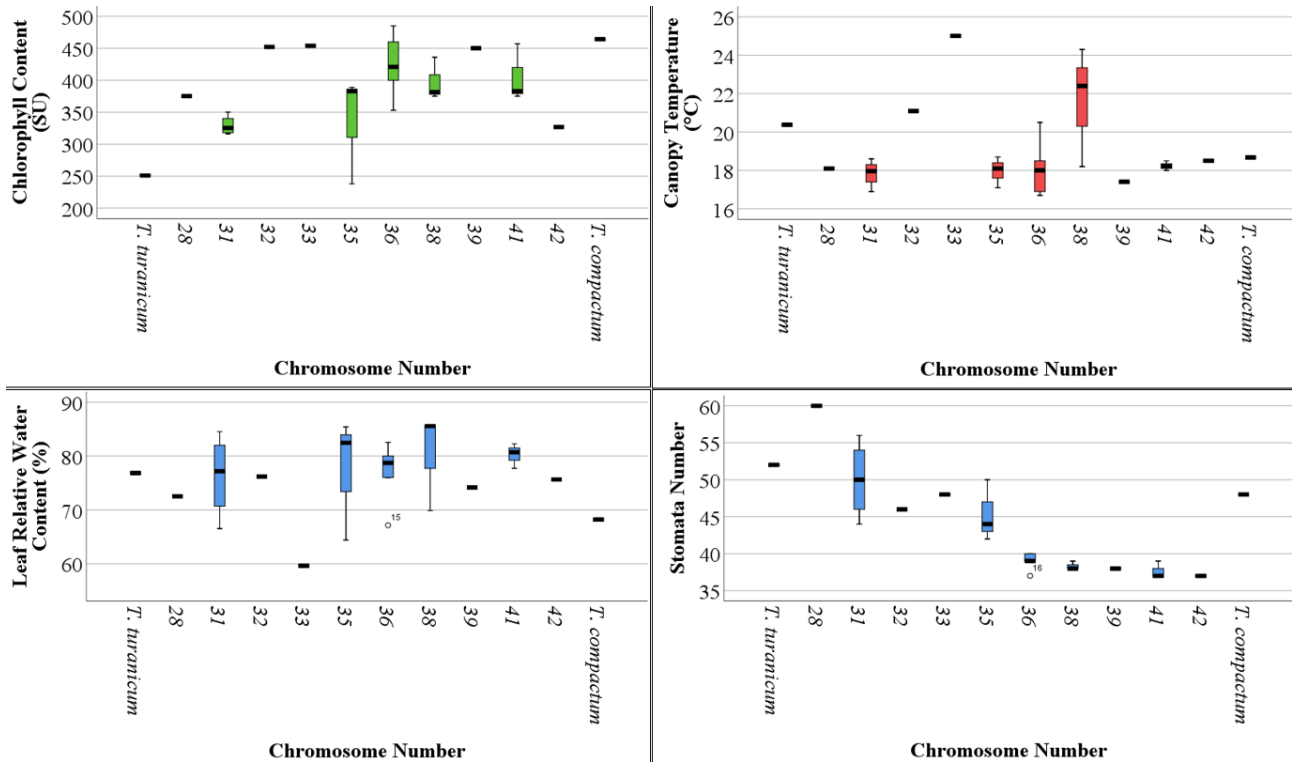


Figure 2. Changes in physiological characteristics according to the difference in chromosome numbers

It was observed that the examined traits exhibited variation among plants with identical chromosome numbers. The increase in recombination of AB chromosomes in the F<sub>2</sub> generation of pentaploids derived from hexaploid and tetraploid crosses results in a significant expansion of genetic variation. Chromosome rearrangements lead to complex responses, including changes in the epigenome and activation of transposons and increased chromosome recombination, resulting in a wide variation (Padmanaban et al., 2017; Muenchrath et al., 2023). The highest leaf chlorophyll content was observed in plants with 36 chromosomes, while the lowest canopy temperature was observed in plants with the same chromosome number. The highest leaf relative water content was found in plants with 38 chromosomes, and the highest stomata number was observed in plants with 28

chromosomes (Figure 2). The range of chlorophyll content observed among F<sub>2</sub> plants is 238 to 485 spectrum units (SU). Flag leaf chlorophyll content is higher in *T. compactum* (464 SU). One F<sub>2</sub> plant displayed higher levels of chlorophyll content than *T. compactum*. No F<sub>2</sub> plant exhibited lower chlorophyll content than *T. turanicum* (251 SU), with values between those of the parents (Figure 2). The temperature of the canopy was determined to be 20.37°C in *T. turanicum* and 18.67°C in *T. compactum*. It is hypothesized that the lowest canopy temperature observed in plants with 36 and 39 chromosomes may be associated with the D genome. The relative water content values of the F<sub>2</sub> plants ranged from 59.64% to 85.79%, while the parental values were recorded at 68.2% in *T. compactum* and 76.85% in *T. turanicum* (Figure 2). When the data were analyzed according to chromosome number,

the lowest relative water content was observed in plants with 33 chromosomes, while the highest was observed in plants with 38 and 41 chromosomes. Additionally, differences were noted in the relative water content values of F<sub>2</sub> plants with the same chromosome number.

Bilgrami et al. (2015) referred that increased expression of the ‘D’ genome of tetraploid wheat caused a decrease in net photosynthetic rate and chlorophyll content (Del Blanco et al., 2000), while the ‘A’ genome chromosomes of wheat carried genes controlling high net photosynthetic rate, water use efficiency and reduced transpiration rate (Zhang et al., 2000), and that photosynthetic (Austin et al., 1987) and transpiration rate (Huang et al., 2007) occasionally decreased with increasing ploidy levels of wheat during the development process. Prior research has indicated that the D genome plays a role in net photosynthetic rate, gas exchange, flag leaf area, and chlorophyll content (Del Blanco et al., 2000; Mao et al., 2018). A general tendency has been observed whereby the density of stomata decreases and the size of the stomata increases as the ploidy level of the plant increases (Shao et al., 2009). Aryavand et al. (2003) noticed significant differences in stomatal density between tetraploid and

hexaploid subspecies of flag leaves. In the present study, the number of stomata per mm<sup>2</sup> ranged from 37 to 60. In general, a decrease was observed in parallel with the increase in chromosome number. While no prior reports exist regarding a correlation between chromosome number and stomatal number, this may be attributed to the shift in ploidy level from tetraploid to hexaploid concomitant with the change in chromosome number from 28 to 42 (Figure 2).

The largest flag leaf area was observed in *T. compactum*, with an average of 46.8 cm<sup>2</sup>. The flag leaf area of F<sub>2</sub> plants ranged from 16.88 to 46.8 cm<sup>2</sup>, as illustrated in Figure 3. The plants with 28 and 41 chromosomes had highest flag leaf area, while the lowest in 32 and 33 chromosomes. The mean plant height of the studied population was 127.72 cm, with a maximum height of 147 cm and a minimum height of 119 cm (Figure 3). The parents had a plant height of 128.83 cm (*T. compactum*) and 131 cm (*T. turanicum*), respectively. The presence of plants with plant heights that deviate from the aforementioned values in the F<sub>2</sub> population can be attributed to transgressive segregation and the influence of the environment.

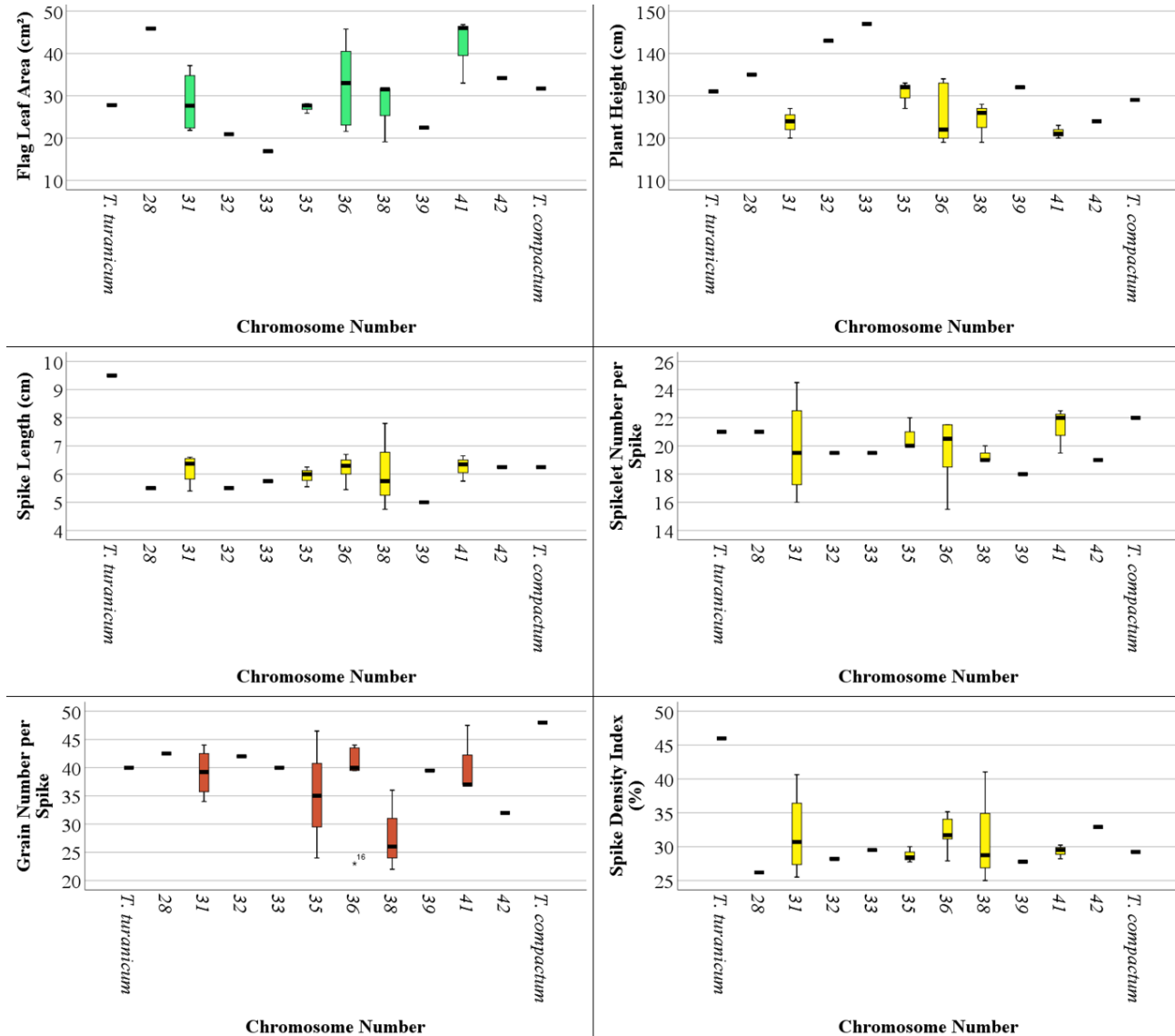


Figure 3. Changes in morphological characteristics according to the difference in chromosome numbers

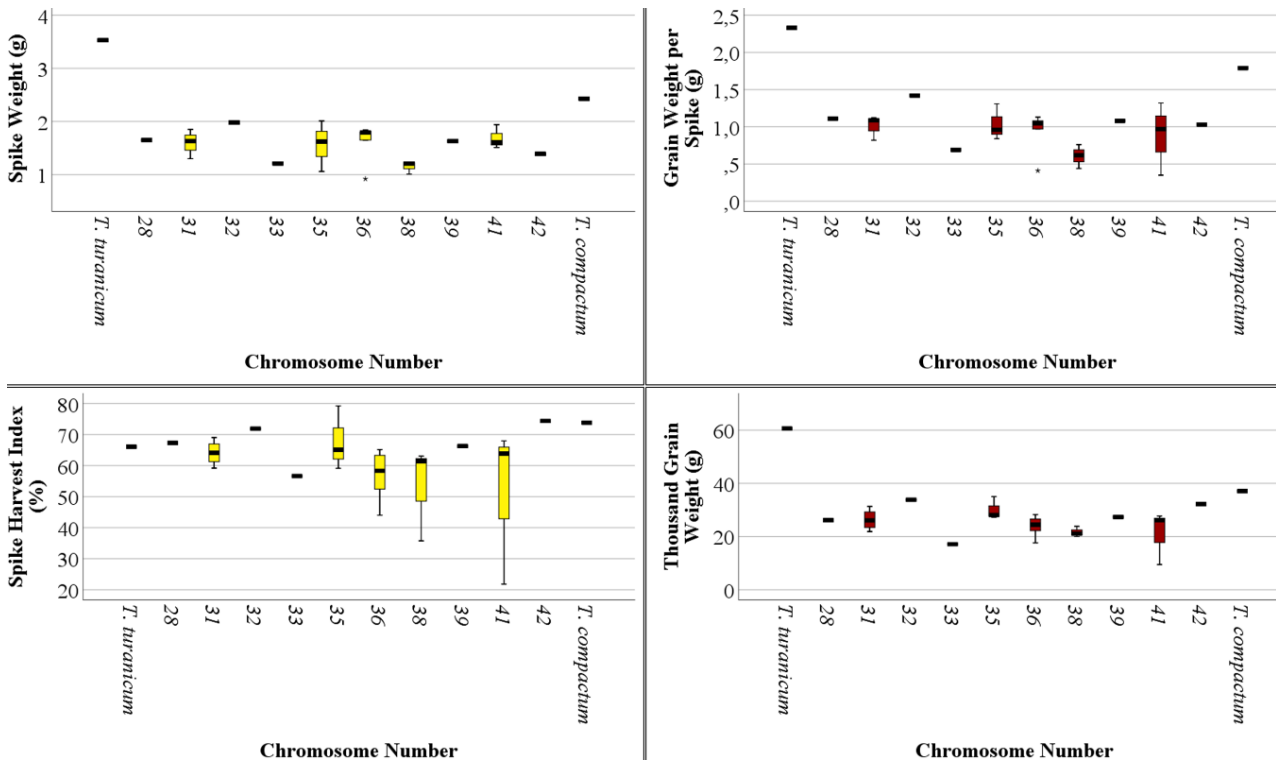


Figure 4. Changes in primary yield traits according to the difference in chromosome numbers

In the plant height comparisons conducted according to the number of chromosomes, it was observed that plants with 31 and 41 chromosomes had values that were similar to one another. The longest plant height was observed in plants with 33 chromosomes, while the plant heights of plants with 31, 36, 41, and 42 chromosomes were close to each other (Figure 3). The spike length values of the plants examined in this study varied between 4.7 - 9.5 cm. The measured values were observed to fall between those of tetraploid and hexaploid parents, or below these values. While no plants exceeded the parental values in length, the spike structures of the  $F_2$  plants were more similar to those of the maternal parent, *T. compactum*. The lowest spike length was observed in plants with 38 and 39 chromosomes, whereas the highest spike length value was noted in plants with 41 and 42 chromosomes (Figure 3). It has been reported that the D genome of wheat has the potential to have a positive effect on flag leaf area, spike length, and plant height. These effects may depend on the D chromosome sources (Mohamed et al., 2020). The presence of plants similar to hexaploid parents in terms of these traits, as well as the observation that the number of chromosomes in these plants is greater than 35, can be explained by this information.

The number of spikelets exhibited a similar range in the parents, with a slight variation. However, in the  $F_2$  plants, there was a notable discrepancy, with a range of 15.5 to 24.5 spikelets observed (Figure 3). Additionally, there were differences in the number of spikelets observed between plants with the same chromosome number. The highest number of spikelets was observed in plants with 28 and 41 chromosomes. It has been reported that certain genes with a beneficial impact on spikelet formation are present in the A genome (Muqaddasi et al., 2019). The fertility of the spikelets is of particular importance in

determining the number of grains per spike. The number of grains per spike in  $F_2$  plants showed considerable variation, with a range of 22 to 48 grains per spike. This value was found to be closely aligned with the parent's average (Figure 3). Additionally, the grain numbers per spike values differed between  $F_2$  plants with the same chromosome number. It was observed that plants with a chromosome number less than 35 exhibited a higher spike grain number. This phenomenon can be attributed to the presence of both sterile and fertile chromosome combinations. Özkan and Genç (1998) reported that plants with 35 chromosomes had a lower spike grain number. Spike density, a crucial spike morphological trait linked to wheat yield, is calculated by dividing the number of spikelets per spike by the spike length (Liu et al., 2020). Spike density values varied between 25 and 46, with a general tendency to fall between the parental values (Figure 3). As with other traits,  $F_2$  plants with disparate values were observed, despite the chromosome number being identical. However, the values of plants with 41 chromosomes showed a high degree of similarity. The highest spike density was observed in plants with 42 chromosomes.

The spike weight values varied between 0.97- 3.53 g, with the  $F_2$  plants exhibiting lower values than the mean of the parents. Additionally, it was observed that spike weights exhibited variation among the  $F_2$  plants with the same chromosome number. The highest spike weight was observed in plants with 35 chromosomes (Figure 4). The grain weight per spike of  $F_2$  plants was found to be markedly lower than that of their parents (Figure 4). The grain weight per spike was found to be 1.79 g in the hexaploid parent and 2.33 g in the tetraploid parent, with the highest weight of 1.42 g observed in plants with 32 chromosomes. Additionally, grain weight per spike

differed according to the number of chromosomes. Spike harvest index values varied between 21.81% and 79.25% and were highest in plants with chromosome numbers 32 and 42 (Figure 4). The thousand-grain weights of F<sub>2</sub> plants displayed a considerable range, with values between 9.46 and 35.0 g, and were notably lower than those observed in the parental plants. The highest thousand-grain weights were observed in plants with 32 and 42 chromosomes. The observed variation in spike characteristics among F<sub>2</sub> plants can likely be attributed to differences in chromosome content. The observed reduction in spike yield is likely a consequence of sterility. As reported by Wang et al. (2005), this sterility is due to the sterility of pollen grains.

The raw data for the variables were converted by principal component analysis (PCA) into principal factors representing different proportions of data variability. Consequently, the data were reduced and transformed into principal components. In the initial stage of the analysis, the principal component factors were equal to the number of variables under study, which was 15 in this case. Subsequently, these factors transformed the raw data into five factors, with the first factor contributing the most variability. The initial five factors collectively explained 79.8% of the variance in the population and were thus deemed suitable for further data analysis, as they exhibited eigenvector values exceeding 1.0 (Table 3). The application of the varimax rotation method served to enhance the reliability of the results. The loadings of the first two components were plotted using the underlying factors that exhibited the greatest variability.

The contribution of different characters to the principal components varies. About Factor 1, all characters exhibited a positive contribution, with the exception of flag leaf area, chlorophyll content, canopy temperature, leaf relative water content, and nuclear DNA content. In contrast, only eight components contributed positively for Factor 2, while five components contributed negatively for Factors 3 and 4 (Table 3). The initial component, designated as primary

yield components, exhibited the highest factor loadings for the variables spike weight, grain weight per spike, spike harvest index, and thousand-grain weight. The second component was constituted by spike length and spike density, which are important secondary yield components. The third component included chlorophyll content, stomatal number, and nuclear DNA content. The fourth component included flag leaf area, number of spikelets, and number of grains per spike. The fifth component included canopy temperature, leaf relative water content, and plant height. Figure 5 depicts the loading plot of the initial two principal components, with the examined traits represented on the x-axis. The weight plane is interpreted in accordance with the correlation between each variable and each principal component. Accordingly, variables that are in close proximity are positively correlated, whereas variables that are 180 degrees apart are negatively correlated. Furthermore, no correlation exists between variables that are 90 apart, indicating that the variables are independent of one another. Consequently, a positive correlation is observed between chromosome number (nDNA) and canopy temperature, flag leaf area, chlorophyll content, and leaf relative water content. Conversely, a negative correlation is evident between the number of grains per spike, grain weight per spike, thousand-grain weight, and spike weight. The flag leaf chlorophyll content, which is positively correlated with chromosome number, was found to be highest in plants with 32 and 33 chromosomes. Flag leaf-related traits in wheat, such as flag leaf area and chlorophyll content, are quantitative traits with a complex genetic basis and are significantly influenced by environmental factors. The genes that control these traits were found to be predominantly located in the A and B genomes (Yan et al., 2020). Although there is a correlation between them, the lack of a corresponding increase or decrease in parallel with the number of chromosomes can be explained by this situation.

Table 3. Contribution of eigenvector value and principal component axes to variation

Variable	Factor1	Factor2	Factor3	Factor4	Factor5	Communality
FLA (cm <sup>2</sup> )	-0.161	-0.031	0.003	0.742	-0.385	0.726
CHL (SU)	-0.066	0.235	-0.719	-0.116	0.269	0.662
CT (°C)	-0.143	0.034	0.016	0.010	0.607	0.390
SN	0.217	0.076	0.848	0.187	0.256	0.872
LRWC (%)	-0.165	-0.067	-0.039	0.044	-0.801	0.676
PH (cm)	0.132	0.055	0.160	-0.301	0.724	0.662
SL (cm)	0.202	-0.900	0.169	0.154	-0.130	0.920
SNS	0.123	0.053	0.139	0.850	-0.085	0.767
SW (g)	0.740	-0.528	0.092	0.298	0.124	0.939
GNS	0.546	0.082	-0.076	0.583	0.388	0.800
GWS (g)	0.940	-0.233	0.133	0.138	0.114	0.988
SHI (%)	0.780	0.481	0.173	-0.149	-0.020	0.891
SDI (%)	0.111	-0.882	0.092	-0.388	-0.093	0.959
TGW (g)	0.855	-0.305	0.254	-0.144	-0.100	0.920
nDNA	-0.136	0.108	-0.840	0.141	-0.221	0.804
<b>Variance</b>	3.2982	2.3367	2.1502	2.0989	2.0904	11.9744
<b>% Var</b>	0.220	0.156	0.143	0.140	0.139	0.798

\*CHL: flag leaf chlorophyll content, CT: canopy temperature, SN: stomata number, RWC: leaf relative water content, FLA: flag leaf area, PH: plant height, SL: spike length, SNS: spikelet number per spike, GNS: grain number per spike, SDI: spike density index, SW: spike weight, GWS: grain weight per spike, SHI: spike harvest index, TGW: thousand-grain weight

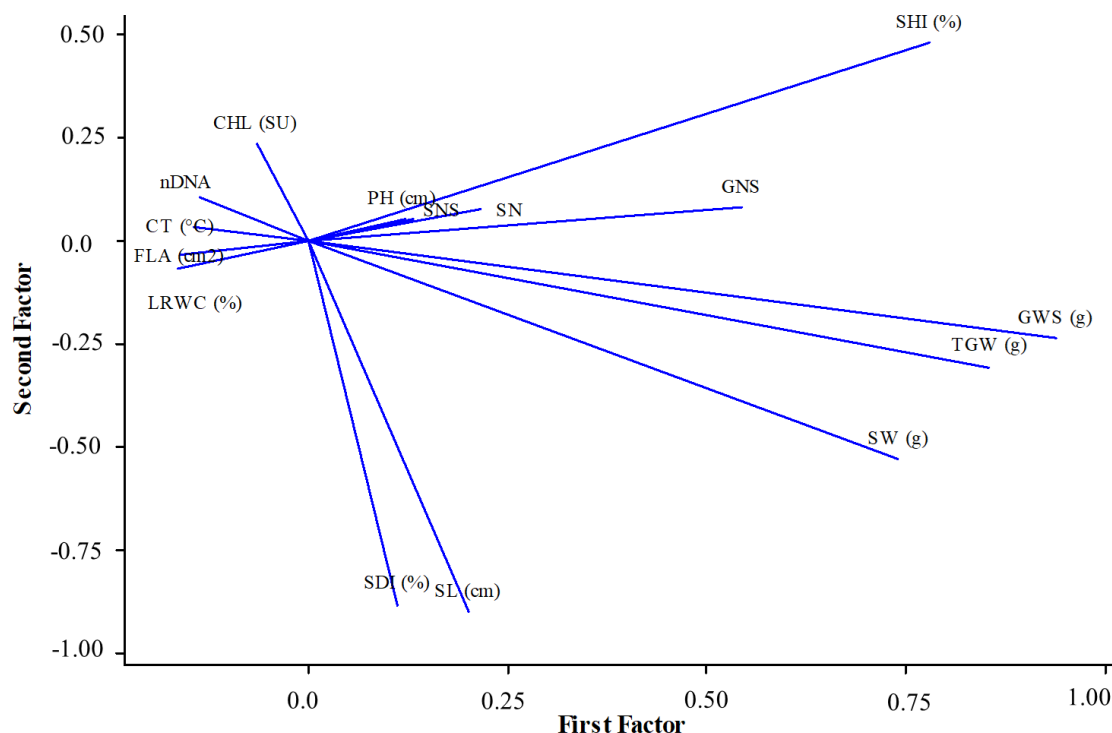


Figure 5. Plant properties in the loading plot described by the first two principal components

## Conclusion

In the F<sub>2</sub> generation, plants with chromosome numbers ranging from 2n=28 to 2n=42 were produced. Despite the similarity in chromosome number among these plants, it is suggested that plants with identical chromosomes may exhibit variation in morphological and physiological traits, potentially due to the divergence of the D genome chromosome group. Additionally, these traits are influenced by environmental conditions and are quantitative traits with complex genetic mechanisms. In the pursuit of trait improvement through crosses between hexaploid and tetraploid wheats, the potential of pentaploid wheats should be given particular consideration. Pentaploid wheats have the potential to increase allelic diversity in the A and B genomes. In subsequent generations, a more comprehensive evaluation of plants with 35 chromosomes will provide valuable insights for breeding studies.

## Declarations

This paper was presented in III. International (XV. National) Field Crops Congress.

### Author Contribution Statement

Gülcan Eser: Project administration, data collection, investigation, statistical analysis, and writing the original draft; Oğuzhan Önal and Feyza Yıldırım: Data collection and investigation; İmren Kutlu: Project administration, supervision, conceptualization, methodology, writing the original draft, review and editing

### Fund Statement

This work was funded by TUBITAK-BİDEB-2209-A-Research Project Support Program for Undergraduate Students”

## Conflict of Interest

The authors declare no conflict of interest.

## Acknowledgments

The authors would like to thank the Biotechnology Laboratory of Ankara Field Crops Central Research Institute and Dr. Cuma Karaoğlu for technical support.

## References

- Ali, A., Galal, O. A., Hammad, S., & Gameil, L. (2020). Meiotic behavior of interspecific hybrids between hexaploid and tetraploid wheat species. *Egyptian Journal of Genetics and Cytology*, 49(1), 69-88. <https://journal.esg.net.eg/index.php/EJGC/article/view/322/312>
- Aryavand, A., Ehdaie, B., Tran, B., & Waines, J. G. (2003). Stomatal frequency and size differentiate ploidy levels in *Aegilops neglecta*. *Genet Resour Crop Evol* 50, 175–182. <https://doi.org/10.1023/A:1022941532372>
- Austin, R. B., Ford, M. A., Miller, T. E., Morgan, C. L., & Parry, M. A. J. (1987). Variation in photosynthetic characteristics among Triticum species and attempts to exploit it in breeding. In *Progress in Photosynthesis Research: Volume 4 Proceedings of the VIIth International Congress on Photosynthesis Providence, Rhode Island, USA, August 10–15, 1986* (pp. 361-368). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Belea, A. (1992). Interspecific and Intergeneric Crosses in Cultivated Plants. Akademiai Kiado, Budapest, Hungary. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19931697625>
- Bilgrami, S. S., Houshmand, S. A., Khodambashi, M., Zandi, P., Siavoshi, M., Khademi, S., ... & Sorkheh, K. (2015). Photosynthetic performance in ploidy levels and amphyploids of wheat during developmental stages. *JAPS: Journal of Animal & Plant Sciences*, 25(6), 1633-1643.



- Camerlengo, F., Sestili, F., Cammerata, A., Kuzmanovic, L., Ceoloni, C., Sissons, M., & Lafiandra, D. (2022). Introgression of gluten protein genes associated with the D-genome of bread wheat into durum wheat. *Journal of Cereal Science*, 107, 103515. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2022.103515>
- Cseuz, L., Pauk, J., Kertesz, Z., Matus, J., Fonad, P., Tari, I. & Erdei, L. (2002). Wheat breeding for tolerance to drought stress at the cereals research non-profit company. *Acta Biol. Szeged*, 46(3-4), 25-26. <https://abs.bibl.u-szeged.hu/index.php/abs/article/view/2227/2219>
- Del Blanco, I. A., Rajaram, S., Kronstad, W. E., & Reynolds, M. P. (2000). Physiological performance of synthetic hexaploid wheat-derived populations. *Crop Science*, 40(5), 1257-1263. <https://doi.org/10.2135/cropsci2000.4051257x>
- Feldman, M. (2001). Origin of cultivated wheat. In: Bonjean, A.P., Angus, W.J. (eds) The world wheat book: a history of wheat breeding. Lavoisier Publishing Inc., Secaucus <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20013074831>
- Grausgruber, H., Oberforster, M., Ghambashidze, G., & Ruckenbauer, P. (2005). Yield and agronomic traits of Khorasan wheat (*Triticum turanicum* Jakubz.). *Field Crops Research*, 91, 319-327. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2004.08.001>
- Gruet, C., Abrouk, D., Börner, A., Müller, D., & Moëne-Loccoz, Y. (2024). D genome acquisition and breeding have had a significant impact on interaction of wheat with ACC deaminase producers in soil or ACC deaminase potential activity in the rhizosphere. *Soil Biology and Biochemistry*, 193, 109392. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2024.109392>
- Han, C., Ryan, P. R., Yan, Z., & Delhaize, E. (2014). Introgression of a 4D chromosomal fragment into durum wheat confers aluminium tolerance. *Ann. Bot.* 114, 135-144. <https://doi.org/10.1093/aob/mcu070>
- Han, C., Zhang, P., Ryan, P. R., Rathjen, T. M., Yan, Z., & Delhaize, E. (2016). Introgression of genes from bread wheat enhances the aluminium tolerance of durum wheat. *Theor. Appl. Genet.* 129, 729-739. <https://doi.org/10.1007/s00122-015-2661-3>
- Hassan, M. I., Mohamed, E. A., El-rawy, M. A., & Amein, K. A. (2016). Evaluating interspecific wheat hybrids based on heat and drought stress tolerance. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 19(1), 85-98. <https://doi.org/10.1007/s12892-015-0085-x>
- Hayashi, M., Kato, J., Ohashi, H., & Mii, M. (2009). Unreduced 3x gamete formation of allotriploid hybrid derived from the cross of *Primula denticulata* (4x) × *P. rosea* (2x) as a causal factor for producing pentaploid hybrids in the backcross with pollen of tetraploid *P. denticulata*. *Euphytica*, 169(1), 123-131. <https://doi.org/10.1007/s10681-009-9955-y>
- Huang, M.L., Deng, X.P., Zhou, S.L. & Zhao, Y.Z. (2007). Grain yield and water use efficiency of Diploid, Tetraploid and Hexaploid wheats. *Acta Ecol. Sin.* 27(3): 1113-1121.
- Igrejas, G., Ikeda, T. M., & Guzmán, C. (2020). Wheat quality for improving processing and human health. Springer, Cham <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-34163-3?page=2#toc>
- ISTA, (2003). International Rules for Seed Testing. International Seed Testing Association, Basserdorf, Switzerland.
- Jackson, P., Robertson, M., Cooper, M., & Hammer, G. (1996). The role of physiological understanding in plant breeding, from a breeding perspective, *Field Crops Res.*, 49, 11-37. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(96\)01012-X](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(96)01012-X)
- Kalous, J. R., Martin, J. M., Sherman, J. D., Heo, H. Y., Blake, N. K., Lanning, S. P., ... & Talbert, L. E. (2015). Impact of the D genome and quantitative trait loci on quantitative traits in a spring durum by spring bread wheat cross. *Theoretical and Applied Genetics*, 128, 1799-1811. <https://doi.org/10.1007/s00122-015-2548-3>
- Kihara, H. (1982). Wheat Studies Retrospect and Prospect. Development in Crops Science 3. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam
- Liu, H., Ma, J., Tu, Y., Zhu, J., Ding, P., Liu, J., ... & Lan, X. (2020). Several stably expressed QTL for spike density of common wheat (*Triticum aestivum*) in multiple environments. *Plant Breeding*, 139(2), 284-294. <https://doi.org/10.1111/pbr.12782>
- Mao, H., Chen, M., Su, Y., Wu, N., Yuan, M., Yuan, S., ... & Chen, Y. (2018). Comparison on photosynthesis and antioxidant defense systems in wheat with different ploidy levels and octoploid triticales. *International journal of molecular sciences*, 19(10), 3006. <https://doi.org/10.3390/ijms19103006>
- Martin, A., Simpfendorfer, S., Hare, R. A., Eberhard, F. S., & Sutherland, M. (2011). Retention of D genome chromosomes in pentaploid wheat crosses. *Heredity*, 107(4), 315-319. <https://doi.org/10.1038/hdy.2011.17>
- Martin, A., Simpfendorfer, S., Hare, R., & Sutherland, M. (2013). Introgression of hexaploid sources of crown rot resistance into durum wheat. *Euphytica*, 192, 463-470. <https://doi.org/10.1007/s10681-013-0890-6>
- Mohamed, E. A., Mousa, Y. Q., & Hassan, M. I. (2020). Assessment of crossability between tetraploid and hexaploid wheat genotypes and evaluating their hybrids for salinity tolerance. *Journal of Agricultural Chemistry and Biotechnology*, 11(5), 155-163. <https://doi.org/10.21608/jacb.2020.100749>
- Muenchrath, D., Campbell, A., Merrick, L., Lübberstedt, T., & Fei, S. Z. (2023). Ploidy: Polyploidy, Aneuploidy, and Haploidy. *Crop Genetics*. Iowa State University Digital Press. <https://doi.org/10.31274/isudp.2023.130>
- Muqaddasi, Q. H., Brassac, J., Koppolu, R., Plieske, J., Ganai, M. W., & Röder, M. S. (2019). TaAPO-A1, an ortholog of rice ABERRANT PANICLE ORGANIZATION 1, is associated with total spikelet number per spike in elite European hexaploid winter wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties. *Scientific reports*, 9(1), 13853. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-50331-9>
- Nilsson-Ehle, H. (1911). Kreuzungsuntersuchungen an Hafer und Weizen. II. Lunds Univ. Årsskr. N. F. Afd. 2 Bd 7 Nr 6. 2-82
- Özkan, H., Genç, İ. (1998). A study on some characteristics of the F2 Aneuploid plants having different chromosome Number in the interspecific hybridization between *Triticum aestivum* × *Triticum durum*. *ANADOLU Journal of Aegean Agricultural Research Institute*, 8(1), 16-25. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/20116>
- Padmanaban, S., Zhang, P., Hare, R. A., Sutherland, M. W., & Martin, A. (2017). Pentaploid wheat hybrids: applications, characterization, and challenges. *Frontiers in Plant Science*, 8, 358. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00358>
- Padmanaban, S., Zhang, P., Sutherland, M. W., Knight, N. L., & Martin, A. (2018). A cytological and molecular analysis of D-genome chromosome retention following F2-F6 generations of hexaploid × tetraploid wheat crosses. *Crop and Pasture Science*, 69(2), 121-130.
- Reynolds, M., Manes, Y., Izanloo, A., & Langridge, P. (2009). Phenotyping approaches for physiological breeding and gene discovery in wheat. *Ann. Appl. Biol.* 155, 309-320. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2009.00351.x>
- Shao, H. B., Chu, L. Y., Jaleel, C. A., Manivannan, P., Panneerselvam, R., & Shao, M. A. (2009). Understanding water deficit stress-induced changes in the basic metabolism of higher plants-biotechnologically and sustainably improving agriculture and the environment in arid regions of the globe. *Critical reviews in biotechnology*, 29(2), 131-151. <https://doi.org/10.1080/07388550902869792>
- Sheedy, J. G., McKay, A. C., Lewis, J., Vanstone, V. A., Fletcher, S., Kelly, A., & Thompson, J. P. (2015). Cereal cultivars can be ranked consistently for resistance to root-lesion nematodes (*Pratylenchus thornei* & *P. neglectus*) using diverse procedures. *Australasian Plant Pathology*, 44, 175-182. <https://doi.org/10.1007/s13313-014-0333-4>

- Sheedy, J. G., Thompson, J. P., & Kelly, A. (2012). Diploid and tetraploid progenitors of wheat are valuable sources of resistance to the root lesion nematode *Pratylenchus thornei*. *Euphytica*, 186, 377-391. <https://doi.org/10.1007/s10681-011-0617-5>
- Thompson, J. P., Zwart, R. S., & Butler, D. (2012). Inheritance of resistance to root-lesion nematodes (*Pratylenchus thornei* and *P. neglectus*) in five doubled haploid populations of wheat. *Euphytica*, 188, 209–219. <https://doi.org/10.1007/s10681-012-0689-x>
- Wang, H. Y., Liu, D. C., Yan, Z. H., Wei, Y. M., & Zheng, Y. L. (2005). Cytological characteristics of F2 hybrids between *Triticum aestivum* L. and *T. durum* Desf. with reference to wheat breeding. *Journal of applied genetics*, 46(4), 365-369. <https://europemc.org/article/med/16278508>
- Wenkel, K. O., Brozio, S., Gebbers, R., & Mirschel, W. (2003). Approaches to site-specific nitrogen fertilization. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 49(2), 149-162. <https://doi.org/10.1080/0365034031000085237>
- Yan, X., Wang, S., Yang, B., Zhang, W., Cao, Y., Shi, Y., ... & Jing, R. (2020). QTL mapping for flag leaf-related traits and genetic effect of QFLW-6A on flag leaf width using two related introgression line populations in wheat. *PLoS One*, 15(3), e0229912. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229912>
- Zhang, Z. B., Shan, L., & Xu, Q. (2000). Background analysis of chromosome controlling genetic of water use efficiency of *Triticum*. *Yi Chuan xue bao= Acta Genetica Sinica*, 27(3), 240-246.
- Zwer, P. K., Sombrero, A., Rickman, R. W., & Klepper, B. (1995). Club and common wheat yield component and spike development in the Pacific Northwest. *Crop science*, 35(6), 1590-1597. <https://doi.org/10.2135/cropsci1995.0011183X003500060012x>



## Characterization of Türkiye Oriental Tobacco Germplasm Using *UPOV* Test Guidelines

Ahmet Kınay<sup>1,a,\*</sup>, Dursun Kurt<sup>2,b</sup>, İbrahim Saygılı<sup>1,c</sup>, Turgay Kurt<sup>3,d</sup>

<sup>1</sup>Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 60150, Tokat, Türkiye

<sup>2</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Bafra Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, 55400, Samsun, Türkiye

<sup>3</sup>Öz-Ege Tütün Sanayi ve Ticaret A.Ş., Agronomi Bölümü, 35860, İzmir, Türkiye

\*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Research Article</p> <p>Received : 01.10.2024 Accepted : 30.10.2024</p> <p>Keywords: Morphological <i>Nicotiana tabacum</i> L. Phenological, Sun-cured Genotype</p>	<p>Ecotypes, local varieties and populations with high genetic diversity are used in tobacco production in Türkiye. This study was conducted to determine the genetic diversity in oriental tobacco genotypes used production areas in Turkey. In tobacco production areas, 340 tobacco genotypes selected for their morphological differences were isolated and thus inbred to prevent cross-pollination. Genetically different 259 genotypes were included in field trials. Morphological and phenological characteristics of regional tobaccos, which were considered in three groups as İzmir type, Basma type and Samsun type, were evaluated according to the <i>UPOV</i> guide. In terms of common characteristics, the height of main stem is medium-long, the number of leaf is medium-high, the plant shape is elliptical, the main stem color is light green, the ability to sucker is absent or very weak, the leaf type is attached. The length and width of the leaf are medium, the veiled width of the leaf is narrow-medium, the shape of the leaf is broadly elliptical and the shape of the leaf end is very little-medium pointed. The blistering and undulation of the leaf are weak-weak. Flowering is late-very late, the color of the petals is light pink, the shape of the spherical flower clusters and medium frequency is common. It was determined that the variations in the examined tobacco genotypes were high in the characters examined. It was determined that the plant height and leaf size of İzmir type tobaccos were smaller than other types. It was determined that the plant height and leaf size of İzmir type tobaccos were smaller than other types. It was also determined that İzmir type tobaccos had a large number of leaves, a late maturity, flat leaves and rounded leave tip angles. An important database was created for the future breeding studies planned with the lines that attract attention with their different characteristics.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(s3): 2686-2693, 2024

## Türkiye Oryantal Tütün Germplazmının *UPOV* Test Kılavuzu Kullanılarak Karakterizasyonu

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p>Araştırma Makalesi</p> <p>Geliş : 01.10.2024 Kabul : 30.10.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Fenolojik Güneşte kurutulmuş Morfolojik <i>Nicotiana tabacum</i> L. Genotip</p>	<p>Türkiye’de tütün üretiminde oldukça yüksek genetik çeşitlilik içeren popülasyonlar, yerel çeşitler ve ekotipler kullanılmaktadır. Araştırma, Türkiye’de oryantal tütün üretilen alanlarda kullanılan tütün genotipleri içerisindeki genetik çeşitliliğin tespit edilmesi amacıyla yürütülmüştür. Tütün üretim alanlarında morfolojik farklılıkları nedeniyle seçilen 340 tütün genotipi yabancı tozlanmasını engellemek amacıyla izole edilmiş ve böylece kendilenmiştir. Genetik olarak farklı olan 259 genotip tarla denemelerine alınmıştır. İzmir tipi, Basma tipi ve Samsun tipi olmak üzere üç grupta ele alınan bölge tütünlerinin morfolojik ve fenolojik özellikleri <i>UPOV</i> rehberine göre değerlendirilmiştir. Yaygın özellikler bakımından ana sap uzunluğu ortaca-uzun, yaprak sayısı orta-fazla, bitki şekli eliptik, ana gövde rengi açık yeşil, sürgün oluşturma kabiliyeti yok veya çok zayıf, yaprak tipi yapışık, aya uzunluğu ve genişliği orta, yaşmak eni dar-orta, aya şekli geniş eliptik ve yaprak ucu şekli çok az-orta sivriliktir. Aya kabarcıklığı ve ondülelik zayıfça-zayıftır. Çiçeklenme geç-çok, geççi, taç yaprak rengi açık pembe, orta sıklıkta küresel çiçek kümesi şekli yaygındır. İncelenen tütün genotiplerinde karakterler bakımından varyasyonların yüksek olduğu belirlenmiştir. İzmir tipi tütünlerin bitki boyu ile yaprak büyüklüğünün diğer tiplere göre daha küçük olduğu belirlenmiştir. İzmir tipi tütünler aynı zamanda yaprak sayısı çok, olgunlaşma süresi geççi, yapraklarının düz ve yaprak uç açılarının ise yuvarlak olduğu belirlenmiştir. Farklı özellikleri ile öne çıkan hatlarla, gelecekte planlanan ıslah çalışmaları için önemli bir veri tabanı oluşturulmuştur.</p>

<sup>a</sup> [ahmetkinay@gmail.com](mailto:ahmetkinay@gmail.com)

<sup>b</sup> <https://orcid.org/0000-0003-4554-2148>

<sup>c</sup> [dursunkurt@gmail.com](mailto:dursunkurt@gmail.com)

<sup>d</sup> <https://orcid.org/0000-0001-6697-3954>

<sup>e</sup> [ibrahimsaygili50@gmail.com](mailto:ibrahimsaygili50@gmail.com)

<sup>f</sup> <https://orcid.org/0000-0003-0449-4872>

<sup>g</sup> [tkurt@ozege.com](mailto:tkurt@ozege.com)

<sup>h</sup> <https://orcid.org/0009-0002-6563-850X>



## Giriş

Türkiye yaklaşık 12 000 takson ile Avrupa kıtasının tamamına yakın bir biyoçeşitliliğe sahiptir (Özhatay ve ark., 2009). Türkiye tütün biyoçeşitliliğinin de diğer bitkilerle benzer durumda olduğu öngörülmektedir. Yapılan bu araştırma ve bundan sonra yapılacak çalışmalar ile bu zenginliğin ortaya çıkarılması hedeflenmektedir. Türkiye tütün biyoçeşitliliğinin belirlenebilmesi için tütün genotiplerinin tespit edilmesi, toplanması, karakterize edilmesi ve güvenli şartlar altında korunması gerekmektedir.

Dünya tütün piyasası değeri yaklaşık 965 milyar \$'dır (Statista, 2024). Türkiye, dünya oryantal tütün piyasasının yaklaşık %60'unu (Gay, 2020) elinde bulundurmaktadır. Tütün bitkisinde yapılan ıslah çalışmaları ile büyük ekonomik gelirler elde edilebilmektedir. Islah çalışmalarının yapılabilmesi için ise genetik kaynaklara ihtiyaç bulunmaktadır. Türkiye tütün genetik kaynaklarını kullanarak ülke ekonomisine ve biyoçeşitliliğine katkılar sunabilecektir.

Dünyada ticari olarak üretilmekte olan tütünlerin çoğunluğunun *N. tabacum* L. türüne ait olduğu bilinmektedir (Lewis & Nicholson, 2007). Türkiye'ye 1600'lü yılların başından itibaren farklı yollarla (Özkul & Sarı, 2008) *Nicotiana tabacum* L. var. *havanensis*, *Nicotiana tabacum* L. var. *braziliensis*, *Nicotiana tabacum* L. var. *virginica* ve *Nicotiana tabacum* L. var. *purpureae* alt türlerine ait (Er & Yıldız, 2007) çok sayıda genotip farklı noktalardan giriş yapmıştır (Evsel, 2023). Dünyanın farklı noktalarından gelen tütün genotipleri Türkiye coğrafyasına dağılmış ve yetiştirildikleri bölgelerin iklimsel özelliklerine bağlı yerel çeşitler olarak isimlendirilmişlerdir.

Dünyada tütünlerin birbirinden farklılıkları *UPOV* (International Union for the Protection of New Varieties of Plants-Uluslararası Yeni Bitki Çeşitlerini Koruma Birliği) kriterlerine göre uzmanlar tarafından yapılmaktadır. Türkiye'de ve dünyada yetiştiriciliği yapılan bitkilerin çoğunluğunda morfolojik karakterizasyonun yapılması ve türlerin tanımlanmasında *UPOV* kriterleri yaygın olarak kullanılmaktadır (Sezer, 2023). *UPOV* üyesi olan Türkiye'de bu kriterlere göre tescil çalışmaları yürütülmektedir. Morfolojik özelliklere göre yapılan farklılık, yeknesaklık ve durulmuşluk testlerinin öncelikle genetik olarak yapılması gerekmektedir (He ve ark., 2020). Bu nedenle doğadan toplanan materyallerde ilk genetik karakterizasyon yapılmaktadır.

Genetik karakterizasyonu yapılan materyallerde morfolojik, agronomik ve kimyasal karakterizasyonların yapılması genotiplerin tanımlanabilmesi için gereklidir. Moleküler karakterizasyonun agronomik ve morfolojik karakterizasyonla desteklenmesi, varyetelerin tanımlanmasında (Clement ve ark., 2010; Dias ve ark., 2013), sınıflandırılmasında (Pereira-Dias ve ark., 2020) ve genetik çeşitliliğin ortaya konmasında yarar sağlamaktadır (Zhou ve ark., 2015; Mohan ve ark., 2016; Lazaro, 2018). Bu çalışma ile Türkiye'de tütün tarımı yapılan Ege ve Karadeniz Bölgelerindeki tütün biyoçeşitliliğinin belirlenebilmesi amaçlanmış, *UPOV* test klavuzları yardımıyla morfolojik ve fenolojik karakterizasyon yapılmıştır. Yaprak sayısı bakımından İzmir genotipleri, yaprak büyüklüğü bakımından Basma tipi ve Samsun tipi

tütünler verim artırıcı olarak çalışmalarda değerlendirilebilecektir. Araştırmanın sonucunda farklı özellikleri ile öne çıkan hatlarla ilgili ıslah çalışmalarına devam edilmesi planlanmaktadır.

## Materyal ve Yöntem

Türkiye oryantal tütün üretim sahalarına 2019 yılı vejetasyon döneminde yapılan ziyaretlerde, morfolojik farklılığa sahip bitkilerin çiçekleri izole edilerek kendilenmiştir. Olgunlaşmasını tamamlayan tohumlar toplanmış ve DNA parmak izi analizlerine tabi tutulmuştur. Hatlar arasındaki benzer genotipler sekiz polimorfik SSR markörleriyle (Saygılı ve ark., 2020) belirlenmiştir. DNA analizleri sonrasında toplanan 340 genotipten 259 benzersiz hat olduğu tespit edilmiştir (Saygılı ve ark., 2021). Bunların bölgelere göre dağılımları İzmir, Basma ve Samsun tipi için sırasıyla, 146, 42 ve 71 genotip olmuştur. Çalışmalar; 2020 yılında, İzmir tipi genotipler İzmir ili Menderes ilçesi Oğlananası mahallesinde, Birlik 124 (B124), Birlik 128 (B128) ve Özbaş standartları, Basma tipi genotipler Tokat ili Erbaa ilçesi Karayaka köyünde Xanthi 81 (Xa81), Xanthi 2A (Xa2A) ve Prilep standartları ve Samsun tipi genotipler ise Samsun ili Bafra ilçesi Aktekke mahallesinde Canik 190/5, Nail ve Sıtmasıyuyu 10821 standartlarıyla augmented deneme deseninde tarla denemelerine alınmıştır. Her bir parsel 45 cm sıra arası x 12 cm sıra üzeri mesafede toplam 42 bitkiden oluşmaktadır. Araştırmada *Nicotiana tabacum* L. için belirlenen *UPOV* rehberinde (Anonim, 2002) yer alan 35 kriterinden seçilen 19 kritere göre özellikler incelenmiştir (Çizelge 1). *UPOV* rehberinde belirtilen skalalara göre her genotipten 10 adet bitkiden ölçüm ve gözlemler alınmıştır (Kurt & Yılmaz, 2020). İlgili karakterlere sahip olan genotipler incelenen genotip sayısına oranlanarak frekansları belirlenmiştir (Karakoç, 2021).

## Bulgular ve Tartışma

Genetik yapıdaki farklılığın bir ifadesi olarak morfolojik ve fenolojik özelliklerin tespiti, genotiplerin tanımlanmasına ve sınıflandırılmasına imkan veren önemli bir aşamadır. Ölçüm ve gözlem sonuçlarına göre özellikler ve frekansları ile bazı özelliklerin grafik gösterimleri İzmir tipi için Çizelge 2 ve Şekil 1'de, Basma tipi için Çizelge 3 ve Şekil 2'de, Samsun tipi için Çizelge 4 ve Şekil 3'te verilmiştir.

Çiçek kümesiyle birlikte ana sap uzunluğu %53 oranında 76-100 cm arasında değişen İzmir tipi tütün genotiplerinde bitki başına yaprak sayısı %68 oranında 31-35 yaprak aralığındadır. %73'ü eliptik bitki şekline sahip, ana gövde rengi aynı oranda açık yeşildir. Sürgün oluşturma yeteneği %95 gibi yüksek bir oranla yok veya çok zayıf olup, %99'u yapışık yaprak tipine sahiptir. Önemli kısmı orta dar açıda yaprak açısına sahip İzmir tipi genotiplerin, aya genişliği dar (%82), aya uzunluğu ise kısa (%44) veya orta (%55) boyutlardadır. Bu verilerden hareketle aya uzunluğunun genişliğine oranı %60 düzeyinde ortadır. Genotiplerin %93'ü dar yaşmak enine ve dar eliptik (%42) veya geniş eliptik (%58) aya şekline sahiptir. Yaprak ucu şekli bakımından %82'si çok az sivri skalasında yer almıştır. %73'ü yok veya çok zayıf aya

kabarcıklığı olan İzmir tipinde, yaprak kenarlarında ondüleklikte yüksek oranda (%97) yok veya çok zayıf olarak tespit edilmiştir. En az %50 çiçeklenme durumuna göre genotiplerin %92'si çok geçici ve taç yaprak rengi açık pembe (%64). Tamamı küresel çiçek kümesi şekline sahip olan genotiplerde çiçek sıklığı yüksek bir oranla (%99) orta seviyededir. İzmir tipi genotiplerin tarla denemelerine standart olarak eklenen B124 ile B128 çeşitlerinin benzer skalalarda olduğu, Özbaş çeşidinin ise

bazı özellikler bakımından iki standarttan kısmen ayrıştığı görülmüştür. Özbaş çeşidi aya genişliği ve yaprak ucu şekli parametreleri dışında kalan tüm parametrelerde İzmir tipi genotiplerin yoğun özelliklerine benzer sonuçlar sergilemiştir. B124 çeşidi bitki şeklinin silindirik ve yaprak açısının çok dar olması ile B128 ise aya uzunluğunun kısa, aya uzunluğunun genişliğe oranının küçük ve taç yaprak renginin pembe olması ile farklı karakterler ortaya koymuştur (Çizelge 1, Şekil 1).

Çizelge 1. Araştırma kapsamında incelenen özellikler ve kullanılan skalalar

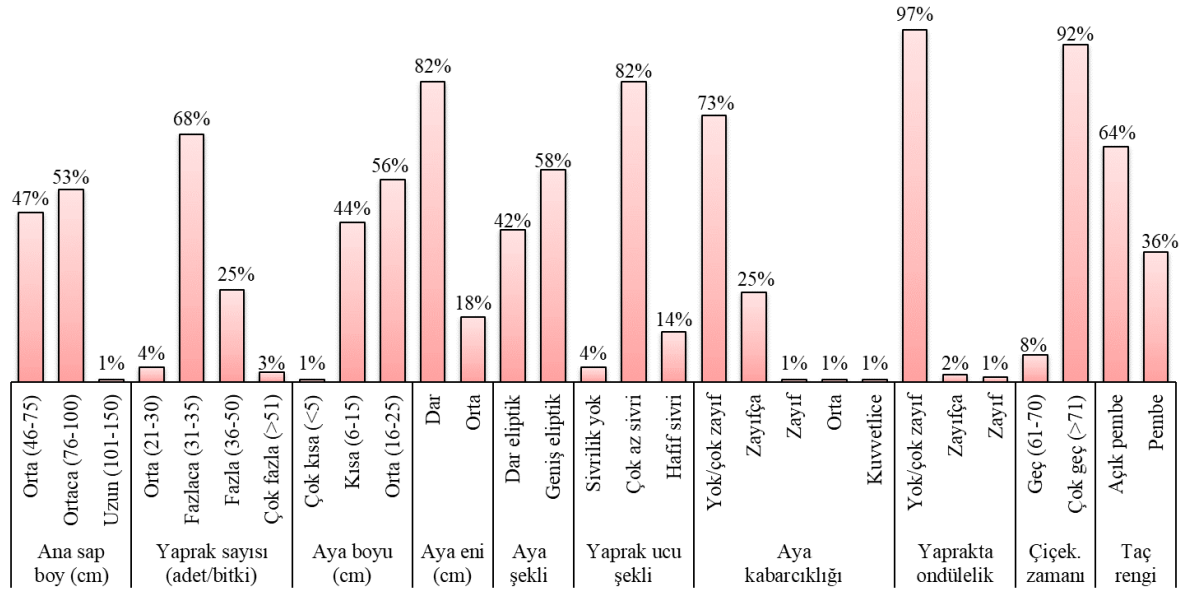
Table 1. Properties examined and scales used within the scope of the research

No	Özellikler	Skalaları
1	Ana sap uzunluğu (çiçek kümesiyle birlikte)	1-Çok kısa (<25 cm), 3-Kısa (26-35 cm), 4- Kısaca (36-45 cm), 5-Orta (46-75), 6- Ortaca (76-100 cm), 7-Uzun (101-150 cm), 9-Çok Uzun (>150 cm)
2	Yaprak sayısı (adet/bitki)	1-Çok az (<10), 3-Az (11-15), 4- Azca (16-20), 5-Orta (21-30), 6- Fazlaca (31-35), 7-Fazla (36-50) ve 9-Çok fazla (>51)
3	Bitki şekli	1-Konik 2-Silindirik 3-Eliptik 4-Ters konik
4	Ana gövde rengi	1-Beyazımsı yeşil, 2-Açık yeşil, 3-Yeşil, 4-Koyu yeşil
5	Sürgün oluşturma eğilimi	1-Yok veya çok zayıf, 2-Zayıf, 3-Orta, 4-Kuvvetli ve 5-Çok kuvvetli
6	Yaprak tipi	1-Yapışık (yaşmaklı), 2-Saplı (zenepli)
7	Yaprağın sapla yaptığı açı	1-Çok dar, 2-Orta dar, 3-Doğru açı
8	Aya uzunluğu (kulakçıklar hariç)	1-Çok kısa (<5 cm) 3-Kısa (6-15 cm) 5-Orta (16-25 cm) 7-Uzun (26-50 cm) 9-Çok uzun (>51 cm)
9	Aya genişliği	1-Çok dar, 3-Dar, 5-Orta, 7-Geniş, 9-Çok geniş
10	Aya uzunluğunun genişliğe oranı (kulakçıklar hariç)	1-Çok küçük, 3-Küçük, 5-Orta, 7-Büyük, 9-Çok büyük
11	Yaprağın sapla birleştiği kısmın eni (yaşmak eni)	0-Zenepli, 1-Çok dar, 2- Darca, 3-Dar, 4-Ortaca, 5-Orta, 6-Genişçe, 7-Geniş
12	Aya şekli	1-Mızrak 2-Dar eliptik 3-Geniş eliptik 4-Yumurta şeklinde (karınlı, hafif omuzlu) 5-Ters yumurta şeklinde 6-Yürek şeklinde 7-Yuvarlak (yukarı karınlı, omuzlu)
13	Yaprak ucunun şekli	1-Sivrilik yok, 2- Çok az sivri, 3-Hafif sivri, 4-Sivrice, 5-Orta sivri, 6-Orta sivrice, 7-Sivri, 8-Çok sivrice, 9-Çok sivri
14	Aya kabarcıklığı	1-Yok veya çok zayıf, 2-Zayıfça, 3-Zayıf, 4-Ortaca, 5-Orta, 6- Kuvvetlice, 7-Kuvvetli, 9-Çok kuvvetli
15	Yaprak kenarında ondüleklik (kıvrım)	1-Yok veya çok zayıf, 2-Zayıfça, 3-Zayıf, 4-Ortaca, 5-Orta, 7-Kuvvetli
16	Çiçeklenme zamamı (en az %50'si çiçek açtığında)	1-Çok erken (71 gün), 3-Erken (26-50 gün), 5-Orta (51-60 gün), 7-Geç (61-70 gün), 9-Çok geç (>71 gün)
17	Taç yaprak rengi	1-Beyaz, 2-Açık pembe, 3-Pembe, 4-Koyu pembe, 5-Kırmızı
18	Çiçek kümesi şekli	1-Küresel, 2-Yassı küresel, 3-Ters konik, 4-Çift konik
19	Çiçek sıklığı	3-Seyrek, 5-Orta, 7-Sık

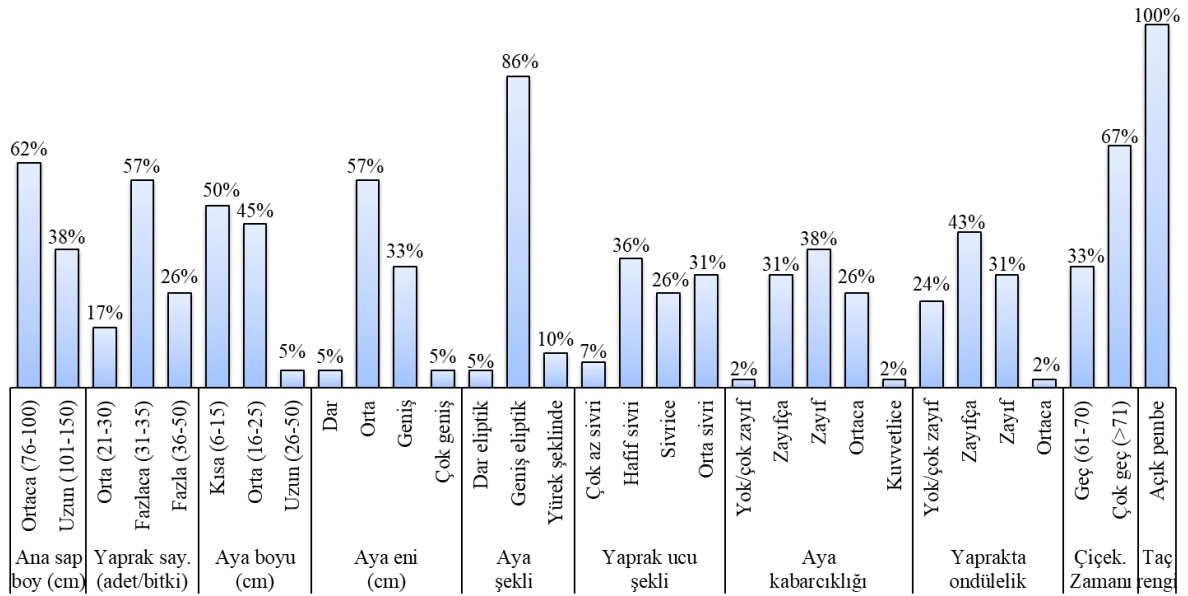
Çizelge 2. İzmir tipi 146 genotip ile üç standarda ait özellikler ve frekansları

Table 2. Characteristics and frequencies of 146 İzmir type genotypes and three standards

No	Özellikler	Frekansları	B124	B128	Özbaş
1	Ana sap uzunluk	5-Orta (%46,6), 6- Ortaca (%52,7), 7-Uzun (%0,7)	6	6	5
2	Yaprak sayısı	5-Orta (%4,1), 6-Fazlaca (%67,8), 7-Fazla (%25,3), 9-Çok fazla (%2,8)	7	7	6
3	Bitki şekli	2-Silindirik (%27,4), 3-Eliptik (%72,6)	2	3	3
4	Ana gövde rengi	2-Açık yeşil (%73,3), 3-Yeşil (%26,7)	2	2	2
5	Sürgün oluşturma	1-Yok veya çok zayıf (%95,2), 2-Zayıf (%4,8)	1	1	1
6	Yaprak tipi	1-Yapışık (%98,6), 2-Saplı (%1,4)	1	1	1
7	Yaprak açısı	1-Çok dar (%12,3), 2-Orta dar (%87,0), 3-Doğru açı (%0,7)	1	2	2
8	Aya uzunluğu	1-Çok kısa (%0,7) 3-Kısa (%43,8) 5-Orta (%55,5)	5	3	5
9	Aya genişliği	3-Dar (%82,2), 5-Orta (%17,8)	3	3	5
10	Aya boy/en oranı	3-Küçük (%17,1), 5-Orta (%80,8), 7-Büyük (%2,1)	5	3	5
11	Yaşmak eni	2- Darca (%2,1), 3-Dar (%93,2), 4-Ortaca (%4,1), 5-Orta (%0,7)	3	3	3
12	Aya şekli	2-Dar eliptik (%41,8), 3-Geniş eliptik (%58,2)	2	2	3
13	Yaprak ucu şekli	1- Siv,yok (%4,1), 2- Çok az sivri (%82,2), 3-Hafif sivri (%13,7)	2	2	3
14	Aya kabarcıklığı	1-Yok veya çok zayıf (%73,3), 2-Zayıfça (%24,7), 3-Zayıf (%0,7), 5-Orta (%0,7), 6- Kuvvetlice (%0,7)	1	1	1
15	Yaprak ondüleklik	1-Yok veya çok zayıf (%96,6), 2-Zayıfça (%2,1), 3-Zayıf (%1,4)	1	1	1
16	Çiçeklenme zam,	7-Geç (%7,5), 9-Çok geç (%92,5)	9	9	9
17	Taç yaprak rengi	2-Açık pembe (%64,4), 3-Pembe (%35,6)	2	3	2
18	Çiçek kümesi	1-Küresel (%100)	1	1	1
19	Çiçek sıklığı	3-Seyrek (%0,7), 5-Orta (%99,3)	5	5	5



Şekil 1. İzmir tipi genotiplere ait bazı özelliklerin frekansları  
Figure 1. Frequencies of some property belonging to İzmir type genotypes



Şekil 2. Basma tipi genotiplere ait bazı özelliklerin frekansları  
Figure 2. Frequencies of some property belonging to the basma type genotypes

Basma tipi tütünlere ana sap uzunluğu ortaca (%62), yaprak sayısı fazlaca (%57) ve bitki şekli eliptiktir (%90). Önemli kısmı (%86) açık yeşil gövde rengine sahip genotiplerin sürgün oluşturma kabiliyeti yok veya çok zayıftır (%98). Tamamında yaprak tipi yapışık ve yaprak açısı orta dardır. Aya uzunluğu kısa (%50), aya genişliği orta (%57) ve aya uzunluğunun genişliğine oranı küçüktür (%69). Basma tipi genotiplerin %43'ü ortaca yaşmak enine sahipken aya şekli %86 oranında geniş eliptiktir. Hafif sivri uç açısına (%36) ve zayıf-ortaca aya kabarcıklığına sahip olan Basma tipinde ondülelik zayıf-zayıfçadır. %50 çiçeklenmeye 71 gün ve üzerinde gelen genotiplerin oranı %67 ve taç yaprak rengi tümünde açık pembe. %90'ı küresel çiçek kümesi şekline sahip olan genotiplerde çiçek sıklığı yüksek bir oranla (%93) orta seviyededir. Basma üretim bölgelerinde yaygın standart çeşit olarak kullanılan Xa81, Xa2A ve Prilep çeşitleri yedi özellik dışında kalan

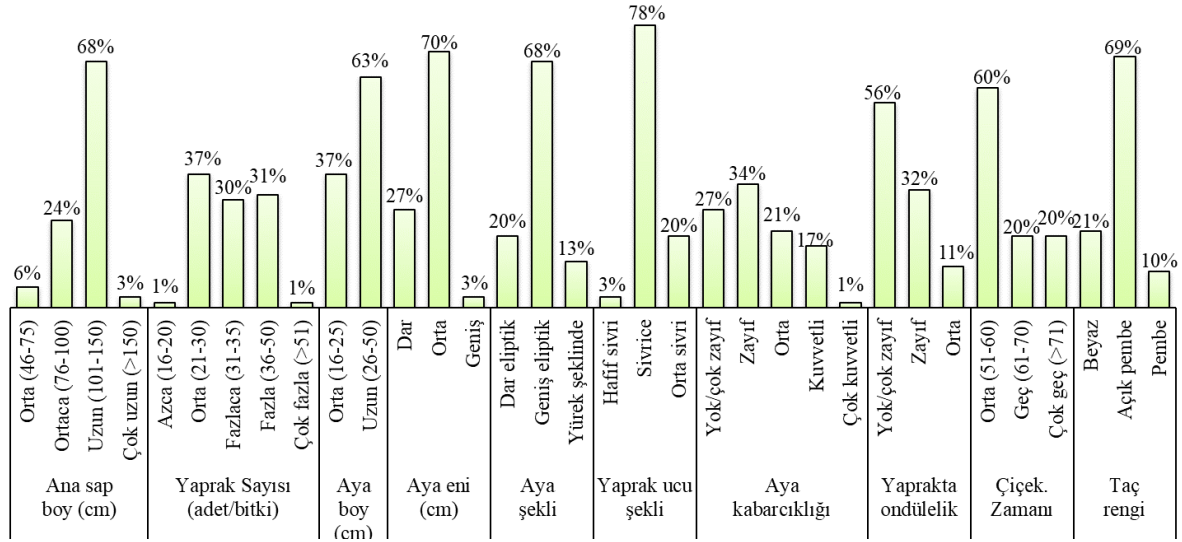
tüm parametrelerde aynı skalalarda yer almıştır. Xa2A daha kısa ana sap uzunluğuna ve Prilep en fazla yaprak sayısı ile aya genişliğine sahiptir. Xa2A, aya uzunluğunun genişliğe oranı bakımından orta, yasmak eni bakımından darca ve ondülelik bakımından diğer iki standarttan daha yüksek skalalarda yer almaktadır. %50 çiçeklenme zamanına göre en geçi standart çeşit Prilep olmuştur (Çizelge 3, Şekil 2).

Samsun tipi tütünlere karakterizasyonu sürecinde ana sap uzunluğunun %68 oranında uzun, yaprak sayısının ise orta-fazla arasında olduğu belirlenmiştir. Önemli kısmı (%89) eliptik bitki şekline sahip Samsun tipi genotiplerin ana gövde rengi %59'unun açık yeşil, %37'sinin ise yeşil olduğu görülmüştür. Sürgün oluşturma yeteneği olmayan veya çok az olan bu tip tütünlere yaprak tipi önemli ölçüde yapışık, yaprak açısı ise orta dardır.

Çizelge 3. Basma tipi 42 genotip ile üç standarda ait özellikler ve frekansları

Table 3. Characteristics and frequencies of 42 genotypes and three standards of Basma type

No	Özellikler	Frekansları	Xa81	Xa2A	Prilep
1	Ana sap uzunluk	5-Orta (Xa2A), 6- Ortaca (%61,9), 7-Uzun (%38,1)	6	5	6
2	Yaprak sayısı	5-Orta (%16,7), 6-Fazlaca (%57,1), 7-Fazla (%26,2), 9-Çok fazla (Prilep)	6	5	9
3	Bitki şekli	2-Silindirik (%9,5), 3-Eliptik (%90,5)	3	3	3
4	Ana gövde rengi	1-Beyazımsı yeşil (%2,4), 2-Açık yeşil (%85,7), 3-Yeşil (%11,9)	2	2	2
5	Sürgün oluşturma	1-Yok veya çok zayıf (%97,6), 2-Zayıf (%2,4)	1	1	1
6	Yaprak tipi	1-Yapışık (%100)	1	1	1
7	Yaprak açısı	2-Orta dar (%100)	2	2	2
8	Aya uzunluğu	3-Kısa (%50,0), 5-Orta (%45,2) 7-Uzun (%4,8)	5	5	5
9	Aya genişliği	3-Dar (%4,8), 5-Orta (%57,1), 7-Geniş (%33,3), 9-Çok geniş (%4,8)	5	5	7
10	Aya boy/en oranı	3-Küçük (%69,1), 5-Orta (%30,9)	5	3	3
11	Yaşmak eni	1-Çok dar (%7,1), 2- Darca (%9,5), 3-Dar (%38,1), 4-Ortaca (%42,9), 5-Orta (%2,4)	3	2	3
12	Aya şekli	2-Dar eliptik (%4,8), 3-Geniş eliptik (%85,7), 6-Yürek şeklinde (%9,5)	3	3	3
13	Yaprak ucu şekli	2- Çok az sivri (%7,1), 3-Hafif sivri (%35,7), 4-Sivrice (%26,2), 5-Orta sivri (%31,0)	3	3	3
14	Aya kabarcıklığı	1-Yok veya çok zayıf (%2,4), 2-Zayıfça (%31,0), 3-Zayıf (%38,1), 4-Ortaca (%26,2), 6- Kuvvetlice (%2,4)	2	2	2
15	Yaprak ondülelik	1-Yok veya çok zayıf (%23,8), 2-Zayıfça (%42,9), 3-Zayıf (%31,0), 4-Ortaca (%2,4)	2	3	2
16	Çiçeklenme zam,	7-Geç (%33,3), 9-Çok geç (%66,7)	7	7	9
17	Taç yaprak rengi	2-Açık pembe (%100)	2	2	2
18	Çiçek kümesi	1-Küresel (%90,5), 2-Yassı küresel (%9,5)	1	1	1
19	Çiçek sıklığı	3-Seyrek (%7,1), 5-Orta (%92,9)	5	5	5



Şekil 3. Samsun tipi genotiplere ait bazı özelliklerin frekansları

Figure 3. Frequencies of some property belonging to Samsun type genotypes

Uzun ayağa sahip genotipler ağırlıkta (%63) olup, aya genişliği %70'inde orta, aya uzunluğunun genişliğe oranında %59 oranında ortadır. En çok orta seviyede (%44) yasmak enine sahip olan bu tütünlerin aya şekli geniş eliptiktir (%68). Yaprak ucu orta sivri (%77), aya kabarcıklığı zayıf (%34), yaprak kenarlarında ondülelik ise yok veya çok zayıftır. 51-60 gün seviyesinde %50 çiçeklenme görülen genotiplerin oranı %61'dir. Taç yaprak rengi genellikle açık pembe (%69), çiçek kümesi şekli küresel (%99) ve çiçek sıklığı orta (%55) seviyededir. Standart çeşitlerden Sıtmasıyuz uzun ana sapa, çok fazla yaprak sayısına, yeşil gövde rengine, uzun ve dar aya boyutlarına, dar eliptik yaprak şekline, zayıf aya kabarcıklığına ve geç çiçeklenme özelliğine sahip olmasıyla diğer iki standarttan farklıdır. Bunlar dışında kalan özellikler bakımından benzer sonuçlar ortaya koymuştur. Birçok özellik bakımından birbirine benzeyen

Canik ve Nail arasında en net fark, yaprakta ondülelik özelliğinde ortaya çıkmıştır. Ondülelik Nail'de orta olarak tespit edilmiştir. Diğer taraftan Canik çeşidinde taç yaprak renginin beyaz olması öne çıkan diğer bir özelliktir (Çizelge 4, Şekil 3).

Morfolojik farklılıklarına göre seçilerek kendilene 340 hattın DNA analizleri sonrası 259 hatta düşürülmesi sonrası tarla denemeleri sonuçlarına göre ana sap uzunluğu bölgesel olarak farklılıklar göstermiştir. Karakoç (2021) Türkiye tütün genotiplerinin ana sap uzunluğunun %50.5 oranından ortaca ve %38.5 oranında uzun olduğunu tespit etmiştir. Çalışmada İzmir ve Basma tipi genotiplerinin ortaca, Samsun genotiplerinin ise uzun ana sap uzunluğuna sahip olduğu belirlenmiştir. Dağılımın diğer bazı çalışmalarla da (Peksüslü, 1998; Kaya & Ayanoğlu, 2002; Gencer, 2002; Çalışkan ve ark., 2017) benzer olduğu görülmüştür.

Çizelge 4. Samsun tipi 71 genotip ile üç standarda ait özellikler ve frekansları

Table 4. Characteristics and frequencies of three standards with 71 genotypes of Samsun type

No	Özellikler	Frekansları	Canik	Nail	S.suyu
1	Ana sap uzunluk	5-Orta (%5,6), 6- Ortaca (%23,9), 7-Uzun (%67,6), 9-Çok Uzun (%2,8)	7	7	9
2	Yaprak sayısı	4- Azca (%1,4), 5-Orta (%36,6), 6-Fazlaca (%29,6), 7-Fazla (%31,0), 9-Çok fazla (%1,4)	6	6	9
3	Bitki şekli	2-Silindirik (%11,3), 3-Eliptik (%88,7)	3	3	3
4	Ana gövde rengi	1-Beyazımsı yeşil (%1,4), 2-Açık yeşil (%59,2), 3-Yeşil (%36,6), 4-Koyu yeşil (%2,8)	3	2	3
5	Sürgün oluşturma	1-Yok veya çok zayıf (%100)	1	1	1
6	Yaprak tipi	1-Yapışık (%97,2), 2-Saplı (%2,8)	1	1	1
7	Yaprak açısı	1-Dar (%4,2), 2-Orta dar (%94,4), 3-Doğru açı (%1,4)	2	2	2
8	Aya uzunluğu	5-Orta (%36,6), 7-Uzun (%63,4)	5	5	7
9	Aya genişliği	3-Dar (%26,8), 5-Orta (%70,4), 7-Geniş (%2,8)	5	5	3
10	Aya boy/en oranı	3-Küçük (%8,5), 5-Orta (%59,2), 7-Büyük (%32,4)	7	5	7
11	Yaşmak eni	1-Çok dar (%12,7), 3-Dar (%19,7), 5-Orta (%43,7), 7-Geniş (%23,9)	3	5	3
12	Aya şekli	2-Dar eliptik (%19,7), 3-Geniş eliptik (%67,6), 6-Yürek şeklinde (%12,7)	3	3	2
13	Yaprak ucu şekli	3-Hafif sivri (%2,8), 5-Orta sivri (%77,5), 7-Sivri (%19,7)	7	5	7
14	Aya kabarcıklığı	1-Yok veya çok zayıf (%26,8), 3-Zayıf (%33,8), 5-Orta (%21,1), 7-Kuvvetli (%16,9), 9-Çok kuvvetli (%1,4)	5	5	3
15	Yaprak ondülelik	1-Yok veya çok zayıf (%56,3), 3-Zayıf (%32,4), 5-Orta (%11,3)	1	5	1
16	Çiçeklenme zam,	5-Orta (%60,6), 7-Geç (%19,7), 9-Çok geç (%19,7)	7	7	9
17	Taç yaprak rengi	1-Beyaz (%21,1), 2-Açık pembe (%69,0), 3-Pembe (%9,9)	2	3	1
18	Çiçek kümesi	1-Küresel (%98,6), 2-Yassı küresel (%1,4)	1	1	1
19	Çiçek sıklığı	3-Seyrek (%40,8), 5-Orta (%54,9), 7-Sık (%4,2)	5	5	5

Yaprak sayısı bakımından 5 farklı grupta veri sağlanan çalışmada İzmir ve Basma tipinde 31-35 adet yaprak sayısına sahip genotip sayısı öne çıkarken Samsun tipinde 21-50 adet yaprak aralığında 3 grupta benzer dağıldığı görülmüştür. Karakoç (2021)'de 7 grupta dağılım gösteren genotiplerin, çalışma sonuçlarımıza benzer olarak orta, fazlaca ve fazla gruplarda yoğunlaşmanın olduğunu bildirmiştir. Üç bölge tütünlerinde de bitki şekli eliptik olarak yoğunlaşmıştır. Bitki şeklini bildirilen çalışmalarda (Gencer, 2002; Kaya & Ayanoğlu, 2002; Karakoç, 2021) Türkiye tütün genotiplerinde eliptik yapının yaygın olduğu gösterilmiştir. Karakoç (2021) ana gövde rengini %71 oranında açık yeşil, sürgün oluşturma yeteneğini de %97,5 oranında yok veya çok zayıf, yaprak tipini %96,8 oranında yapışık, yaprağın sapla yaptığı açığı ise %90,5 oranında orta açılı olarak bildirmiştir. Elde edilen sonuçların bu çalışma sonuçlarıyla örtüştüğü görülmektedir. Özellikle sürgün oluşturmamayan, yaprakları yaşmaklı tiplerin üretimde tercih edilmesi bu sonuçların ortaya çıkmasında çok etkili olmaktadır.

Verimlilikle direk ilişkili olduğu bilinen (Wenping ve ark., 2009; Dyulgerski & Dimanov, 2012; Kınay ve ark., 2019) aya uzunluğu ve genişliği değerlerinin yoğunlaştığı boyutlar İzmir, Basma ve Samsun tipinde farklılık göstermiştir. İzmir ve Basma tipinde kısa-orta aya uzunluğu öne çıkarken Samsun tipinde orta-uzun aya uzunluğu yaygındır. Dar aya genişliğine sahip İzmir tipi genotiplerine karşın, Basma ve Samsun tipinde orta aya genişliğinin yaygın olduğu görülmüştür. Karakoç (2021)'de aya uzunluğunun %59,6 oranında orta ve aya genişliğinin %58,4 oranında orta olarak bildirilmiştir. Tip özelliği olarak aya şekli ekolojik değişikliklerden etkilenmeyen bir özelliktir (Peksüslü, 1998). Her üç bölge tütünlerinin en yaygın aya şekli geniş eliptik olarak tespit edilmiştir. Türk tütünleri üzerine yapılan çalışmalarda da (Gencer, 2002; Peksüslü ve ark., 2012; Kurt & Yılmaz, 2020; Karakoç, 2021) en hakim aya şeklinin geniş eliptik olduğu bildirilmiştir.

Sivrililiğin azaldıkça kaliteye olumlu etkisi bahsedilen (Otan & Apti, 1989) yaprak ucu şekli önceki çalışmalara (Gencer, 2002; Peksüslü ve ark., 2012; Kurt ve Yılmaz, 2020; Karakoç, 2021) paralel olarak İzmir tipinde %82 oranında az sivri, Samsun tipinde sivrice ve Basma tipinde hafif-orta ve sivrice olarak belirlenmiştir. Önemli bir tip özelliği olan (Kurt & Yılmaz, 2020) aya kabarcıklığının bölge tipleri arasında farklı sonuçlar ortaya koyması beklenen bir durumdur. Önceki çalışmalarda farklı yaygınlıkların görüldüğü aya kabarcıklığı İzmir tipinde yok veya çok zayıf, Basma tipinde zayıfça-zayıf-orta ve Samsun tipinde yok veya çok zayıf-zayıf ve ortadır. Yaprak kenarlarında kıvrımlığın bir ifadesi olan ondülelik İzmir tipinde %97 ve Samsun tipinde %56 oranında yok veya çok zayıf iken, Basma tipinde zayıfça ve zayıf olarak belirlenmiştir. Aya kabarcıklığı ve ondülelikte görülen varyasyon Türkiye tütün tiplerindeki çeşitliliğin görülmesine imkan vermektedir.

%50 çiçeklenmenin görüldüğü zaman önceki çalışmalarda (Peksüslü ve ark., 2012; Çalışkan ve ark., 2017; Kurt & Yılmaz, 2020; Karakoç, 2021) orta veya geçici olarak tespit edilen Türkiye tütün genotipleri, yapılan çalışmada İzmir ve Basma tipinde 71 günden sonra belirlenerek çok geçici, Samsun tipinde ise orta seviyededir. Çevresel değişikliklerden etkilenmediği bilinen taç yaprak rengi, Basma tipinin tamamında, İzmir ve Samsun tipinin ise önemli bir kısmında, açık pembedir. Türkiye tütünlerinin karakterize edildiği diğer çalışmalarda (Kaya & Ayanoğlu, 2002; Çalışkan ve ark., 2017; Kurt & Yılmaz, 2020; Karakoç, 2021) taç yaprak renginde pembe ve tonlarının hakimiyeti ifade edilmiş, en sık açık pembe renge rastlandığı bildirilmiştir. Çiçek kümesi şekli ve sıklığı hakkında bilgi veren çalışmalara (Gencer, 2002; Kaya & Ayanoğlu, 2002; Kurt & Yılmaz, 2020; Karakoç, 2021) paralel olarak çalışmamızda orta sıklıkta, küresel şeklin hakim olduğu tespit edilmiştir.



## Sonuç

Değişen iklim koşulları ve sektör gereksinimleri, her türde olduğu gibi tütün üretim alanlarında da yerel çeşitlerin kullanımını azaltmaktadır. Gelecek nesillerin ihtiyaç duyabileceği farklı genotiplerin tespit edilerek karakterizasyonu, saklanması kaybolmaya yüz tutmuş yerel çeşitler korunabilmesinin önemli bir yoludur. Bu amaçla yapılan çalışmada incelenen özellikler bakımından farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Özellikle Ege tipi tütünler ile Basma ve Samsun tipi tütünler arasında yaprak sayısı, bitki boyu, yaprak yüzey özellikleri ile vejetasyon süresi arasında önemli farklılıklar belirlenmiştir. Türk tütünleri olarak bilinen bu tütünler arasındaki varyasyon sadece farklı tipler arasında değil, aynı tipler içinde de geniş olduğu görülmüştür. Aynı arazilerde varyasyonun yüksek olması yetiştiricilik açısından istenmeyen bir durum olmasının yanında ıslah materyali olarak değerlendirilmesi açısından son derece kıymetli bir kaynak olduğu tespit edilmiştir. İlerleyen yıllarda başlatılması planlanacak tütün ıslah programlarına önemli bilgiler raporlanmıştır. Bu bilgiler farklı koşullara yönelik tütün çeşitlerinin geliştirilmesine imkan verecek, araştırmanın ele alınışı bakımından sonraki çalışmalara rehber olacaktır.

## Beyan

Bu bildiri III. Uluslararası (XV. Ulusal) Tarla Bitkileri Kongresi'nde sunulmuştur.

### Teşekkür

Saha çalışmalarının yürütülmesinde sağladığı finansal destekler için Öz-Ege Tütün San. Tic. AŞ'ye teşekkür ederiz.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

### Yazarların Katkı Beyanı

Araştırmanın tasarımı Ahmet Kınay ve Dursun Kurt tarafından yapılmıştır. Tarla denemeleri Ahmet Kınay, Dursun Kurt ve Turgay Kurt tarafından yürütülmüştür. DNA analizleri İbrahim Saygılı, istatistik analizi Dursun Kurt tarafından yapılmıştır. Makalenin yazımı tüm yazarlar tarafından yapılmış ve son hali görülmüştür.

### Etik Kurul İzni

Etik kurul iznine gerek yoktur.

## Kaynaklar

- Anonim, (2002). International union for the protection of new varieties of plants (UPOV) Guidelines for the Conduct of Tests for Distinctness, Uniformity and Stability, Tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). TG/195/1. <https://www.upov.int/edocs/tgdocs/en/tg195.pdf> (Erişim: 23.07.2024).
- Clement, C. R., Cristo-Araújo, M., Eeckenbrugge, G. C., Pereira, A. A., & Rodrigues, D. P., (2010). Origin and domestication of native amazonian crops. *Diversity*, 2(1): 72-106. <https://doi.org/10.3390/d2010072>
- Çalışkan, O., Kurt, D., Kınay, A., Camas, N., & Kevseroglu, K., (2017). Determination of genetic variability of eastern and southeastern anatolia region tobaccos. *Journal of Agricultural, Food and Environmental Sciences*, 72(2), 8-14. <https://doi.org/10.55302/JAFES18722008c>
- Dias, G. B., Gomes, V. M., Moraes, T. M. S., Zotich, U. P., Rabelo, G. R., Carvalho, A. O., Moulin, M., Gonçalves, L. S. A., Rodrigues, R., & Da Cunha, M., (2013). Characterization of *Capsicum* species using anatomical and molecular data. *Genet. Mol. Res.* 12(4): 6488-6501. <http://dx.doi.org/10.4238/2013>
- Dyulgerski, Y., & Dimanov, D., (2012). Study on heterosis behaviour related to the leaves size by the tobacco of burley variety group. *Acta Agriculturae Serbica*, 34(17):75-82. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20133025857>
- Er, C., & Yıldız, M., (2007). Keyf Bitkileri. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, No:1555, 237 s, Ankara.
- Evsel, G., (2023). Cumhuriyet'ten Günümüze Samsun'da Tütüncülük ve Kadın İşçiliği. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cumhuriyet Özel Sayısı*, 451-463. <https://doi.org/10.53568/yyusbed.1354940>
- Gay, G., (2020). A tough tobacco. The market for classical oriental tobacco faces many challenges-but this is a hardy business that has survived difficult times before. Tobacco Reporter <https://tobaccoreporter.com/2020/01/17/a-tough-tobacco/> (accessed: January 10, 2024).
- Gencer, A.S., (2002). Türkiye tütün popülasyonlarında bazı özelliklerin saptanması, I: Marmara ve Karadeniz Bölgeleri. *Journal of Aegean Agricultural Research Institute, Anadolu*, 12 (1), 83-95. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/20027>
- He B., Geng R., Cheng L., Yang X., Ge H., & Ren M., (2020). Genetic diversity and fingerprinting of 33 standard flue-cured tobacco varieties for use in distinctness, uniformity, and stability testing. *BMC Plant Biology*, 20 (378):1-10. <https://doi.org/10.1186/s12870-020-02596-w>
- Karakoç, E., (2021). Tütün yerel çeşitlerinin morfolojik, agronomik ve kimyasal özelliklerinin karakterizasyonu. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 116 s.
- Kaya, D. A., & Ayanoğlu, F., (2002). Some morphological and phenological characters of tobacco, (*Nicotiana tabacum* L.) grown in Hatay Province of Turkey. In: Şener B. (eds) Biodiversity. Springer, Boston, MA. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-9242-0\\_44](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-9242-0_44)
- Kınay, A., Kurt, D., & Karakoç, E., (2019). Yield and quality performances of hybrid tobacco developed for Gümüşhacıköy Basma Region. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(sp2):1-6. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v7isp2.1-6.3076>
- Kurt, D., & Yılmaz, G., (2020). Seçilmiş üstün oryantal tütün hatlarının bazı morfolojik ve fenolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 35: 59-66. <https://doi.org/10.7161/omuanajas.623265>
- Lazaro, A., (2018). Tomato landraces: An analysis of diversity and preferences. *Plant Genetic Resour-C.*, 16(4): 315-324. <https://doi.org/10.1017/S1479262117000351>
- Lewis R.S., & Nicholson S., (2007). Aspects of the evolution of *Nicotiana tabacum* L. and the status of the United States *Nicotiana* Germplasm Collection. *Genetic Resources Crop Evolution*, 54: 727-740. <https://doi.org/10.1007/s10722-006-0024-2>
- Mohan, V., Gupta, S., Thomas, S., Mickey, H., Charakana, C., Chauhan, V. S., Sharma, K., Kumar, R., Tyagi, K., Sarma, S., Gupta, S. K., Kilambi, H. V., Nongmaithem, S., Kumari, A., Gupta, P., Sreelakshmi, Y., & Sharma, R., (2016). Tomato fruits show wide phenomic diversity but fruit developmental genes show low enomic diversity. *PLoS ONE*. 11(4):1-23. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0152907>
- Otan, H., & Apti, R., (1989). Tütün. T.C. T.O.K.İ.B. Ege T.A.E. Yay. No: 83, 89 s, İzmir.

- Özhatay, N, Kültür, S., & Aslan, S., (2009). Check-list of additional taxa to the supplement flora of Turkey. IV. *Turk. J. Bot.* 33:191-226. <https://journals.tubitak.gov.tr/botany/vol30/iss4/5>
- Özkuş, İ., & Sarı, Y., (2008). "Türkiye'de Tütün Sektörünün Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri". 2. Ulusal İktisat Kongresi, 20-22 Şubat, İzmir: İİBF İktisat Bölümü.
- Peksüslü, A., (1998). Bazı Türk tütün çeşitlerinin İzmir-bornova koşullarında morfolojik fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri (Doktora Tezi). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, İzmir.
- Peksüslü, A., Yılmaz, İ., İnal, A., & Kartal, H., (2012). Tütün Genotipleri. *ANADOLU Journal of Aegean Agricultural Research Institute*, 22(2): 82-90. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/19895>
- Pereira-Dias L, Fita, A., Vilanova, S., Sanchez-Lopez, E., & Rodriguez-Burruezo, A., (2020). Phenomics of elite heirlooms of peppers (*Capsicum annum* L.) from the Spanish center of diversity: Conventional and high throughput digital tools towards varietal typification. *Sci. Hortic. (Amsterdam)*. 265(109245), 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109245>
- Saygılı, İ., Kınay, A., & Kandemir, N., (2020). Determination of an SSR marker set to distinguish genotypes of different tobacco classes. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpasa University*, Volume 37(2): 102-108. <https://doi.org/10.13002/jafag4677>
- Saygılı, İ., Kınay, A., Kurt, D., & Kandemir, N., (2021). Genetic and agronomic diversity of Basma tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) landrace in Turkey. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, 25(4): 279-290. <https://doi.org/10.25518/1780-4507.19398>
- Sezer, M.C., (2023). Bazı şeker mısır genotiplerinin morfolojik, genetik ve teknolojik olarak tanımlanması. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora tezi). 1-268. Tekirdağ.
- Statista, (2024). Tobacco Products – Worldwide. <https://www.statista.com/outlook/cmo/tobacco-products/worldwide>
- Wenping, L., Zhu, L., & Zhao, S., (2009). Correlation and path coefficient analysis and Euclidean distance clustering for several characters in tobacco germplasm resource. *Chinese Tobacco Science*, 30, 59-63. <http://www.zgyckx.com.cn/en/article/id/550>
- Zhou, R., Wu, Z., Cao, X., & Jiang, F.L., (2015). Genetic diversity of cultivated and wild tomatoes revealed by morphological traits and SSR markers. *Genet. Mol. Res.* 14(4): 13868-13879. <http://dx.doi.org/10.4238/2015>



## Determination of Agronomic Performances of Superior Basma Type Tobacco Lines

Erdem Karakoç<sup>1,a,\*</sup>, Ahmet Kınay<sup>2,b</sup>, Hacı Duran Cingöz<sup>2,c</sup>

<sup>1</sup>Yozgat Bozok Üniversitesi, Kenevir Araştırmaları Enstitüsü, Tarım ve Gıda Anabilim Dalı, 66100, Yozgat, Türkiye

<sup>2</sup>Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 60000, Tokat, Türkiye

\*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 01.10.2024 Accepted : 17.10.2024</p> <p><b>Keywords:</b> Line <i>Nicotiana tabacum</i> L. Nicotine rate Leaf quality grade Leaf yield</p>	<p>The basma type tobaccos are used in cigarette blends. This research was carried out in Tokat-Kazova conditions for two years (2021 and 2022) to determine the performance of some superior basma type tobacco lines obtained from the Turkish Seed Gene Bank (TSGB). In this study, 10 basma tobacco lines (TGB46668, TGB46673, TGB46674, TGB46675, TGB46721, TGB46722, TGB46723, TGB46724, TGB46730 and TGB46743) and two standard tobacco varieties (Erbasma and Xanthi-81) were used. In this study; plant height, number of leaves, leaf width, leaf length, dry leaf yield, nicotine content, reducing sugar content and quality grade index parameters were determined. All parameters were found to be statistically significant (<math>p&lt;0.01</math>). In addition, the lines exhibited higher performance than the standard varieties in terms of many parameters, especially dry leaf yield. Genotypes TGB46668, TGB46722, TGB46721 and TGB46730 (respectively 223.85, 219.79, 213.01, 211.7 kg/da) were superior in terms of dry leaf yield. According to quality grade index, TGB46743, TGB46675 and TGB46721 (respectively 55.47%, 54.96% and 53.59%) lines are superior. It is thought that the TGB46721 line can find a place for itself in the basma production areas in terms of yield and quality grade. In addition, these lines can be used as parents in breeding programs to develop new varieties.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(s3): 2694-2698, 2024

## Üstün Özellikli Basma Tipi Tütün Hatlarının Agronomik Performanslarının Belirlenmesi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 01.10.2024 Kabul : 17.10.2024</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b> Hat <i>Nicotiana tabacum</i> L. Nikotin oranı Yaprak kalitesi Yaprak verimi</p>	<p>Basma tipi tütünler sigara harmanlarında kullanılmaktadır. Bu araştırma Tokat-Kazova şartlarında Türkiye Tohum Gen Bankasından (TGB) alınan üstün özellikli bazı basma tipi tütün hatlarının performanslarının belirlenmesi amacıyla iki yıl (2021 ve 2022) süreyle yürütülmüştür. Araştırmada 10 basma tipi tütün hattı (TGB46668, TGB46673, TGB46674, TGB46675, TGB46721, TGB46722, TGB46723, TGB46724, TGB46730 ve TGB46743) ve iki standart tütün çeşidi (Erbasma ve Xanthi-81) kullanılmıştır. Çalışmada; bitki boyu, yaprak sayısı, yaprak eni, yaprak boyu, kuru yaprak verimi, nikotin oranı, indirgen şeker oranı ve randıman parametreleri incelenmiştir. İncelenen parametreler arasındaki farkların tamamı istatistiki olarak önemli (<math>p&lt;0.01</math>) bulunmuştur. Ayrıca incelenen hatlar başta kuru yaprak verimi olmak üzere pek çok parametre bakımından standart çeşitlerden daha yüksek performans göstermiştir. Kuru yaprak verimi bakımından TGB46668 (223,85 kg/da), TGB46722 (219,79 kg/da), TGB46721 (213,01 kg/da) ve TGB46730 (211,7 kg/da) hatları öne çıkmıştır. Randıman değerlerine göre ise TGB46743 (%55,47), TGB46675 (%54,96) ve TGB46721 (%53,59) hatlarının daha kaliteli olduğu tespit edilmiştir. TGB46721 hattının verim ve kalite bakımından basma üretim alanlarında kendine yer bulabileceği düşünülmektedir. Ayrıca incelenen hatlar yeni çeşit geliştirmeye yönelik ıslah programlarında ebeveyn olarak kullanılabilir.</p>

<sup>a</sup> [erdem.karakoc45@gmail.com](mailto:erdem.karakoc45@gmail.com)

<sup>b</sup> <https://orcid.org/0000-0001-7908-4793>

<sup>c</sup> [ahmetkinay@gmail.com](mailto:ahmetkinay@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0003-4554-2148>

<sup>c</sup> [hacidurancingoz43@gmail.com](mailto:hacidurancingoz43@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-3082-9077>



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

## Giriş

Tütün (*Nicotiana tabacum* L.) dünyada, gıda dışı kullanım amacıyla en çok üretilen tek yıllık kültür bitkilerinden biridir. Dünyada üretilen tütünlerin %89'a yakını virjinya, burley ve maryland olarak adlandırılan pazar tipleridir (Anonim 2024a). Türkiye oryantal tip tütün üreticisi bir ülke olup dünya üretiminde %4'lük bir paya sahiptir (Filiposki ve ark., 2010). Türkiye dünya oryantal tip tütün üretiminin %60'a yakını tek başına karşılamaktadır (Gay 2020). Türkiye'de tütün bitkisi başta Ege Bölgesi olmak üzere Doğu Anadolu, Güneydoğu Anadolu, Marmara ve Karadeniz Bölgelerinde yaygın olarak yetiştirilmektedir (Cingöz, 2023). Tütün ve Alkol Dairesi Başkanlığına (TADB) göre 2023 yılında Türkiye'de yaklaşık 100 bin hektar alanda 98 bin ton yaprak tütün üretilmiştir (Anonim, 2024e). Bu üretim alanlarındaki tütünlerin tamamına yakını oryantal tip olsa da farklı pazar ve sigara harmanlarına hitap etmektedir. Örneğin Ege bölgesinde yetiştirilen tütünler İzmir tipi olarak bilinmekte ve ihracatta önemli bir yer bulmaktadır (Mercimek, 2016).

Karadeniz bölgesinde yetiştirilen tütün tiplerinden birisi basma tipidir. Farklı sektörlerin talebini karşılayabilen basma tipi tütünler 20. yüzyılın sonlarına kadar sadece Amasya ilinin Gümüşhacıköy ilçesinde yetiştirilmekteydi (Çamaş ve ark., 2009b; Kurt, 2019). Günümüzde basma tipi tütün üretilen alanlar Tokat (Erbaa ve Niksar), Amasya (Gümüşhacıköy ve Taşova), Çanakkale ve Bursa bölgelerindedir (Anonim, 2024b; Çamaş ve ark., 2011; Kurt, 2019). Erbaa bölgesinde yapılan çalışmalarda basma tipi tütünlerin yaprak biçimi eliptik, küçük-orta boyutlu, yağmıklı, uç açısı sivri-az sivri, ince damarlı, elastik, kokulu ve parlak turuncu- açık kırmızı-kırmızı pişkin renk tonlarına sahip olduğu belirlenmiştir (Çamaş ve ark. 2008, 2009c; Yılmaz ve Kınay, 2011). Ayrıca aromatik yapıları, ince dokulu ve kadifemsi bir yapıya sahip olmalarından dolayı bazı özel sigara harmanlarında kullanmak amacıyla özel sektör tarafından aranan bir harman bileşenidir (Çamaş ve ark., 2009a; Kurt, 2019).

Ege Tütün İhracatçıları Birliğinin basma üreticileri için oluşturduğu üretim rehberinde iki adet Yunanistan orijinli sertifikalı tütün çeşidi (Xianthi-81 ve Xianthi-2A) önerilmiştir (Kurt, 2019). Ayrıca Türkiye'ye farklı şekillerde Yunanistan'dan basma tipi tütün genotiplerinin getirildiği bilinmektedir. Daha sonra ise basma tipi tütün çeşidi geliştirmeye yönelik araştırmalar başlamıştır. Şu an tescil edilmiş başlıca basma tipi tütün çeşitleri OZE B1, Erbasma ve Kınay'dır (Anonim, 2024d). Bu çeşitler bölge şartlarında geliştirilmiş ve detaylı tarımsal performansları ortaya konmuştur. Ayrıca Kınay isimli hibrit tütün çeşidi basma bölgeleri için tescil edilmiş ve Türkiye Milli Çeşit Listesinde kayıtlı tek hibrit tütün çeşididir (Anonim, 2024d).

Türkiye Tohum Gen Bankasında bulunan 314 tütün hattının genetik olarak karakterizasyon işlemleri daha önce yapılmıştır (Karakoç, 2021; Saygılı ve ark., 2021). Bu karakterizasyon işlemleri esnasında 10 adet basma tipi tütün hattının üstün özellik gösterdiği saptanmıştır. Bu araştırmanın amacı, bahsi geçen üstün özellikli hatların iki adet standart çeşitle tarla denemelerine alınarak performanslarının belirlenmesidir.

## Materyal ve Yöntem

### Materyal

Araştırma materyalini 10 adet (TGB46668, TGB46673, TGB46674, TGB46675, TGB46721, TGB46722, TGB46723, TGB46724, TGB46730 ve TGB46743) basma tipi tütün hattı ve iki adet standart çeşit (Erbasma ve Xianthi 81) oluşturmuştur. Erbasma çeşidi; geçici, bitki boyu 100-120 cm, yaprak sayısı 30-35 adet/bitki, yaprak eni 10-12 cm, yaprak boyu 20-22 cm, nikotin oranı %1,07 ve indirgen şeker oranı %9,16'dır (Anonim, 2024c). Xianthi 81 çeşidi; ince dokulu, aromatik, orta-geç çiçeklenen, yaprak sayısı 30-32 adet/bitki, ortalama bitki boyu 65-105 cm arasındadır (Kınay ve ark., 2019; Kınay, 2023).

Araştırmanın yapıldığı arazilerin toprağı siltli-tınlı, çok kireçli (%13,76-14,0), organik madde içeriği (%1,55-2,05) düşük, tuzsuz (0,02-0,02 Ms) ve alkalidir (pH: 7,84-7,86). Yetiştiricilik için fosfor (12,09-13,2 kg/da), çinko (1,33-2,31 ppm), potasyum (12,1-13,0 kg/da), magnezyum (7,10-7,54 ppm), demir (8,9-9,6 ppm), mangan (9,8-9,9 ppm) ve bakır (1,69-1,77 ppm) yeterlidir (Kacar, 2012). Yetiştiriciliğin yapıldığı iki yıla ait iklim verileri Tokat Meteoroloji Müdürlüğünden temin edilmiştir (Anonim, 2024f). İklim verileri Mayıs-Eylül periyodunu kapsamaktadır. Çalışmanın ilk yılına (2021) ait iklim verileri uzun yıllar ortalamasıyla (1950-2020) karşılaştırıldığında sıcaklık 4,9°C, yağış 46,7 mm daha yüksek ve nispi nem %1,1 daha düşük gözlemlenmiştir. İkinci yıl (2022) verileri uzun yıllar ortalamasıyla (1950-2021) karşılaştırıldığında sıcaklık 3,8°C, yağış 8,5 mm ve nispi nem %15,5 daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

### Yöntem

Araştırma Tokat-Kazova şartlarında tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. İhtiyaç duyulan fideler her iki yılda da torf ortamında köpük viyollerde float sistemiyle yetiştirilmiştir. Bitkilerin ihtiyacı olan azot (N), fosfor (P) ve potasyum (K) 100 ppm ve mikro (0.4%) besin elementi karışımı 35 g/ton olacak şekilde float sistemine verilmiştir (Karakoç, 2021; Kurt ve ark., 2023). Sağlıklı ve pişkin fide elde etmek için fidelere iki defa kırma işlemi uygulanmıştır (Ekren ve İlker 2017).

Parseller 5 m uzunluğunda ikişer sıra, sıra arası 45 cm ve sıra üzeri 12 cm şeklinde oluşturulmuştur. Parseller arası boşluksuz bir şekilde, bloklar arası 1,5 m ve blok sonlarına iki sıra kenar tesiri dikimi yapılmıştır. Dikim öncesi toprağa 4 kg/da N, 4 kg/da P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve 4 kg/da K<sub>2</sub>O uygulanmıştır (Yılmaz ve Kınay, 2011). Dikim işlemi ilk yıl 24 Mayıs 2021 ve ikinci yıl 19 Mayıs 2022 tarihlerinde yapılmıştır. Gerekli bakım işlemleriyle bitki boyu, yaprak sayısı, yaprak eni, yaprak boyu, randıman ve kuru yaprak verimi (%15 nem esasına göre) parametreleri Karakoç (2021)'a göre belirlenmiştir. Hasat olgunluğuna gelen yapraklar üç elde hasat edilmiştir. Kuru tütün yapraklarından alınan örneklerde nikotin oranları "CORESTA Recommended Method No. 85" metodu, continuous flow analysis yöntemine (Coresta, 2017), indirgen şeker oranları ise "CORESTA Recommended Method No. 38" metodu, continuous flow analysis yöntemine (Coresta, 2010) göre yapılmıştır.

Elde edilen veriler JMP Pro 17 istatistik paket programında analiz edilmiştir. Randıman değerlerine analiz öncesi arcsin transformasyonu uygulanmıştır (Yurtsever, 1984). İki yıla ait verilere uygulanan Bartlett testi sonuçlarına göre varyansların homojen olduğu belirlenmiş ve kombine varyans analizi yapılmıştır (Kurt ve Kınay, 2021). Ortalamaların karşılaştırılmasında Tukey HSD çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır (Açıköz, 2001).

## Bulgular ve Tartışma

Sigara harmanlarına özellikle aroma vermek için kullanılan basma tipi tütün hatlarıyla ve iki standart çeşitle yapılan araştırmada incelenen parametrelerin tamamı istatistiki olarak önemli ( $p < 0,01$ ) bulunmuştur (Çizelge 1 ve Çizelge 2). İncelenen genotiplerin bitki boyu 99,28-129,23 cm arasında değişim göstermiştir. En yüksek bitki boyuna sahip hat TGB46724'dür. Xanthi-81 çeşidi en düşük bitki boyuna sahiptir. Diğer standart çeşit olan Erbasma'dan daha yüksek bitki boyuna sahip sekiz adet hat bulunmaktadır. Tütün bitkisi yetiştiricilik şartlarına bağlı olarak pek çok özelliğinde farklılık gösteren esnek bir bitki olsa da bitki boyu tip ve çeşit özelliği olup verimle ilişkili bir karakterdir (Uzunoski, 1985; Ekren ve Sekin, 2008; Mitreski, 2012; Aytaç, 2016). Ayrıca ekolojik şartların tütün bitkisinde bitki boyunu yaprak sayısından daha fazla etkilediği bilinmektedir (Korubin-Aleksoska, 2003).

Araştırmada yaprak sayısı 27,38-38,80 adet/bitki arasında değişmiştir. En yüksek yaprak sayısına sahip hat TGB46723'dür. En düşük yaprak sayısı Xanthi 81 çeşidinde gözlemlenmiştir. Yaprak sayısı agronomik, çevresel ve kültürel uygulamalara bağlı olarak değişmekte ve kuru yaprak verimiyle arasında önemli bir ilişki olduğu bilinmektedir (Kaya ve Ayanoglu, 2002; Uzunoski, 1985; Peksüslü, 1998; White ve ark., 1979; Wenping ve ark., 2009).

Yaprak eni parametresi bakımından genotipler 10,50-11,43 cm arasında değişim göstermiştir. TGB46668 (11,43 cm) hattı yaprak eni bakımından en yüksek değeri sergilerken en düşük değer Xanthi-81 (10,50 cm) çeşidinde gözlemlenmiştir. Yaprak eni kuru yaprak verimiyle doğrudan ilişkili bir özelliktir (Dyulgerski ve Dimanov,

2012; Kınay ve ark., 2019). Yaprak eninin yıl ve çevresel faktörlerden etkilendiği daha önceki çalışmalarda ortaya konmuştur (Dölek, 1984; Karpat, 1989; Peksüslü, 1998). Yaprak boyu 20,13-23,14 cm arasında değişim göstermiştir. En yüksek yaprak boyu TGB46674 hattında gözlemlenirken Xanthi-81 çeşidi en düşük yaprak boyuna sahiptir. Yaprak boyunun verimle güçlü ilişkisi (Wenping ve ark., 2009), yıl ve çevresel faktörlerden etkilenmesi daha önce rapor edilmiştir (Dölek, 1984; Karpat, 1989; Peksüslü, 1998).

Kuru yaprak verimlerine bakıldığında incelenen bütün hatlar standart çeşitlerden yüksek değerler ortaya koymuştur. En yüksek kuru yaprak verimi TGB46668 (223,85 kg/da) hattında bulunurken Xanthi 81 (185,07 kg/da) çeşidi en düşük performansı sergilemiştir. Oryantal tip tütün yetiştiriciliğinde verim ve kalite üretim yapılan alanların ekolojik koşullarının yanı sıra kullanılan tohumluğun üstün özellikleriyle yakından ilişkilidir (Şenbayram ve ark., 2006; Ekren ve Sekin, 2008; Kurt ve Yılmaz, 2018). Tütün üretiminde randıman değeri ürünün fiyatlandırılmasına doğrudan etki eden bir faktördür. Randıman değerleri %45,96-54,96 arasında değişmiştir. TGB46743 (%55,47), TGB46675 (%54,96), TGB46721 (%53,59) ve Xanthi 81 (%54,33) çeşidinin randıman değerlerinin yüksek olduğu saptanmıştır. Tütün üretiminde çeşit geliştirme çalışmalarında yüksek kalite ve randıman başlıca ıslah hedefi olmamalı, verim ve kalitenin bulunduğu nokta hedeflenmeli, buna göre çeşit geliştirilmesi gerektiği bildirilmiştir (Kurt ve Yılmaz, 2018; Kınay ve ark., 2020). Genotiplerin nikotin oranları %0,60-2,46 arasında değişim göstermiştir. En düşük nikotin içeriği TGB46724 hattındayken Xanthi 81 çeşidi en yüksek içeriğe sahiptir. Nikotin tütün yaprağında bulunan binlerce bileşikten biridir ve toplam alkaloidlerin %95'ini oluşturmaktadır (Bush, 1999; Leffingwell, 2001; Vlase ve ark., 2005; Hukkanen ve ark., 2005). Araştırmada indirgen şeker oranı %2,89-6,47 arasındadır. İncelenen hatlar standart çeşitlerden daha yüksek indirgen şeker sahiptir. Amerikan blend sigara harmanlarında harman şeker içeriği yaklaşık %12 düzeyindedir (Kurt, 2020; Talhout ve ark., 2006). Bunun %8'i doğal ve %4'ü sentetik tatlandırıcılardır. Doğal tatlandırıcı olarak sigara harmanlarında oryantal tip tütünler kullanılmaktadır.

Çizelge 1. İncelenen genotiplerin bitki boyu, yaprak sayısı, yaprak eni ve yaprak boyuna ait ortalamalar  
Table 1. Averages of plant height, number of leaves, leaf width and leaf length of the genotypes examined

Genotip	Bitki boyu (cm)**	Yaprak sayısı (adet/bitki)**	Yaprak eni (cm)**	Yaprak boyu (cm)**
TGB46668	120,68 <sup>cd</sup>	37,00 <sup>bc</sup>	11,43 <sup>a</sup>	22,43 <sup>ab</sup>
TGB46673	125,67 <sup>ab</sup>	36,31 <sup>c</sup>	10,43 <sup>c</sup>	20,21 <sup>d</sup>
TGB46674	122,41 <sup>bcd</sup>	35,88 <sup>cd</sup>	11,28 <sup>abc</sup>	23,14 <sup>a</sup>
TGB46675	109,06 <sup>g</sup>	30,95 <sup>f</sup>	11,03 <sup>abc</sup>	21,07 <sup>cd</sup>
TGB46721	110,41 <sup>g</sup>	33,01 <sup>c</sup>	10,66 <sup>abc</sup>	21,13 <sup>cd</sup>
TGB46722	119,40 <sup>de</sup>	38,20 <sup>ab</sup>	11,11 <sup>abc</sup>	20,71 <sup>cd</sup>
TGB46723	115,18 <sup>ef</sup>	38,80 <sup>a</sup>	10,65 <sup>abc</sup>	20,71 <sup>cd</sup>
TGB46724	129,23 <sup>a</sup>	34,85 <sup>d</sup>	11,40 <sup>ab</sup>	21,04 <sup>cd</sup>
TGB46730	115,30 <sup>ef</sup>	36,58 <sup>c</sup>	11,17 <sup>abc</sup>	21,81 <sup>bc</sup>
TGB46743	124,83 <sup>bc</sup>	35,86 <sup>cd</sup>	10,55 <sup>bc</sup>	21,65 <sup>bc</sup>
Erbasma	112,23 <sup>fg</sup>	30,86 <sup>f</sup>	10,94 <sup>abc</sup>	21,45 <sup>bc</sup>
Xanthi 81	99,28 <sup>h</sup>	27,38 <sup>g</sup>	10,50 <sup>c</sup>	20,13 <sup>d</sup>
Genotip Ort.	116,97	34,64	10,93	21,29
CV %	1,84	1,99	3,97	2,67

\*\*;  $p < 0,01$

Çizelge 2. İncelenen genotiplerin kuru yaprak verimi, nikotin oranı, indirgen şeker oranı ve randıman değerlerine ait ortalamalar  
Table 2. Averages of dry leaf yield, nicotine rate, reducing sugar rate and quality of grade in the genotypes examined

Genotip	Kuru yaprak verimi (kg/da)**	Nikotin oranı (%)**	İndirgen şeker oranı (%)**	Randıman (%)**
TGB46668	223,85 <sup>a</sup>	2,08 <sup>b</sup>	4,29 <sup>cd</sup>	47,01 <sup>de</sup>
TGB46673	202,92 <sup>b-e</sup>	1,46 <sup>cd</sup>	4,20 <sup>cd</sup>	48,16 <sup>cde</sup>
TGB46674	203,59 <sup>bcd</sup>	0,84 <sup>e</sup>	4,14 <sup>cde</sup>	45,96 <sup>e</sup>
TGB46675	196,54 <sup>cde</sup>	2,16 <sup>b</sup>	6,86 <sup>a</sup>	54,96 <sup>a</sup>
TGB46721	213,01 <sup>abc</sup>	2,01 <sup>b</sup>	5,03 <sup>bc</sup>	53,59 <sup>a</sup>
TGB46722	219,79 <sup>ab</sup>	0,81 <sup>ef</sup>	7,32 <sup>a</sup>	49,99 <sup>bc</sup>
TGB46723	195,84 <sup>cde</sup>	0,83 <sup>ef</sup>	3,87 <sup>de</sup>	47,87 <sup>cde</sup>
TGB46724	196,34 <sup>cde</sup>	0,60 <sup>f</sup>	6,47 <sup>a</sup>	50,64 <sup>b</sup>
TGB46730	211,7 <sup>abc</sup>	1,63 <sup>c</sup>	4,76 <sup>bcd</sup>	50,04 <sup>bc</sup>
TGB46743	197,17 <sup>cde</sup>	1,29 <sup>d</sup>	5,39 <sup>b</sup>	55,47 <sup>a</sup>
Erbasma	191,12 <sup>de</sup>	1,38 <sup>d</sup>	3,24 <sup>ef</sup>	48,64 <sup>bcd</sup>
Xanthi 81	185,07 <sup>e</sup>	2,46 <sup>a</sup>	2,89 <sup>f</sup>	54,33 <sup>a</sup>
Genotip Ort.	203,08	1,46	4,87	50,56
CV%	4,42	9,57	8,03	2,41

\*\*; p&lt;0.01

## Sonuç

Tokat-Kazova koşullarında 10 hat ve 2 çeşit ile yürütülen bu çalışmada, incelenen 10 hattın pek çok özellik yönünden standart çeşitlerden üstün olduğu belirlenmiştir. Kuru yaprak verimi bakımından TGB46668 (223,85 kg/da), TGB46722 (219,79 kg/da), TGB46721 (213,01 kg/da) ve TGB46730 (211,7 kg/da) hatları öne çıkmıştır. Randıman değerlerine göre TGB46743 (%55,47), TGB46675 (%54,96), TGB46721 (%53,59) ve Xanthi 81 (%54,33) hatları ve standart çeşit ön plana çıkmıştır. Verim veya kalite yönünden tercih edilebilecek hatlar bulunmaktadır. Bu hatların üstün kalite ve verimi amaçlayan ıslah programlarında kullanılabileceği sonucu ortaya çıkmıştır.

## Beyan

Bu bildiri III. Uluslararası (XV. Ulusal) Tarla Bitkileri Kongresi'nde sunulmuştur.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

### Yazarların Katkı Beyanı

Araştırmanın tasarımı Ahmet Kınay ve Erdem Karakoç tarafından yapılmıştır. Tarla denemeleri Ahmet Kınay, Erdem Karakoç ve Hacı Duran Cingöz tarafından yürütülmüştür. Makalenin istatistik analizini Erdem Karakoç, yazımını Ahmet Kınay ve Erdem Karakoç yapmış ve son hali tüm yazarlar tarafından görülmüştür.

## Kaynaklar

- Anonim, (2024a). Citta del Tobacco. <http://www.cittadeltabacco.it/en/tobacco-types>, (Erişim tarihi; 11.02.2024).
- Anonim, (2024b). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tütün ve Alkol Dairesi Başkanlığı, <https://www.tarimorman.gov.tr/TADB/Menu/22/Tutun-Ve-Tutun-MamulleriDaire-Baskanligi> (Erişim tarihi; 05.05.2024).
- Anonim, (2024c). Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi, [https://ziraat.gop.edu.tr/depo/menuler/birim\\_11203/fakultemizde\\_gelistiriln\\_ce\\_sitler\\_865/dosya\\_icerik/3585522/fakultemizde\\_gelistiriln\\_cesitler\\_2022112913\\_5433.pdf?d=tr-TRvemk=42740vem=fakultemizde\\_gelistiriln\\_cesitler](https://ziraat.gop.edu.tr/depo/menuler/birim_11203/fakultemizde_gelistiriln_ce_sitler_865/dosya_icerik/3585522/fakultemizde_gelistiriln_cesitler_2022112913_5433.pdf?d=tr-TRvemk=42740vem=fakultemizde_gelistiriln_cesitler) (Erişim tarihi; 05.05.2024).

- Anonim, (2024d). <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=85>. (Erişim tarihi; 05.05.2024)
- Anonim, (2024e). <https://www.tarimorman.gov.tr/TADAB/Menu/22/Tutun-Ve-Tutun-MamulleriDaire-Baskanligi>. (Erişim tarihi; 17.10.2024)
- Anonim, (2024f). <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=H&m=TOKAT>. (Erişim tarihi; 17.10.2024)
- Aytaç, B. (2016). Nail tütün hattının Bafra ilçesinin farklı köylerindeki performanslarının belirlenmesi [Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı].
- Saygılı, İ., Kinay, A., Kurt, D., ve Kandemir, N. (2021). Genetic and agronomic diversity of Basma tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) landrace in Turkey, Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement/Biotechnology, Agronomy, Society and Environment, 25(4), 279-290. <https://doi.org/10.25518/1780-4507.19398>
- Bush, L. P. (1999). Alkaloid biosynthesis. In: D.L. Davis and M.T. Nielsen, editors, Tobacco: Production, chemistry, and technology. Blackwell Sci., London, UK. 285–291.
- Cingöz, H. D. (2023). Kükürt Form ve Dozlarının Tütünün Verim ve Kalite Özelliklerine Etkileri [Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı].
- Coresta, (2010). Determination of Reducing Carbohydrates in Tobacco by Continuous Flow Analysis Method. Coresta recommended method no 38. Available from: <https://www.coresta.org/determination-reducingcarbohydrates-tobacco-continuous-flow-analysis-29164.html> (Erişim tarihi; 17.07.2024).
- Coresta, (2017). Tobacco Determination of the Content of Total Alkaloids as Nicotine, Continuous Flow Analysis Method. Coresta recommended method no 85. Available from: <https://www.coresta.org/tobacodetermination-content-total-alkaloids-nicotine-continuous-flow-analysis-method-using-30504> (Erişim tarihi; 17.07.2024).
- Çamaş, N., Çalışkan, Ö., Odabaş, M. S., ve Ayan, A. K. (2009a). Organik kökenli gübre dozlarının Esendal tütün çeşidinin verimi ve kalitesi üzerine etkileri. Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi (19-22 Ekim 2009, Hatay) Bildirileri, 251-255.
- Çamaş, N., Karaali, H., Çalışkan, Ö., ve Kurt, D. (2009b). Basma Tütün Çeşit ve Hatlarının Gümüşhacıköy Şartlarında Verim ve Verim Unsurlarının Belirlenmesi. Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi (19-22 Ekim 2009, Hatay) Bildirileri, 247-250.

- Çamaş, N., Karaali, H., ve Özcan, H. (2009c). Erbaa Tütün Üretiminde Yeni Üretim Modelleri. I. Farklı Arazi Şartlarında Yeni Tütün Menşinin Verim ve Kalite Özelliklerinin Araştırılması. Ege İhracatçılar Birliği ve TTL Tütün A.Ş. Agronomi Bölümü (2006-2008) Proje Sonuç Raporu (yayınlanmamış).
- Çamaş, N., Karaali, H., ve Özcan, H. (2008). Erbaa Tütün Üretiminde Yeni Üretim Modelleri. II. İhracata Yönelik Basma Tütün Hatlarının Farklı Gübre Dozları ve Farklı Tepe Kırımı Seviyeleri Uygulamaları ile Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Ege İhracatçılar Birliği ve TTL Tütün A.Ş. Agronomi Bölümü (2006-2007) Proje Sonuç Raporu (yayınlanmamış).
- Çamaş, N., Karaali, H., Kurt, D., ve Kınay, A. (2011). Orta Karadeniz Bölgesi Basma Tipi Tütün Yetiştiriciliğinde Kalite Unsurlarının Değerlendirilmesi. Türkiye IX. Tarla Bitkileri Kongresi (12-15 Eylül 2011, Bursa) Bildirileri, 908-913.
- Dölek, İ. (1984). Marmara bölgesi *Nicotiana tabacum* L. safhat çeşitlerinin bazı morfolojik özellikleri [Doktora Tezi, Tekel Enstitüsü Yayınları, Yayın No: 306].
- Dyulgerski, Y., ve Dimanov, D. (2012). Study on heterozis behaviour related to the leaves size by the tobacco of burley variety group. Acta Agriculturae Serbica, 34(17), 75-82.
- Ekren, S., ve Sekin, S. (2008). Akhisar bölgesi tütünlerinin kimyasal ve ekspertiz özellikleri ve verim ile aralarındaki ilişkilerin saptanması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 45 (3), 165-173.
- Ekren, S., ve İlker, E. (2017). The influence of clipping application on yield and some yield parameters of aegean types tobaccos. Turkish Journal Of Field Crops, 22(2), 218-226. <https://doi.org/10.17557/tjfc.356227>.
- Filiposki, K., Pesevski, M., Ralevic, N., ve Kabranova, R. (2010). Production of oriental tobaccos in the Balkan countries. Tytyh/Tobacco, 60(7-12), 94-102.
- Gay, G. (2020). A tough tobacco. The market for classical oriental tobacco faces many challenges-but this is a hardy business that has survived difficult times before. Tobacco Reporter, <https://tobaccoreporter.com/2020/01/17/a-tough-tobacco/> (Erişim tarihi: 10.01.2024).
- Hukkanen, J., Jacob, P., ve Benowitz, N. L. (2005). Metabolism and disposition kinetics of nicotine, Pharmacol Rev. 57(1),79-115. doi: 10.1124/pr.57.1.3
- Kacar, B. (2012). Analyses of Soil. Nobel Publishing. Ankara, Turkey.
- Karakoç, E. (2021). Tütün yerel çeşitlerinin morfolojik, agronomik ve kimyasal özelliklerinin karakterizasyonu [Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü].
- Karpat, H. (1989). Investigations on taxonomic (*Nicotiana tabacum* L.) characteristics of Samsun-Bafra tobacco varieties [Doctoral Dissertation, Istanbul University, Institute of Science and Technology, Department of Biology].
- Kaya, D. A., ve Ayanoglu, F. (2002). Some morphological and phenological characters of tobacco, (*Nicotiana tabacum* L.) grown in Hatay Province of Turkey. In: Sener B. (eds) Biodiversity. Springer, Boston, MA. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-9242-0\\_44](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-9242-0_44)
- Kınay, A. (2023). Effects of Deficiency and Excess Boron on Nicotine, Phenols and Sugar Contents of Sun-cured Tobacco, Communications in Soil Science and Plant Analysis, 54(1), 62-72. <https://doi.org/10.1080/00103624.2022.2109663>
- Kınay, A., Kurt, D., ve Karakoç, E. (2019). Yield and quality performances of hybrid tobacco developed for Gümüşhacıköy Basma Region. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 7(sp2), 1-6. Doi; <https://doi.org/10.24925/turjaf.v7isp2.1-6.3076>
- Kınay, A., Yılmaz, G., ve Kandemir, N. (2020). Yield and quality properties of some oriental tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) hybrids." Genetika 52(2), 735-750. doi: 10.2298/GENSR2002735K
- Korubin-Aleksoska, A. (2003). Investigation of environmental and genetic variability for stalk height and number of leaves per stalk in some tobacco cultivars and their F1 hybrids. Coresta Meeting Agro-Phyto Groups, Bucharest, Romania
- Kurt, D., ve Yılmaz, G. (2018). Hand groups oriented yield and grade index characters of oriental tobaccos. Anatolia Journal of Agricultural Sciences, 33(3), 254-260. <https://doi.org/10.7161/omuanajas.450842>
- Kurt, D., Saygılı, I., ve Kinay, A. (2023). Genetic, yield and quality variations of Samsun tobacco are still continuing in production areas. Academic Journal of Agriculture, 12(2), 227-238. <https://doi.org/10.29278/azd.1309976>
- Kurt, D. (2019). Seçilmiş Üstün Özellikli Basma Tıp Tütün (*Nicotiana tabacum* L.) Hatlarının Genotip x Çevre İnteraksiyonları [Doktora Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü].
- Kurt, D. (2020). Stability analyses for interpreting genotype by environment interaction of selected oriental tobacco landraces. Turkish Journal of Field Crops, 25(1), 83- 91. <https://doi.org/10.17557/tjfc.748665>
- Kurt, D., ve Kınay, A. (2021). Effects of irrigation, nitrogen forms and topping on sun cured tobacco. Industrial CropsveProducts.162-163276. Doi; 10.1016/j.indcrop.2021.113276
- Leffingwell, J. C. (2001). Chemical constituents of tobacco leaf and differences among tobacco types, Leffingwell Reports, 1(2), 1-56. doi:10.13140/2.1.5173.6645
- Mercimek, H. V. (2016). Oryantal Tütünde (*Nicotiana tabacum* L.) Hasat Sonrası Farklı Kurutma Sistemlerinin Verim ve Kalite Özelliklerine Etkileri [Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü].
- Mitreski, M. (2012). Plant height in some pilep tobacco varieties. Tytyh/Tobacco, 62(7-12), 61-67.
- Açıkgöz, N., ve Açıkgöz, N. (2001). Tarımsal araştırmaların istatistikî değerlendirilmesinde yapılan bazı hatalar I. Tek faktörlü denemeler. Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 11(1), 135-147.
- Peksüslü, A. (1998). Bazı Türk tütün çeşitlerinin İzmir-Bornova koşullarında morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri [Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı].
- Şenbayram, M., Ekren, S., ve Sekin, S. (2006). Ekolojik koşulların ve besin elementlerinin oryantal tütün kalitesi üzerindeki etkileri. Tütün Ekserleri Derneği Bülteni, 75, 13-17.
- Talhout, R., Opperhuizen, A., ve van Amsterdam, J. G. C. (2006). Sugars as tobacco ingredient: effects on mainstream smoke composition. Food and Chemical Toxicology, 44, 1789-1798.
- Uzunoski, M. (1985). Production of tobacco. Economic Journal, Skopje, pp.543.
- Vlase, L., Lorena, F., Mindrutau, I., ve Leucuta, S. (2005). Determination of nicotine from tobacco by LC-MS-MS. Studia Universitatis Babeşbolyai, Physica, 1, 4b.
- Wenping, L., Zhu, L., ve Zhao, S. (2009). Correlation and path coefficient analysis and Euclidean distance clustering for several characters in tobacco germplasm resource. Chinese Tobacco Science, 30, 59-63.
- White, F. H., Pandeya, R. S., ve Dirks, V. A. (1979). Correlation studies among and between agronomic, chemical, physical and smoke characteristics in flue-cured tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). Can. J. Plant Sci. 59, 111-1202.
- Yılmaz, G., ve Kınay, A. (2011) Effects of different nitrogen doses on yield and quality characteristics of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). Proceedings of IX. Field Crops Congress, (12-15 September 2011, Bursa), 951-956.
- Yurtsever, N., (1984). Deneyisel istatistik metotları. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel Yayın No: 56. Ankara.



## The Effect of Weed Control at Different Periods on Antioxidant Content of Faba Bean (*Vicia faba* L.)

Bahadır Şin<sup>1,a,\*</sup>, Melike Köse<sup>2,b</sup>, Mustafa Yılmaz<sup>2,c</sup>

<sup>1</sup>Sakarya University of Applied Sciences, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Sakarya, Türkiye

<sup>2</sup>Sakarya University of Applied Sciences, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Sakarya, Türkiye

\*Corresponding author

### ARTICLE INFO

#### Research Article

Received : 05.10.2024

Accepted : 19.11.2024

#### Keywords:

Faba bean  
Weed control  
Yield  
DPPH  
Sakarya

### ABSTRACT

Faba bean (*Vicia faba* L.) is a significant member of the Fabaceae family, known for its high protein content and rich phenolic compounds essential for human nutrition. These phenolic compounds, which belong to the group of secondary metabolites, serve as important dietary components. Secondary metabolites, act as plant defence mechanisms and can fluctuate under stress conditions. Weeds negatively impact the growth of cultivated plants by competing for nutrients and creating a stressful environment. This study evaluated the effects of weeds on the yield and quality parameters of faba bean. Conducted in Sakarya, the research aimed to determine how weed control frequency affects the yield and some secondary metabolites of faba bean. The experiment used a randomized block design with four replications and included four faba bean genotypes: two registered varieties (Eresen-87 and Salkım) and two local populations (Bilecik and Sakarya). Weed control treatments; comprised weedy control, hoeing every 15 days, and hoeing every 30 days. Measured parameters included plant height (cm), number of pods per plant, number of seeds per pod, 1000 seed weight (g), dry seed yield (g), and DPPH radical scavenging activity (%). Data were analyzed using Duncan's Multiple Range Test with SPSS, revealing statistically significant differences ( $p < 0.05$ ) in all measured parameters. The tallest plants were found in the Salkım×Control plot, while the shortest were in Sakarya×15. The highest number of pods occurred in Sakarya×30, and the lowest in Eresen-87×15. The highest number of seeds per pod was recorded in Bilecik×15, while the lowest was in all treatments of the Salkım variety and the Eresen-87×15 plot. The highest dry seed yield came from Bilecik×15, with the lowest from Eresen-87×30. DPPH activity peaked in Bilecik×Control, indicating significant differences in yield and nutritional content among faba bean genotypes. These findings indicate that different genotypes excel in various agricultural and nutritional characteristics, demonstrating that these differences can play an important role in shaping future production strategies.

<sup>a</sup> [sinbahadir@gmail.com](mailto:sinbahadir@gmail.com)

<sup>b</sup> <https://orcid.org/0000-0002-0109-3662>

<sup>b</sup> [melikek@subu.edu.tr](mailto:melikek@subu.edu.tr)

<sup>b</sup> <https://orcid.org/0000-0001-5061-2441>

<sup>c</sup> [mustafayilmaz@subu.edu.tr](mailto:mustafayilmaz@subu.edu.tr)

<sup>c</sup> <https://orcid.org/0000-0001-5256-245X>



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

### Introduction

Initially domesticated in the Fertile Crescent around 9000–10,000 BC, its cultivation spread over time through Anatolia to Europe and across the Mediterranean. By ancient times, it had become a staple in agricultural systems in regions such as Iraq, Iran, and Syria, supporting early societies with its high protein content and resilience. Throughout history, the faba bean maintained its status as a vital food source in the Middle East, Mediterranean, and Asia. Today, it continues to be widely grown in these areas, underscoring its enduring role in global agriculture (Fouad et al., 2013). Faba bean is nutritionally important due to its high protein content (22-36%), rich amino acid profile, and high levels of various vitamins and minerals. Additionally, its ability to fix nitrogen (130-160 N kg ha<sup>-1</sup>) contributes to

soil fertility, playing a crucial role in crop rotation. This characteristic highlights the faba bean in sustainable agricultural practices (Bond et al., 1985; Duc, 1997; Singh et al., 2013).

Faba beans are commonly used as fresh vegetables, dried seed on the human diet, and animal feed. Additionally, the plant is a natural source of important biological compounds like levodopa (L-dopa). L-dopa, a substance used in the treatment of Parkinson's disease, improves motor functions by increasing dopamine production in nerve cells. Thus, the faba bean is considered a valuable plant in the food and pharmaceutical industries (Nagatsu & Sawada, 2009; Crépon et al., 2010).



The agricultural production of faba beans can be carried out across a wide range of climatic conditions. Its tolerance to cold climates and adaptability to different soil types enable the growth of faba beans in various regions of the world (Ertoy İnci & Toker, 2011; Arya et al., 2024). Faba beans can be grown using both local populations and registered cultivars. Each genotype offers different advantages in agricultural production. Local populations are genotypes that have adapted to specific regions over many years through natural selection and traditional farming methods. These populations generally exhibit resistance to environmental stresses and genetic diversity, although they may demonstrate variability in terms of yield and quality. On the other hand, registered cultivars are specifically bred for high yield and quality. While they are preferred in commercial farming for their stable yield and quality, local populations play a crucial role in preserving genetic diversity and promoting sustainable agriculture (Bayrak & Önder, 2017; Karaköy et al., 2017; Kan et al., 2019).

Faba beans are exposed to various biotic and abiotic stress factors during their growth period. One of the biotic stress factors is the presence of weeds, which compete for resources such as nutrients, water, and light, negatively affecting the plant's productivity. In the faba bean cultivation fields, various weed species have been encountered, including corn poppy (*Papaver rhoeas* L.), dill (*Anethum graveolens* L.), field bindweed (*Convolvulus arvensis* L.), Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.), prickly lettuce (*Lactuca serriola* L.), prostrate knotweed (*Polygonum aviculare* L.), round-leaved fluellen (*Kickxia spuria* (L.) Dumort.), scarlet pimpernel (*Anagallis arvensis* L.), stinking goosefoot (*Chenopodium vulvaria* L.), and wild mustard (*Sinapis arvensis* L.), among other notable weeds (Frenda et al., 2013). This competitive pressure can result in reduced yield parameters such as plant height, pod number, seed yield, and 1000 seed weight (Villegas-Fernández et al., 2024). Consequently, although registered cultivars generally exhibit higher yields than local populations, they often have lower phenolic content, highlighting a trade-off between productivity and nutritional quality.

Weed control is critical for increasing agricultural productivity and protecting plant health. However, the methods used during weed control and their application frequency can significantly affect both yield and biochemical compounds in plants (Gökalp & Üremiş, 2015). Due to the lack of licensed herbicides specifically approved for use in faba bean cultivation, weed control is primarily performed through mechanical means such as hoeing. This method of weed management can influence various plant physiological processes and stress responses. Leguminous plants, such as faba beans, produce biochemical compounds known as secondary metabolites, which enhance the plant's defence mechanisms against environmental stress factors. These compounds enhance the agricultural value of faba beans and are also important for human health. Antioxidants, an important group of secondary metabolites, play a critical role in the defense mechanisms of plants against environmental stressors. The accumulation of free radicals and reactive oxygen species (ROS) in cells due to oxidative stress can vary depending on the biotic and abiotic stress factors the plant encounters

(Isah, 2019). Oxidative stress damages cellular structures, leading to the degradation of proteins, lipids, and DNA, which can cause various diseases. To prevent this damage, plants produce antioxidant compounds that neutralize free radicals. The antioxidant capacity of phenolic compounds with antioxidant properties is determined by the DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) free radical scavenging activity analysis using spectrophotometric methods. The high antioxidant capacity of faba beans has been confirmed through these analyses. In this context, the antioxidant capacity of phenolic compounds in plants like faba beans is of great importance, both for protecting plant health and benefiting human health as well (Rybiński et al., 2019; Shi et al., 2022). Information on the effects of weed control frequency on these compounds is limited, especially regarding biotic stress factors.

This study examines the effects of weed control frequency on certain yield and quality parameters of faba beans in Sakarya. The study aims to determine the responses of different genotypes to these effects. The results obtained should contribute to the development of weed control strategies in faba bean cultivation and to the selection of more productive varieties in terms of secondary metabolites. In this context, the study will provide an important resource for both increasing agricultural productivity and enhancing the nutritional content of faba beans.

## Materials and Methods

The experiment was conducted in the application field of the Agricultural Sciences and Technologies Education Application and Research Center of Sakarya University of Applied Sciences.

### Climatic Characteristics

According to Table 1, the temperatures in Sakarya province during the 2023-24 growing season were generally slightly higher than the long-term averages (LTA). This difference is particularly noticeable in April and June. When we examine the precipitation amounts, there was a significant increase in November and December compared to the long-term averages. However, in February and April, precipitation was lower. In June, the amount of rainfall significantly decreased compared to the LTA (3.0 mm). Relative humidity was generally close to the LTA, although it was slightly lower in April and June. This situation is consistent with the lower rainfall during these periods.

The analysis of the soil properties from the research field indicates that the soil has a loamy texture, is slightly alkaline, and is calcareous. The soil is non-saline, with low levels of phosphorus, potassium, and organic matter (Table 2).

### Experimental Design and Treatments

Four faba bean genotypes were used as plant material: two registered varieties (Eresen-87 and Salkim) and two local populations (Bilecik and Sakarya) collected from different provinces. The experiment was established in a randomized block design with four replications, with a sowing norm of 50 cm between rows, 20 cm within rows, and a sowing depth of 6 cm.

**Table 1. Climate data for the 2023-24 growing season in Sakarya**

Months	Average Temperature (°C)		Total Precipitation (mm)		Average Relative Humidity (%)	
	2023-24	LTA	2023-24	LTA	2023-24	LTA
November	14.1	12.4	177.1	63.1	77.0	83.3
December	10.4	8.3	167.8	113.0	80.8	83.4
January	7.8	6.6	147.5	96.8	80.3	82.0
February	9.6	8.0	54.2	81.4	78.6	80.0
March	10.7	9.5	79.0	78.9	78.9	78.8
April	16.5	13.2	19.9	54.7	71.0	76.4
May	16.1	17.9	75.2	72.0	78.9	76.8
June	24.7	21.9	3.0	85.0	66.8	77.3

Sakarya Provincial Meteorology Directorate, LTA: Long Term Averages

**Table 2. Soil properties of the research area**

Soil Properties	Analysis Results	Classification
Soil Texture (%)	48.1	Loamy
pH	7.51	Slightly alkaline
Lime (CaCO <sub>3</sub> %)	3.98	Calcareous
Total Salt (%)	0.005	Non-saline
Phosphorus (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg da <sup>-1</sup> )	0.057	Very low
Potassium (K <sub>2</sub> O kg da <sup>-1</sup> )	18.51	Low
Organic Matter (%)	1.45	Low

### **Soil Characteristics**

To determine the effects of weed control at different intervals on certain yield and quality elements, the genotypes were subjected to three different treatments: plots with no weed control, plots with weed control applied was performed every 15 days, and plots where weed control was performed every 30 days. After harvest, parameters such as plant height (cm), number of pods per plant (count), number of seeds per pod (count), 1000 seed weight (g), dry seed yield (g), and DPPH radical scavenging activity (%) were measured. Observations and measurements were taken according to the standards of the International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV, 2024). DPPH contents were determined using the method proposed by Faller and Fialho. To 0.1 ml of the ground and extracted sample, 3.9 ml of DPPH (TCI, Japan) solution prepared at a concentration of 0.1 mM in 80% methanol was added. The samples were covered with aluminum foil and kept in a light-proof environment for 30 minutes. Then, the absorbance values of the samples were measured at a wavelength of 517 nm using a spectrophotometer (Faller and Fialho, 2009). DPPH contents were calculated using the formula: “% Inhibition = [(Control absorbance – Extract absorbance) / Control absorbance] × 100.” The obtained data were subjected to Duncan’s Multiple Range Test using the SPSS statistical software package. The statistical analyses were conducted at a 5% confidence interval level.

### **Results and Discussion**

The findings provide a detailed account of the responses of each parameter examined in the study to the various treatments applied. In this table, the varieties are presented along with their respective treatments. The entries labelled ‘Genotype×Control’ represent the plots where no weed control was applied, ‘Genotype×15’ indicates the plots where weed control was performed every 15 days, and ‘Genotype×30’ refers to the plots where weed control was applied every 30 days.

The data for plant height, number of pods per plant, number of seeds per pod, 1000 seed weight, dry seed yield, and DPPH content, which are among the parameters examined in the study, presented in Table 3.

According to Table 3, the tallest plant height was observed in the Salkım×Control genotype (114.0 cm). The shortest plant height was recorded in the Sakarya×15 genotype (98.4 cm). In terms of the number of pods, the Sakarya×30 genotype outperformed the others with 16.1 pods. In contrast, the lowest number of pods was found in the Eresen-87×15 genotype (9.3 pods). The highest number of seeds per pod was observed in the Bilecik×15 genotype (3.40 seeds). The lowest seed counts were recorded in the Salkım×Control (2.87 seeds), Salkım×30 (2.92 seeds), Eresen-87×15 (2.95 seeds), and Salkım×15 (2.97 seeds) genotypes. Compared to previous studies, Alan & Geren (2006) reported that faba bean plant heights ranged from 79.4 to 130.1 cm. In a study by Pekşen & Gülümser (2007) that examined yield parameters using local faba bean populations, lines, and varieties, the number of pods per plant was found to range between 10.70 and 18.38 pods. In another study that evaluated seed number per pod as one of the parameters, the range was reported to be 2.91 to 8.60 seeds per pod (Pekşen, 2006). When evaluating the data, we found that the results of our study were consistent with previous research.

The highest 1000-seed weight was observed in the Eresen-87×Control genotype (1.616 g), while the lowest values were found in the Bilecik×30 (1.097 g), Sakarya×30 (1.101 g), and Bilecik×15 (1.114 g) genotypes. Regarding dry seed yield, the Bilecik×15 genotype had the highest yield (564.0 kg da<sup>-1</sup>), while the Eresen-87×30 genotype showed the lowest yield (244.7 kg da<sup>-1</sup>). The DPPH value, which represents antioxidant activity, was the highest in the Bilecik×Control genotype (36.1%) and the lowest in the Sakarya×15 (31.1%) and Bilecik×15 (31.2%) genotypes. In a study evaluating weight of 100 seeds, it was reported to range between 144.4-213.9 g (Pekşen, 2007).

Table 3. Average values of parameters researched in the study

Genotype	Appli- cation	Plant Height (cm)	Number of Pods (per plant)	Number of Seeds (per pod)	1000 Seed Weight (g)	Dry Seed Yield (kg da <sup>-1</sup> )	DPPH (%)
Eresen-87	Weed	105.8 <sup>abcd</sup>	10.7 <sup>cde</sup>	3.05 <sup>ab</sup>	1.626 <sup>a</sup>	295.0 <sup>efg</sup>	33.6 <sup>abc</sup>
	15	107.5 <sup>abc</sup>	9.3 <sup>e</sup>	2.95 <sup>b</sup>	1.461 <sup>b</sup>	422.7 <sup>bc</sup>	33.0 <sup>bc</sup>
	30	109.3 <sup>ab</sup>	13.1 <sup>b</sup>	3.12 <sup>ab</sup>	1.339 <sup>cd</sup>	244.7 <sup>g</sup>	34.4 <sup>ab</sup>
	Average	107.5	11.0	3.04	1.475	333.0	33.7
Salkım	Weed	114.0 <sup>a</sup>	9.6 <sup>cd</sup>	2.87 <sup>b</sup>	1.406 <sup>bc</sup>	264.9 <sup>fg</sup>	33.4 <sup>abc</sup>
	15	104.6 <sup>bcd</sup>	11.5 <sup>bcd</sup>	2.97 <sup>b</sup>	1.314 <sup>cd</sup>	349.6 <sup>de</sup>	31.7 <sup>bc</sup>
	30	107.0 <sup>abc</sup>	10.0 <sup>cde</sup>	2.92 <sup>b</sup>	1.248 <sup>de</sup>	331.3 <sup>def</sup>	33.7 <sup>abc</sup>
	Average	108.5	10.4	2.92	1.323	315.0	32.9
Bilecik	Weed	106.3 <sup>abcd</sup>	11.6 <sup>bc</sup>	3.15 <sup>ab</sup>	1.194 <sup>ef</sup>	322.7 <sup>def</sup>	36.1 <sup>a</sup>
	15	106.4 <sup>abcd</sup>	12.7 <sup>b</sup>	3.40 <sup>a</sup>	1.114 <sup>f</sup>	564.0 <sup>a</sup>	31.2 <sup>c</sup>
	30	105.5 <sup>bcd</sup>	13.2 <sup>b</sup>	3.17 <sup>ab</sup>	1.097 <sup>f</sup>	440.9 <sup>b</sup>	31.7 <sup>bc</sup>
	Average	106.1	12.5	3.24	1.135	443.0	33.0
Sakarya	Weed	110.8 <sup>ab</sup>	11.3 <sup>bcd</sup>	3.20 <sup>ab</sup>	1.172 <sup>ef</sup>	336.0 <sup>de</sup>	31.5 <sup>bc</sup>
	15	98.4 <sup>d</sup>	11.9 <sup>bc</sup>	3.22 <sup>ab</sup>	1.198 <sup>ef</sup>	374.9 <sup>cd</sup>	31.1 <sup>c</sup>
	30	100.4 <sup>cd</sup>	16.1 <sup>a</sup>	3.20 <sup>ab</sup>	1.101 <sup>f</sup>	319.7 <sup>def</sup>	32.3 <sup>bc</sup>
	Average	103.2	13.1	3.21	1.157	344.0	31.6
Overall Average		106.3	11.7	3.10	1.272	358.6	32.8

p<0.05

In another study examining the yield elements of different genotypes, dry seed yield was found to range between 221.7-479.0 kg da<sup>-1</sup>. Saini et al. (2016) reported that DPPH content ranged from 22.8% to 73.5% in a study investigating antioxidant activity in dry seeds. When evaluating the relevant data, the results of our study are similar in terms of 1000-seed weight and are consistent in dry seed yield, except for the Bilecik×15 plot, which showed the highest yield. The increase in yield in plots where hoeing was performed every 15 days is also notable. When comparing DPPH content, the results of our study are in harmony with those of previous studies.

In a general assessment, these results reveal significant differences between the genotypes in terms of plant height, pod number, and seed number per pod. The Sakarya×30 genotype stands out in terms of pod number, while the Salkım×Control genotype showed the highest value in plant height. The Bilecik×15 genotype had the highest number of seeds per pod. The Eresen-87×Control genotype stood out in terms of 1000-seed weight, while the Bilecik×15 genotype, despite not having the highest values for dry seed yield or antioxidant activity, showed satisfactory results. On the other hand, the Bilecik×Control genotype attracted attention with the highest DPPH value in terms of antioxidant activity. These findings could help shape future production strategies by highlighting the superior agricultural and nutritional traits of different genotypes.

### Conclusion

This study has revealed significant differences in the agricultural performance and nutritional content of different faba bean genotypes. While the Sakarya×30 genotype showed superior performance in terms of pod number, the Salkım×Control genotype recorded the highest value in terms of plant height. The highest seed number per pod was observed in the Bilecik×15 genotype. The Eresen-87×Control genotype stood out in terms of 1000 seed weight, whereas the Bilecik×15 genotype presented

satisfactory results in critical parameters such as dry seed yield and antioxidant activity. Particularly, the Bilecik×Control genotype drew attention with its high DPPH value, reflecting its strong antioxidant activity. These findings emphasize the superior agricultural and nutritional traits of various genotypes and suggest that these genotypes could play a crucial role in shaping future production strategies.

### Declarations

This study was supported by Sakarya University of Applied Sciences Scientific Research Projects Commission under the grant no: 171-2023.

This paper was presented in III. International (XV. National) Field Crops Congress.

### References

- Alan, Ö. & Geren, H. (2006). Ödemiş-İzmir koşullarında yetiştirilen bazı bakla (*Vicia faba* var. major) Çeşitlerinin tohum verimi ve diğer bazı özellikleri üzerinde bir araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 43(1), 13-20. ISSN 1018-8851.
- Arya, R. K., Dahiya, G. S., Kumar, R., Gill, R. K., Tiwari, J. K., Yadav, C. B., & Kant, S. (2024). Development of novel faba bean (*Vicia faba* L.) for release as a new cultivar with high yield and protein content. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 71(6), 2831-2842. <https://doi.org/10.1007/s10722-023-01807-1>.
- Bayrak, H., & Önder, M. (2017). Konya ekolojisi'nde tarımı yapılan yerel nohut popülasyonları ve çeşitlerinin (*Cicer arietinum* L.) tarımsal, teknolojik ve besinsel karakterlerinin belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26, 52-61. <https://doi.org/10.21566/tarbitderg.359119>.
- Bond, D. A., Lawes, D. A., Hawtin, G. C., Saxena, M. C., & Stephens, J. S. (1985). In R. J. Summerfield, & E. H. Roberts (Eds.), *Faba Bean (Vicia faba L.)*. Grain Legume Crops. (pp. 199-265) 8 Grafton Street, London, W1X 3LA, UK: William Collins Sons Co. Ltd.

- Crépon, K., Marget, P., Peyronnet, C., Carrouée, B., Arese, P., & Duc, G. (2010). Nutritional value of faba bean (*Vicia faba* L.) seeds for feed and food. *Field Crops Research*, 115(3), 329-339. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.09.016>.
- Duc, G. (1997). Faba bean (*Vicia faba* L.). *Field Crops Research*, 53(1-3), 99-109.
- Ertöy İnci, N., & Toker, C. (2011). Screening and selection of faba beans (*Vicia faba* L.) for cold tolerance and comparison to wild relatives. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 58, 1169-1175. <https://doi.org/10.1007/s10722-010-9649-2>.
- Isah, T. (2019). Stress and defense responses in plant secondary metabolites production. *Biological research*, 52. <https://doi.org/10.1186/s40659-019-0246-3>.
- Faller, A. L. K., & Fialho, E. (2009). The antioxidant capacity and polyphenol content of organic and conventional retail vegetables after domestic cooking. *Food Research International*, 42(1), 210-215. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2008.10.009>.
- Frenda, A. S., Ruisi, P., Saia, S., Frangipane, B., Di Miceli, G., Amato, G., & Giambalvo, D. (2013). The critical period of weed control in faba bean and chickpea in Mediterranean areas. *Weed Science*, 61(3), 452-459. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-397935-3.00005-0>.
- Fouad, M., Mohammed, N., Aladdin, H., Ahmed, A., Xuxiao, Z., Shiyang, B., & Tao, Y. (2013). *Faba bean*. Genetic and Genomic Resources of Grain Legume Improvement. 113-136.
- Gökalp, Ö. & Üremiş, İ. (2015). Mardin'de buğday ürününe karışan yabancı ot tohumlarının belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(1):23-30. ISSN: 1300-9362.
- Kan, M., Sözen, Ö., Kan, A., Karadavut, U., & Yağmur, M. (2019). Orta Kızılırmak Vadisi'nde üretici şartlarında yerel kuru fasulye popülasyonlarının doğal kaynak ekonomisi açısından genel değerlendirilmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(3), 389-398. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogavi.500621>.
- Karaköy, T., Demirbaş, A., Toklu, F., Karagöl, E. T., Uncuer, D., Gürsoy, N., & Özkan, H. (2017). Ülkemizin farklı bölgelerinden toplanan bakla (*Vicia faba* L.) yerel popülasyonlarının agronomik ve morfolojik karakterizasyonu. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 20, 356-361. <https://doi.org/10.18016/ksudobil.349299>.
- Nagatsu, T., & Sawada, M. (2009). L-dopa therapy for Parkinson's disease: past, present, and future. *Parkinsonism & Related Disorders*, 15, 3-8. [https://doi.org/10.1016/S1353-8020\(09\)70004-5](https://doi.org/10.1016/S1353-8020(09)70004-5).
- Pekşen, E. & Artık, C. (2006). Bazı yöresel bakla (*Vicia faba* L.) popülasyonlarının bitkisel özellikleri ve tane verimlerinin belirlenmesi. *Journal of Agricultural Sciences*, 12(2), 270-277. [https://doi.org/10.1501/Tarimbil\\_0000000479](https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000000479).
- Pekşen, E. & Gülümser, A. (2007). Sonbahar ve ilkbaharda ekilen bakla (*Vicia faba* L.) genotiplerinin bazı bitkisel özellikler ve tane verimi bakımından karşılaştırılması. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 22(1), 79-85.
- Pekşen, E. (2007). Bakla (*Vicia faba* L.)'da özellikler arasındaki ilişkiler ve tane verimi bakımından seleksiyon kriterlerinin belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 22(1), 73-78.
- Rybiński, W., Karamać, M., Sulewska, K., & Amarowicz, R. (2019). Antioxidant activity of faba bean extracts. *Plant Extracts*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.85534>.
- Saini, P., Singh, P., Dubey, S., & Srivastava, A. (2016). Effect of different processing methods on polyphenolic content and antioxidant activity of broad beans (*Vicia faba* L.). *International Journal of Current Research and Review*, 8(13), 6.
- Shi, S. H., Lee, S. S., Zhu, Y. M., Jin, Z. Q., Wu, F. B., & Qiu, C. W. (2022). Comparative metabolomic profiling reveals key secondary metabolites associated with high quality and nutritional value in broad bean (*Vicia faba* L.). *Molecules*, 27(24), 8995. <https://doi.org/10.3390/molecules27248995>.
- Singh, A. K., Bharati, R. C., Manibhushan, N. C., & Pedpati, A. (2013). An assessment of faba bean (*Vicia faba* L.) current status and future prospect. *African Journal of Agricultural Research*, 8(50), 6634-6641. <https://doi.org/10.5897/AJAR2013.7335>.
- UPOV (International Union for The Protection of New Varieties of Plants), (2024). Guidelines for the Conduct of Tests for Distinctness, Uniformity and Stability. [https://www.upov.int/edocs/mdocs/upov/en/twa\\_46/tg\\_8\\_7\\_proj\\_3.pdf](https://www.upov.int/edocs/mdocs/upov/en/twa_46/tg_8_7_proj_3.pdf). (Access date: 02.09.2024).
- Villegas-Fernández, Á. M., Amarna, A. A., Moral, J., & Rubiales, D. (2024). Intercropping as a strategy for weed management in faba bean (*Vicia faba* L.). *Agronomy*, 14(6), 1170. <https://doi.org/10.3390/agronomy14061170>.



## Determination of Yield and Some Yield Characteristics of Rye Genotypes at Different Sowing Densities

Kübra Özdemir Dirik<sup>1,a,\*</sup>

<sup>1</sup>Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Tokat/Türkiye

\*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 30.10.2024 Accepted : 02.12.2024</p> <p><b>Keywords:</b> <i>Secale cereale</i>, Yield Performance Sowing density Genotype</p>	<p>Rye is an important grain used primarily for animal feed but also for the production of bread flour, biogas, bioethanol or alcohol. It is important to determine appropriate sowing densities in order to obtain high grain yield in ecological regions where rye is produced. The research was carried out in Tokat-Kazova conditions in the 2022-2023 and 2023-2024 growing periods, on two rye genotypes one registered cultivar (Aslım-95) and one cultivar candidate (Cerit), by applying 4 different sowing densities (350, 450, 550, 650 seeds/m<sup>2</sup>). The study was established in a Randomized Blocks Split Plot Trial Design, with three replications by placing genotypes in the main plots and planting densities in the sub-plots. In the study, number of spike per square meter, spike length, number of grains per spike, single spike yield, thousand grain weight, hectolitre weight and grain yield were determined. The average of the years, for number of spike per square meter varied between 526-630, spike length 9.4-12.2 cm, number of grains per spike 29.2-43.8, single spike yield 0.95-1.65 g, thousand grain weight 29.3-33.1 g, hectolitre weight 69.5-71.4 kg and grain yield 261.3-373.4 kg/da. When we evaluate the genotypes in themselves; higher values were obtained from Aslım-95 cultivar in thousand grain weight, and from Cerit genotype in other characteristics. According to the genotypes, the highest grain yield was obtained from the Cerit genotype with 325.9 kg/da, and according to the densities, it was obtained with 347.3 kg/da at a density of 350 seeds/m<sup>2</sup>.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(s3): 2704-2709, 2024

## Farklı Ekim Sıklıklarında Çavdar Genotiplerinin Verim ve Bazı Verim Özelliklerinin Belirlenmesi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 30.10.2024 Kabul : 02.12.2024</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b> <i>Secale cereale</i> Verim Performans Ekim sıklığı Genotip</p>	<p>Çavdar, öncelikle hayvan yemi olmak üzere, ekmeke unu, biyogaz, biyoetanol veya alkol üretiminde kullanılan önemli bir tahıldır. Çavdar üretimi yapılan ekolojik bölgelerde yüksek tane verimi elde etmek için uygun ekim sıklıklarının belirlenmesi önemlidir. Araştırma 2022-2023 ve 2023-2024 yetiştirme dönemlerinde Tokat-Kazova koşullarında bir adet tescilli çeşit (Aslım-95), bir adette çeşit adayı (Cerit) olmak üzere 2 adet çavdar genotipinde 4 farklı ekim sıklığı (350, 450, 550, 650 tohum/m<sup>2</sup>) uygulanarak yürütülmüştür. Denemeler tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseninde, ana parsellere genotipler, alt parsellere ekim sıklıkları yerleştirilerek üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Çalışmada metrekarede başak sayısı, başak uzunluğu, başakta tane sayısı, tek başak verimi, bin tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı ve tane verimi belirlenmiştir. Yılların ortalamasına göre, metrekarede başak sayısı 526-630 adet, başak uzunluğu 9,4-12,2 cm, başakta tane sayısı 29,2-43,8 adet, tek başak verimi 0,95-1,65 g, bin tane ağırlığı 29,3-33,1 g, hektolitre ağırlığı 69,5-71,4 kg ve tane verimi ise 261,3-373,4 kg/da arasında değişmiştir. Genotipleri kendi içerisinde değerlendirdiğimizde; bin tane ağırlığı bakımından Aslım-95 çeşidinden, diğer özellikler bakımından ise Cerit genotipinden yüksek değerler elde edilmiştir. En yüksek tane verimi genotiplere göre 325,9 kg/da ile Cerit genotipinden, sıklıklara göre ise 347,3 kg/da ile 350 tohum/m<sup>2</sup> sıklıkta elde edilmiştir.</p>

kubra.ozdemir@gop.edu.tr

<https://orcid.org/0000-0002-6901-561X> |



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

## Giriş

Adaptasyon yeteneği yüksek bir tahıl olan çavdar, hayvan yemi başta olmak üzere insan beslenmesinde de doğrudan ve dolaylı olarak kullanılmaktadır. Çavdarın güçlü kök sistemi sayesinde toprakta bulunan besin elementlerinden ve sudan en iyi şekilde faydalanması, soğuğa ve sıcağa dayanıklı olması, yağış miktarı düşük, engebeli, taşlı, organik maddesi düşük olan verimsiz alanlarda yetiştirilebilmesi adaptasyon sınırlarının daha geniş olmasını sağlamaktadır. Bununla birlikte, son yıllarda çavdarın ekim alanlarında daralmalar görülmektedir. Bu durum, dekara tane veriminin istenilen düzeyde olmaması, yabancı tozlanan bir bitki olması nedeniyle tane yapısı ve rengindeki karışıklıklar nedeniyle dışarıda fiyatların düşük olmasından kaynaklanmaktadır.

Dünyada çavdar ekim alanı yaklaşık 4,0 milyon ha olup, bu alanlardan elde edilen üretim miktarı yaklaşık 13,1 milyon ton, dekara tane verimi ise yaklaşık 327 kg'dır (FAO, 2022). Türkiye'de ise çavdar ekimi yaklaşık 99 bin ha alanda yapılmakta olup, üretim miktarı 305 bin ton, dekara verim ise 308 kg'dır (TÜİK, 2023).

Bitki yetiştiriciliğinde genotipik özellikler, çevre şartları ve yetiştirme teknikleri verim ve kaliteye etki eden unsurların başında gelmektedir. Bitkisel üretimde çevre şartlarına müdahale edilemeyeceğinden genetik özellikler ve yetiştirme teknikleriyle tane verimi ve kalite artırılabilir. Birim alandan alınan tane verimini artırmak için pek çok çalışma yapılmakta olup bunlardan biri de her bitki için uygun ekim sıklığının belirlenmesi ile ilgili çalışmalardır. Tahıllarda, birim alandaki fertil başak sayısı, bitkide fertil kardeş sayısı, başakta tane sayısı ve başakta tane verimi gibi faktörler birim alan tane verimine doğrudan etkili olup, tohum miktarı ve sıra aralığına göre değişebilmektedir (Öztürkci, 2009). Ekim sıklığı, yüksek tohum masrafı nedeniyle tarımda önemli bir faktördür (Macholdt & Honermeier, 2017). Bu yüzden ekim sıklıklarının çeşitlerde değişen verim üzerindeki etkilerinin belirlenmesi önemlidir. Yozgat koşullarında Aslım-95 çavdar çeşidi ve iki yerel çavdar genotipiyle (Bayburt ve Yozgat) yürütülen çalışmada Bayburt yerel genotipinden en yüksek tane verimi elde edilmiş ve kalite özellikleri bakımından yerel genotiplerin Aslım-95 çeşidinden üstün olduğu bildirilmiştir (Erbaş Köse & Mut, 2022).

Çalışmada; Tokat-Kazova koşullarında farklı ekim sıklıklarında çavdar genotiplerinin verim ve bazı verim özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## Materyal ve Yöntem

Denemeler 2022-2023 ve 2023-2024 çavdar yetiştirme dönemlerinde Orta Karadeniz Bölgesinde Tokat-Kazova koşullarında (40° 18' kuzey enlemi ile 36° 34' doğu boylamı, 623 m rakım) Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi deneme alanlarında yürütülmüştür. Deneme alanının uzun yıllar ve araştırma yıllarına ait bazı iklim verileri Çizelge 1'de, deneme alanlarının toprak analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Çalışmada materyal olarak Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nden temin edilen bir adet tescilli çeşit (Aslım-95), bir adette çeşit adayı (Cerit) olmak üzere 2 adet çavdar genotipi kullanılmıştır. Denemeler çavdar genotiplerinde 4 farklı ekim sıklığı (350, 450, 550, 650 tohum/m<sup>2</sup>) uygulanarak, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre, ana parsellere genotipler, alt parsellere ekim sıklıkları yerleştirilerek üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Ekimler, 4 m uzunluğunda parsellere 20 cm sıra arası mesafede 4 sıra halinde elle yapılmıştır. Gübreleme dekara 10 kg N ve 6 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> olacak şekilde yapılmıştır. Azotun yarısı ve fosforun ise tamamı ekimle birlikte verilmiş, azotun geri kalan kısmı ise sapa kalkma döneminde verilmiştir. Yabancı ot kontrolü 2,4-D etkili madde içeren bir herbisit ile yapılmıştır. Bitkiler hasat olgunluğuna geldiğinde, çim biçme makasları ile elle hasat edilmiş ve çavdar demetleri tarlada kurutulduktan sonra makinayla harmanlanmıştır. Çalışmada metrekarede başak sayısı, bin tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı ve alınan 20 başakta tek başak verimi Kırtok ve ark. (1988)'na, alınan 20 başakta başak uzunluğu ve başakta tane sayısı Akçura (2006)'ya, tane verimi ise Nawaz ve ark. (2013)'na göre belirlenmiştir.

Deneme yıllarından elde edilen verilerin istatistik analizleri deneme yılları birleştirilerek, JMP paket programı kullanılarak tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre yapılmış ve önemlilik düzeyleri belirlenmiştir. Yapılan analizlerde ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD testine göre gruplandırılmıştır (Gülümser ve ark., 2013; Amdekar, 2014).

Çizelge 1. Denemenin yürütüldüğü yetiştirme yılları ve uzun yıllar ortalamasına ait (UYO: 1970-2023) bazı iklim verileri\*

Table 1. The average of growing years in which the experiment was carried out and the long years average climate data (LYA: 1970-2023)

	Toplam yağış (mm)			Ortalama sıcaklık (°C)			Ortalama nispi nem (%)		
	2022-23	2023-24	UYO	2022-23	2023-24	UYO	2022-23	2023-24	UYO
Kasım	40,8	50,9	41,7	10,6	12,7	7,8	68,3	60,5	69,2
Aralık	25,2	33,0	41,2	6,6	7,2	3,6	79,7	75,1	71,8
Ocak	4,0	60,7	40,7	3,7	4,8	1,9	69,7	73,4	69,2
Şubat	40,2	6,9	32,0	2,7	8,3	3,6	66,3	57,0	63,8
Mart	45,4	34,4	41,2	9,5	8,9	7,5	66,6	64,4	60,2
Nisan	118,3	16,9	55,8	12,4	17,2	12,5	66,9	50,8	58,4
Mayıs	52,8	84,5	61,1	15,6	15,9	16,3	64,5	63,8	60,8
Haziran	74,5	6,5	42,1	20,4	23,3	19,7	65,9	52,4	59,9
Temmuz	41,3	18,0	12,6	22,3	24,6	22,2	57,4	57,4	57,3
Top./Ort.	442,5	311,8	368,4	11,5	13,7	10,6	67,3	61,6	63,4

\*: Tokat Meteoroloji İl Müdürlüğü (2024)

Çizelge 2. Deneme alanlarına ait toprak analizi sonuçları

Table 2. Soil analysis results of the experimental areas

	Tekstür sınıfı	Organik madde (%)	Toplam tuz (%)	Toprak reaksiyonu (pH)	Kireç (CaCO <sub>3</sub> )(%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/da)	K <sub>2</sub> O (kg/da)
2022-23*	Killi-Tınlı	1,48	0,015	7,9	9,50	4,10	47,7
2023-24**	Killi-Tınlı	1,03	0,023	7,8	16,32	7,30	86,01

\*: Toprak, Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara;\*\*: Orta Karadeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Tokat

Çizelge 3. İncelenen özelliklere ait verilerin birleşik yıllara ait varyans analizi sonucu bulunan kareler ortalaması ve önemlilikleri

Table 3. The mean of squares and their significance found as a result of the variance analysis of the data of the examined features for the combined years

	SD	MBS	BU	BTS	TBV	BTA	HLA	TV
Yıl (Y)	1	170408*	1,27	168,8	0,44	4,69	56,3**	45713,5**
Tekerrür (T)	4	13553,6	2,18	71,9	0,22	2,37	4,24	10396,9*
Genotip (G)	1	22102,1	7,52	225,3	0,59	0,07	3,10	20398,1*
YxG	1	752,1	0,05	140,1	0,22	0,37	1,47	980,1
Hata 1	4	14763	3,15	64,8	0,14	5,75	0,86	1160,7
Ekim sıklığı (ES)	3	6587,5	6,29**	224,7**	0,47**	17,5**	3,45*	13682
YxES	3	21909,7	0,28	15,7	0,01	1,21	2,37	3947,2
GxES	3	9056,3	1,11	19,4	0,10	2,84	1,11	5881,9
YxGxES	3	11253,5	0,98	69,3	0,14	5,06	0,66	5783,1
Hata 2	24	9034,0	1,07	40,5	0,10	1,74	1,10	5490,4

\*: %5 düzeyinde önemli, \*\*: %1 düzeyinde önemli, SD: Serbestlik derecesi, MBS: Metrekarede başak sayısı (adet), BU: Başak uzunluğu (cm), BTS: Başakta tane sayısı (adet), TBV: Tek başak verimi (g), BTA: Bin tane ağırlığı (g), HLA: Hektolitire ağırlığı (kg), TV: Tane verimi (kg/da)

Çizelge 4. Farklı ekim sıklıklarında çavdar genotiplerinin metrekarede başak sayılarına ve başak uzunluklarına ait ortalama değerler

Table 4. Average values of spike numbers per square meter and spike lengths of rye genotypes at different sowing densities

Ekim sıklıkları (tohum/m <sup>2</sup> )	Metrekarede başak sayısı (adet)			Başak uzunluğu (cm)		
	Genotipler		Ekim sıklığı ort.	Genotipler		Ekim sıklığı ort.
	Aslım-95	Cerit		Aslım-95	Cerit	
350	546	528	537	10,7	12,2	11,5 a**
450	526	610	568	10,6	10,6	10,6 b
550	583	595	589	9,4	10,0	9,7 c
650	536	630	583	10,0	11,0	10,5 bc
Genotip ort.	548	591		10,2	11,0	
Yıl ort.	2022-2023 629 a*		2023-2024 510 b	2022-2023 10,4		2023-2024 10,7
C.V. (%)	16,70			9,79		

\*: %5 düzeyinde önemli, \*\*: %1 düzeyinde önemlidir.

## Bulgular ve Tartışma

İki genotip ve dört farklı ekim sıklığı uygulanan çalışmada birleştirilmiş yıllara ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir.

### Metrekarede Başak Sayısı (adet)

İki farklı çavdar genotipi ve dört farklı ekim sıklığıyla yürütülen bu çalışmada metrekarede başak sayısı bakımından yıllar arasında önemli farklılıklar saptanmıştır (Çizelge 4). İki yılın ortalama sonuçlarına göre genotiplerin metrekarede başak sayıları 526-630 adet arasında değişmiş olup, metrekarede başak sayısı en fazla 650 tohum/m<sup>2</sup> sıklıkta Cerit genotipinden, en az ise 450 tohum/m<sup>2</sup> sıklıkta Aslım-95 çeşidinden elde edilmiştir. Çalışmada genotiplerin ortalamasına göre, metrekarede başak sayısı Cerit genotipinde 591 adet, Aslım-95 çeşidinde 548 adet olarak belirlenmiştir (Çizelge 4). Metrekarede başak sayısının yıllara, genotipik özelliklere, ekolojik özelliklere göre değiştiği belirtilmiştir (Sencar ve ark., 1998; Akalın, 2009; Karataş ve ark., 2020). Birleştirilmiş yıllar sonuçlarında, ekim sıklıklarına göre metrekarede başak sayısı 537-589 adet arasında

değişmiştir. Çalışmada 350, 450 ve 550 tohum/m<sup>2</sup> ekim sıklıklarında, sıklık arttıkça metrekarede başak sayısı belirli seviyeye kadar artmış, 650 tohum/m<sup>2</sup> sıklıkta ise 550 tohum/m<sup>2</sup> sıklığına göre bir azalma görülmüştür (Çizelge 4). Tohum miktarının artmasıyla metrekaredeki bitki sayısının ve fertil başak sayısının da arttığı bildirilmiştir (Öztürkci, 2009; Aksoy, 2019). Yılların ortalamasına göre metrekarede başak sayısı ilk yıl 629 adet bulunurken ikinci yıl önemli bir şekilde azalarak 510 adet bulunmuştur. Bu düşüşün ilk yıl düşen toplam yağış miktarının (442,5 mm) ikinci yıla göre (311,8 mm) fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Çizelge 1).

### Başak Uzunluğu (cm)

Başak uzunluğu bakımından birleştirilmiş yıllarda ekim sıklıkları arasında önemli farklılıklar saptanmış olup, başak uzunluğu en uzun 11,5 cm ile 350 tohum/m<sup>2</sup> sıklıkta, en kısa ise 9,7 cm ile 550 tohum/m<sup>2</sup> sıklıkta elde edilmiştir (Çizelge 4). Ekim sıklığı arttıkça su ve besin maddesi rekabetinin artmasıyla başak uzunluğunun azaldığı bildirilmiştir (Peltonen-Sainio ve ark., 2002). Birleştirilmiş yıllara göre genotiplerin başak uzunlukları 9,4-12,2 cm arasında

değişiklik göstermiştir. Genotip  $\times$  sıklık interaksiyonuna göre en uzun başak uzunluğu 350 tohum/m<sup>2</sup> sıklıkta Cerit genotipinden, en kısa başak uzunluğu ise 550 tohum/m<sup>2</sup> sıklıkta Aslım-95 çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 4). Başak uzunluğunun büyük ölçüde genetik faktörlerden etkilenmesinin yanında çevre koşullarından da etkilendiği (Kabak, 2017; Aksoy, 2019) ayrıca başak uzunluğunun farklı ekolojilere ve yıllara göre değişebileceği (Öztürkci, 2009) bildirilmiştir. Başak uzunluğunun genotipe bağlı bir özellik olduğu, genellikle uzun başaklı genotiplerin verimlerinin daha yüksek olduğu ve ıslah programlarında başağı uzun genotiplerin seçilmesi gerektiği önerilmektedir (Bilgin & Korkut, 2005; Atak ve ark., 2021). Çalışmamızda da başak uzunluğu daha uzun olan Cerit genotipinin tane veriminin de Aslım-95 çeşidine göre daha fazla olduğu belirlenmiştir (Çizelge 7).

### Başakta Tane Sayısı (adet)

Çalışmada birleştirilmiş yıllarda ekim sıklığının başakta tane sayısı üzerine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (Çizelge 5). Başakta tane sayısı en fazla 41,4 adet ile 350 tohum/m<sup>2</sup> sıklıkta, en az ise 31,2 adet ile 550 tohum/m<sup>2</sup> sıklıkta elde edilmiştir (Çizelge 5). Genotip  $\times$  sıklık interaksiyonuna göre başakta tane sayıları 29,2-43,8 adet arasında değişmiş, başakta tane sayısı en fazla 350 tohum/m<sup>2</sup> sıklıkta Cerit genotipinde, en az da 550 tohum/m<sup>2</sup> sıklıkta Aslım-95 çeşidinde belirlenmiştir (Çizelge 5). Yürütülen bu çalışmanın aksine başka çalışmalarda, başakta tane sayısı üzerine genotip etkisinin önemli olduğu bildirilmiştir (Karataş ve ark., 2020; Atak ve ark., 2021).

Çizelge 5. Farklı ekim sıklıklarında çavdar genotiplerinin başakta tane sayılarına ve tek başak verimlerine ait ortalama değerler  
Table 5. Average values of grain numbers per spike and single spike yield of rye genotypes at different sowing densities

Ekim sıklıkları (tohum/m <sup>2</sup> )	Başakta tane sayısı (adet)			Tek başak verimi (g)		
	Genotipler		Ekim sıklığı ort.	Genotipler		Ekim sıklığı ort.
	Aslım-95	Cerit		Aslım-95	Cerit	
350	39,0	43,8	41,4 a**	1,23	1,65	1,44 a**
450	38,0	39,2	38,6 a	1,18	1,31	1,24 a
550	29,2	33,2	31,2 b	0,95	0,97	0,96 b
650	33,8	41,2	37,5 a	1,03	1,35	1,19 ab
Genotip ort.	35,0	39,3		1,10	1,32	
Yıl ort.	2022-2023		2023-2024	2022-2023		2023-2024
	35,3		39,1	1,11		1,31
C.V. (%)	17,11			25,85		

\*\* : %1 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 6. Farklı ekim sıklıklarında çavdar genotiplerinin bin tane ağırlıklarına ve hektolitreye ağırlıklarına ait ortalama değerler  
Table 6. Average values of thousand grain weights and hectoliter weights of rye genotypes at different sowing densities

Ekim sıklıkları (tohum/m <sup>2</sup> )	Bin tane ağırlığı (g)			Hektolitreye ağırlığı (kg)		
	Genotipler		Ekim sıklığı ort.	Genotipler		Ekim sıklığı ort.
	Aslım-95	Cerit		Aslım-95	Cerit	
350	33,1	32,0	32,5 a**	70,5	70,7	70,6 a*
450	30,2	31,0	30,6 bc	70,0	70,4	70,2 ab
550	30,0	29,3	29,7 c	69,5	69,6	69,5 b
650	30,7	31,4	31,1 b	70,0	71,4	70,7 a
Genotip ort.	31,0	30,9		70,0	70,5	
Yıl ort.	2022-2023		2023-2024	2022-2023		2023-2024
	30,7		31,3	69,2 b		71,3 a**
C.V. (%)	4,26			1,50		

\* : %5 düzeyinde önemli, \*\* : %1 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 7. Farklı ekim sıklıklarında çavdar genotiplerinin tane verimlerine ait ortalama değerler  
Table 7. Average values of grain yield of rye genotypes at different sowing densities

Tane verimi (kg/da)			
Ekim sıklıkları (tohum/m <sup>2</sup> )	Genotipler		Ekim sıklığı ort.
	Aslım-95	Cerit	
350	321,3	373,4	347,3
450	261,3	288,5	274,9
550	286,3	276,4	281,4
650	270,0	365,5	317,8
Genotip ort.	284,7 b	325,9 a*	
Yıl ort.	2022-2023		2023-2024
	274,5 b		336,2 a**
C.V. (%)	24,27		

\* : %5 düzeyinde önemli, \*\* : %1 düzeyinde önemlidir.



### **Tek Başak Verimi (g)**

Tek başak verimi bakımından iki yıllık ortalama sonuçlara göre ekim sıklıkları arasında önemli farklılıklar saptanmış olup, ekim sıklıklarına göre tek başak verimi en fazla 1,44 g ile 350 tohum/m<sup>2</sup> sıklıkta, en az ise 0,96 g ile 550 tohum/m<sup>2</sup> sıklıkta elde edilmiştir (Çizelge 5). Genotiplerin tek başak verimleri 0,95-1,65 g arasında değişiklik göstermiş ve tek başak verimi Cerit genotipinde Aslım-95 çeşidine göre daha yüksek elde edilmiştir. Bu durum genotiplerin mevcut kaynaklardan yararlanma yeteneğinin ve çevre şartlarındaki değişime tepkilerinin farklı olduğunu göstermektedir (Atak ve ark., 2021). Tek başak veriminin genotiplere ve yıllara göre değiştiği bildirilmiştir (Özen & Akman, 2015; Özdemir Dirik ve ark., 2018). Tek başak veriminin tohum miktarı arttıkça azaldığı ancak 650 tohum/m<sup>2</sup> sıklıkta arttığı, bu artışın da 350 tohum/m<sup>2</sup> sıklıkta elde edilen tek başak verimine göre yüksek olmadığı görülmektedir. Ekim sıklığındaki artışla tek başak veriminin azaldığı bazı araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Öztürkci 2009; Pala, 2016; Aksoy, 2019).

### **Bin Tane Ağırlığı (g)**

İki farklı çavdar genotipi ve dört farklı ekim sıklığıyla yürütülen bu çalışmada genotiplerin bin tane ağırlıkları 30.9-31.0 g arasında değişmiş ve genotipler arasında önemli bir farklılık bulunmamakla birlikte en yüksek bin tane ağırlığının Aslım-95 çeşidinden elde edildiği saptanmıştır (Çizelge 6). Bin tane ağırlığının genetik yapıya (Atak ve ark., 2021; Yagmur, 2023), ekolojik faktörlere (Bulut, 2015; Ghaffar ve ark., 2018), yıllara (Karataş ve ark., 2020), metrekaredeki başak sayısına, başaktaki tane sayısına ve uygulanan kültürel işlemlere (Abbas, 2017) göre değişiklik gösterdiği bildirilmiştir. Çizelge 6 incelendiğinde; bin tane ağırlığı bakımından sıklıklar arasında önemli farklılıklar saptanmış, bin tane ağırlığı en fazla 32,5 g ile 350 tohum/m<sup>2</sup> sıklıkta, en az ise 29,7 g ile 550 tohum/m<sup>2</sup> sıklıkta elde edilmiştir. Tohum miktarı belirli seviyeye kadar arttıkça bin tane ağırlığı değerlerinin azaldığı, 650 tohum/m<sup>2</sup> sıklıktaki artışın 350 tohum/m<sup>2</sup> sıklıkta elde edilen değere göre yüksek olmadığı belirlenmiştir. Ekim sıklığı arttıkça bin tane ağırlığının azaldığı (Sönmez & Olgun, 2019; Erbaş Köse & Mut, 2022), artan ekim sıklığıyla birim alandaki bitki ve başak sayısının da artmasıyla oluşan ışık, su ve besin maddesi rekabeti sonucu bin tane ağırlığının azaldığı (Atak ve ark., 2021; Erbaş Köse & Mut, 2022) bildirilmiştir.

### **Hektolitre Ağırlığı(kg)**

Hektolitre ağırlığı bakımından yıllar ve ekim sıklıkları arasındaki fark önemli bulunmuştur (Çizelge 6). Genotiplerin hektolitre ağırlıklarının farklı ekim sıklıklarında 69,5-70,7 kg arasında değiştiği ve ortalama hektolitre ağırlıklarının (70,0 kg, 70,5 kg) benzer olduğu saptanmıştır (Çizelge 6). Hektolitre ağırlığı genotipik özelliğe, kültürel uygulamalara, yatma, hastalık ve zararlı gibi faktörlere (Taghouti ve ark., 2010; Kendal, 2013), tanenin dolgunluğuna, yoğunluğuna, şekline, büyüklüğüne, homojenliğine, tanedeki kavuz oranına, endosperm yapısına (Kılıç ve ark., 2010; Kendal, 2013; Arlotti & Silvestri, 2019), ekim zamanına ve ekolojik koşullara (Elgün ve ark., 1999) bağlı olarak değişmektedir. Çalışmada ekim sıklıklarında hektolitre ağırlığı 69,5-70,7 kg arasında değişmiştir (Çizelge 6). Hektolitre ağırlıklarındaki değişim üzerinde, genotip özellikleriyle

birlikte genotiplerin farklı sıklıklarda çevre koşullarından faydalanma kabiliyetleri ve tane doldurma özellikleri etkili olmuştur (Atak ve ark., 2021). Çizelge 6 incelendiğinde ortalama hektolitre ağırlığı ilk yıl 69,2 kg ikinci yıl 71,3 kg olarak belirlenmiştir. Çalışmada ilk yıl hektolitre ağırlığının düşük olmasının nedeni, ilk yıl ikinci yıla göre yağış miktarının fazlalığı sonucunda bitkilerdeki yatmayla tanelerin cılız kalması olabilir.

### **Tane Verimi (kg/da)**

İki farklı çavdar genotipi ve dört farklı ekim sıklığıyla yürütülen bu çalışmada tane verimi bakımından yıllar ve genotipler arasında önemli farklılıklar olup, genotiplerin tane verimlerinin 284,7 ile 325,9 kg/da arasında değiştiği saptanmıştır (Çizelge 7). Çalışma sonucunda genotip x sıklık interaksyonuna göre en yüksek tane verimi 350 tohum/m<sup>2</sup> sıklıkta Cerit genotipinden, en düşük tane verimi de 450 tohum/m<sup>2</sup> sıklıkta Aslım-95 çeşidinden elde edilmiştir. Genotiplerin ortalamalarına bakıldığında Cerit genotipinden (325,9 kg/da) Aslım-95 çeşidine (284,7 kg/da) göre daha yüksek tane verimi değeri elde edilmiştir. Çavdarda tane veriminin yıllara, genotipik özelliklere, lokasyonlara (Kučerová, 2009), ekim zamanına ve ekim sıklığına (Macholdt & Honermeier, 2017) göre değiştiği bildirilmiştir. Çalışmada tane verimi bakımından ekim sıklıkları arasındaki fark önemsiz bulunmuş ve tane verimi 274,9-347,3 kg/da arasında değişmiştir (Çizelge 7). Değişen ekim sıklıklarına genotiplerin tane verimi bakımından farklı tepki gösterebileceği ifade edilmiştir (Geleta ve ark., 2002; Ulucan & Atak, 2020; Atak ve ark., 2021). Ortalama tane veriminin ilk yıl 274,5 kg/da, ikinci yıl ise 336,2 kg/da olduğu saptanmıştır (Çizelge 7). İlk yıl ikinci yıla göre yağış miktarının fazla olması ve bunun sonucunda tüm denemede meydana gelen yatma problemi nedeniyle ilk yıl tane veriminin düşük olduğu düşünülmektedir. Nitekim yıllar arasındaki farklılık, bölgeler benzer de olsa iklim koşullarında meydana gelen ekstrem farklılıklardan kaynaklanabilir (Atak ve ark., 2021).

### **Sonuç**

İki çavdar genotipinin (Aslım-95 ve Cerit) dört farklı ekim sıklığında (350, 450, 550, 650 tohum/m<sup>2</sup>) tane verimi ve bazı verim özelliklerini belirlemek amacı ile iki yıl süreyle yürütülen bu çalışmada, tane verimi bakımından genotipler arasında önemli farklılıklar saptanmış ve Cerit genotipi tane verimi bakımından öne çıkmıştır. İncelenen diğer özellikler bakımından ise genotipler arasında önemli farklılıklar saptanmamıştır. Ayrıca başak uzunluğu, başakta tane sayısı, tek başak verimi, bin tane ağırlığı ve hektolitre ağırlığı bakımından sıklıklar arasında, metrekarede başak sayısı, hektolitre ağırlığı ve tane verimi bakımından da yıllar arasında önemli farklılıklar belirlenmiştir. En yüksek tane verimi genotiplere göre 325,9 kg/da ile Cerit genotipinden, sıklıklara göre ise 347,3 kg/da ile 350 tohum/m<sup>2</sup> sıklıkta elde edilmiştir.

### **Beyan**

Bu bildiri III. Uluslararası (XV. Ulusal) Tarla Bitkileri Kongresi'nde sunulmuştur.

## Kaynaklar

- Abbas, B. (2017). Bazı yerli ve yabancı ekmeklik buğday genotiplerinin verim ve kalite özellikleri yönünden değerlendirilmesi. (Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Konya.
- Akalın, R. (2009). Aydın ekolojik koşullarında farklı çavdar (*Secale cereale*) genotiplerinin verim ve kalite bakımından karşılaştırılması. (Yüksek Lisans Tezi). Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Aydın.
- Akçura, M. (2006). Türkiye kışlık ekmeklik buğday genetik kaynaklarının karakterizasyonu. (Doktora Tezi). Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Konya.
- Aksoy, M. (2019). Çavdar (*Secale cereale* L.)' da farklı tohum miktarları ve sıra aralıklarının tane verimi ve bazı verim öğeleri üzerine etkilerinin belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi). Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Kırşehir.
- Amdekar, S. J. (2014). Statistical methods: For agricultural and biological sciences. Alpha Science International Limited.
- Arlotti, G., & Silvestri, M. (2019). Handbook of plant and soil analysis for agricultural systems. Thousand kernel weight, 77.
- Atak, M., Kısa, Ö., & Atış, İ. (2021). Ekim sıklığının buğday (*Triticum* sp.) genotiplerinin verim ve bazı kalite özelliklerine etkisi. Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 26(2), 387-398. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.910456>
- Bilgin, O., & Korkut, K. Z. (2005). Bazı ekmeklik buğday çeşit ve hatlarının tane verimi ve bazı fenolojik özelliklerinin belirlenmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 2(1), 57-65.
- Bulut, S. (2015). Bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin Kayseri koşullarına adaptasyonu. Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknolojisi Dergisi, 3(12), 933-940.
- Elgün, A., Ertugay, Z., Certel, M., & Kotancılar, G. (1999). Tahıl ve ürünlerinde analitik kalite kontrolü ve laboratuvar uygulama kılavuzu. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 867, Erzurum.
- Erbaş Köse, Ö. D., & Mut, Z. (2022). Farklı ekim sıklıklarında çavdar genotiplerinin tane verimi ve bazı yem kalite özelliklerinin belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25(4), 778-786. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogav.929511>
- FAO, (2022). Food and Agriculture Organization.
- Geleta, B., Atak, M., Baenziger, P. S., Nelson, L. A., Baltenesperger, D. D., Eskridge, K. M., Shipman, M. J., & Shelton, D. R. (2002). Seeding rate and genotype effect on agronomic performance and end-use quality of winter wheat. Crop Sci. 42(3), 827-832. <https://doi.org/10.2135/cropsci2002.8270>
- Ghaffar, M., Khan, S., & Khan W. (2018). Genetic variability analysis of wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes for yield and related parameters. Pure Appl. Biol., 7(2), 547-555. <http://dx.doi.org/10.19045/bspab.2018.70068>
- Gülümser, A., Bozoğlu, H., & Pekşen, E. (2013). Araştırma ve deneme metotları. Ondokuzmayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ders Kitabı:48 3.Baskı, 264.Sayfa, Samsun.
- Kabak, D. (2017). Çanakkale koşullarında bazı yerel çavdar çeşitlerinin verim ve verim unsurlarının incelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Karataş, İ., Aydın, M., Kodaz, S., & Tosun, M. (2020). Bazı çavdar (*Secale cereale* L.) genotiplerinin Erzurum kuru tarım koşullarına adaptasyonu. Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi, 18-25.
- Kendal, E. (2013). Yazlık bazı ekmeklik buğday genotiplerinin Diyarbakır koşullarında verim ve kalite yönünden değerlendirilmesi. KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi 16(3), 16-24.
- Kılıç, H., Akçura, M., & Aktaş, H. (2010). Assessment of parametric and non-parametric methods for selecting stable and adapted durum wheat genotypes in multienvironments. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca; Cluj-Napoca, 38(3), 271-279. <https://doi.org/10.15835/nbha3834742>
- Kırtok, Y., Genç, İ., Yağbasanlar, T., & Çölkesen, M. (1988). Tescilli ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin Çukurova koşullarında başlıca tarımsal karakterleri üzerine araştırmalar. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 3(3), 98-106.
- KučeroVá, J. (2009). Effects of location and year on technological quality and pentosan content in rye. Czech journal of food sciences, 27(6), 418-424. <https://doi.org/10.17221/8/2009-CJFS>
- Macholdt, J., & Honermeier, B. (2017). Impact of highly varying seeding densities on grain yield and yield stability of winter rye cultivars under the influence of delayed sowing under sandy soil conditions. Archives of Agronomy and Soil Science, 63(14), 1977-1992. <https://doi.org/10.1080/03650340.2017.1319048>
- Nawaz, A., Farooq, M., Cheema, S. A., Yasmeen, A., & Wahid, A. (2013). Stay green character at grain filling ensures resistance against terminal drought in wheat. International Journal of Agriculture & Biology, 15, 1272-1276.
- Özdemir Dirik, K., Sakin, M. A., & Naneli, İ. (2018). Tokat-Kazova koşullarında bazı makarnalık buğday (*Triticum durum* L.) çeşit ve hatlarında kışlık ve yazlık ekimin verim ve verim unsurlarına etkilerinin belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 35(2), 182-192. <https://doi.org/10.13002/jafag4271>
- Özen, S., & Akman, Z. (2015). Yozgat ekolojik koşullarında bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 10(1), 35-43.
- Öztürkci, Y. (2009). Çavdar (*Secale cereale* L.)' da farklı sıra aralıkları ve tohum miktarlarının verim ve bazı verim öğelerine etkileri. (Yüksek Lisans Tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Van.
- Pala, D. (2016). Farklı ekim sıklıklarının iki ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde tane verimi ve bazı verim öğeleri üzerine etkilerinin belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi). Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri. Enstitüsü, Tarla Bitkileri ABD, Kırşehir.
- Peltonen-Sainio, P., Rajala, A., & Muurinen, S. (2002). Yield formation of spring rye at high latitudes with reference to seeding rate and plant growth regulation. Agricultural and Food Science in Finland. 11(2), 153-161. <https://doi.org/10.23986/afsci.5714>
- Sencar, Ö., Gökmen, S., Sakin, M. A., & Aslan, İ. (1998). Tokat Artova koşullarında triticale, buğday ve çavdarın verim ve verim unsurları üzerinde bir araştırma. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 1998(1), 187-199.
- Sönmez A. C., & Olgun, M. (2019) Ekmeklik buğdayda (*Triticum aestivum* L.) ekim sıklığının tane iriliği ve bazı kalite parametreleri üzerine etkisinin incelenmesi. Türk Tarım Doğa Bilimleri Dergisi 6(4), 729-736. <https://doi.org/10.30910/turkjans.633572>
- Taghouti, M., Gaboun, F., Nsarellah, N., Rhrib, R., El-Haila, M., Kamar, M., Abbad-Andaloussi, F., & Udupa, S. M. (2010). Genotype x environment interaction for quality traits in durum wheat cultivars adapted to different environments. African Journal of Biotechnology, 9 (21), 3054-3062.
- TÜİK, (2023). Türkiye İstatistik Kurumu.
- Ulucan, İ., & Atak, M. (2020). Ekim sıklığının ekmeklik buğday çeşitlerinde (*Triticum aestivum* L.) verim ve bazı kalite özelliklerine etkisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 30(4), 788-800. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.698437>
- Yagmur, M. (2023). Effects of seeding rates and sowing times on grain yield and yield components in rye (*Secale cereale* L.) under dry condition. Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences. 13(1), 9-16. <https://doi.org/10.53518/mjavl.1168148>



## Effect of Different Storage Periods and Medium on Germination and Seedling Parameters of Faba Bean (*Vicia faba* L.)

Hatice Bozoğlu<sup>1,a</sup>, Zeynep Aybey<sup>2,b,\*</sup>

<sup>1</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Samsun/Türkiye

<sup>2</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi Lisans Üstü Enstitüsü, Samsun/Türkiye

\*Corresponding author

### ARTICLE INFO

#### Research Article

Received : 30.10.2024

Accepted : 13.12.2024

#### Keywords:

Faba bean

Germination tests

Storage medium

Storage time

Germination power

### ABSTRACT

Germination is the first stage of a plant's life. The seeds of grain legumes are used both as food and as seedlings. The vitality of the seeds is crucial for both uses. This study was conducted to determine the effect of storing seeds of the Lara variety of Faba bean (*Vicia faba* L.), harvested in 2023, in different periods (4, 6, 8, 10 and 12 months) and different storage medium (paper bag, plastic bag, glass jar and plastic bottle) on their biological value. The experiment was set up in a completely randomized design with three replications. Germination was done in 2 different materials (sand and paper) in room conditions. Germination speed, germination power, length of plumula and radicle, dry matter of them, seedling vigour index, allometric coefficient, germination energy were observed. On the 4th day, which is considered in determining the germination rate for faba beans, no germination value was determined in any process. Germination power values varied between 72.7% and 97.3%. The highest germination value was obtained from seeds stored for 8 and 10 months. The highest value was recorded in plumula and root length values in 12 and 8-month-old stored seeds, respectively. It was determined that storage medium did not have a single effect on the observed measurements for these experiments. However, statistical differences between storage period and storage material interactions were found to be significant. The statistical differences between storage period and storage material interactions were found to be significant. As a result, it was concluded that the germination rate of the faba bean was early on the 4th day, the counting day, and this value should be studied. It has been concluded that the loss of germination power is very low in about 1 year of storage of faba bean, which have strong germination ability.

<sup>a</sup> [hbozoglu@omu.edu.tr](mailto:hbozoglu@omu.edu.tr)

<sup>id</sup> <https://orcid.org/0000-0003-4776-2566>

<sup>b</sup> [zeynepaybey4@gmail.com](mailto:zeynepaybey4@gmail.com)

<sup>id</sup> <https://orcid.org/0009-0003-1678-8197>



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

### Introduction

Today, while there are major changes in all sectors of the world, interest in the plant-based food sector is increasing with the goals of protecting the medium and healthy nutrition, and the importance of sustainability in food is frequently emphasized (Anon, 2022). Boğusoğlu, (2022) reports that by 2054, the total protein demand in the world will double, and the growth rate of the plant-based protein market is increasing yearly. Legumes are one of the few families of protein-rich plants (Gotor & Marraccini, 2022). Türkiye is the homeland of many legume plants. Considering the richness of our country, the goal should be to rediscover legumes, whose cultivation areas have been decreasing especially after the 1990s, and to take their place in the protein market. Among legumes, Faba bean (*Vicia faba* L.) represents an excellent but not yet discovered source of sustainable and high-quality dietary proteins with its high protein content (27.6%) and agricultural advantages. Faba bean is one of the

sustainable, high-quality plant protein sources that have the potential to meet the increasing global demand for more nutritious and healthy foods. Faba bean is one of the rain-fed crops in continental, oceanic and Mediterranean climates (Floresa et al., 2013).

Faba bean is a cool season legume that can be sown in winter in all coastal regions of our country. In our region, it is cultivated in small businesses primarily for family needs. However, considering that this plant's climate requirements are suitable for many conditions of our country and its agricultural characteristics contribute to sustainability, we believe that the development potential of the sowing areas is high. Fewer studies have been conducted on faba beans, both in the world and our country, compared to other legumes such as chickpeas, lentils and beans. Research is needed at every stage, starting from the seed until it reaches the table.

The most important and first condition for growing successful crops in field agriculture is to use seed material that has high viability, will provide uniform emergence and whose performance will not decrease under stress conditions. In order to obtain material of this quality, the storage conditions of the seed are important (Sivritepe, 2011). Healthy storage is significant for both food and seed. Legumes are more accessible to store than many field plant seeds because they do not contain high amounts of oil. Although faba bean has a thick seed coat, it does not experience significant problems in germination (Oğuz & Bozoğlu, 2022). As we witnessed in the seed collection surveys in the Western and Eastern Black Sea region, small family businesses generally store seeds in plastic bottles or sacks in a dark warehouse. One of aims this study to determine the effect of the container used in storage on the vitality of the seed, especially in seed batches and storage time that are not very large in quantities or in enterprises that do not have a special storage medium. Another aim is to compare germination test types in legume seeds such as Faba bean.

## Material and Methods

This study used Lara variety seeds of Faba bean, sown in winter in Samsun ecological conditions and harvested in July 2023. After dry harvest, the seeds were dried in the air and then in a 50 °C oven to equalize their moisture. The experiment used 5 different storage periods (4, 6, 8, 10 and 12 months) and 4 different storage materials (pet bottle, nylon bag, paper bag and glass jar) as factors. The fifty seeds were placed in storage materials with 3 replications. Considering there is no possibility of storage under controlled conditions in small enterprises, the experiment was carried out under uncontrolled room conditions. The experiment was carried out according to the completely randomized design. The germination medium type was also considered a factor in the experiment for problems such as rot occurring more frequently in germination between papers. The seeds were germinated with 2 different mediums: sand and paper. The sand medium was sterilized before each test to prevent microorganism contamination and filled into boxes at a depth of approximately 3 cm. In the paper, two layers of blotting paper were first soaked in pure water, and seeds were placed between them, rolled up and placed in nylon bags. Germinations were carried out in 3 replications with 25 or 30 seeds. Considering post-harvest storage periods, germination studies were carried out in November, January, March, May and July. The room temperatures and humidity values where germination was carried out for these months are given in Table 1. The first count was done on the fourth day to determine speed germination, and the second was done on the fourteenth day to determine the germination power (Şehirali & Yağcılar, 2011). Root length, plumule length, and dry weight of the germinated plantlet were determined.

According to the data obtained from four different storages, it was observed that the 4th day, considered when determining the germination rate, was an early period for Faba beans. For this reason, daily counts were made starting from the 4th day of germinating seeds stored for 12 months (July).

In the literature reviews, it was seen that there were different formulas and terminologies in the observation/measurement of the characteristics, except for the germination percentage, which corresponds to the germination power in Turkish sources. Measurements and analyses in our study were made according to the following sources;

Eq1	$\frac{\text{number of germinated seed}}{\text{Total number of seed}} \times 100$	R1
Eq2	$\frac{\text{germinated seed number in t time}}{\text{count time (day)}}$	R2
Eq3	$\frac{\text{Radicle length} + \text{Plumule length} \times \text{GP}}{100}$	R3
Eq4	$\frac{\text{Plumule length}}{\text{Radicle length}}$	R4
Eq5	$\frac{\text{germinated seed number (i day)}}{\text{count time (day)}}$	R5
Eq6	$\frac{\sum(\text{nixdi})}{N}$	R6

Eq1: Germination speed (4th day and germination power (14th day) (%); Eq2: Number of seed germinated daily; Eq3: Seedling vigour Index; Eq4: Allometric Coefficient; Eq5: Germination energy; Eq6: Meean germination time (day); R1: Şehirali (2011), Zahedifer & Zohrabi (2016); R2: Zahedifer & Zohrabi (2016), Damalas et al. (2019); R3: Sidding & Idris (2015); R4: Abbasi-Khalaki et al. (2019); R5: Farooq et al. (2002), Khan et al. (2022), Aziz & Peksen (2020); R6: Abbasi-Khalaki et al. (2019)

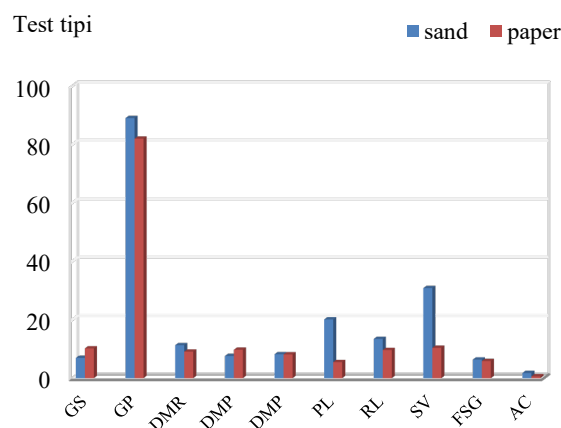


Figure 1. Mean of characteristics observed in germination test type

Apart from these, on the 14th day, the plantlets' plumule and radicle lengths and dry matter contents were determined. Data that did not show normal distribution were transformed. The data analysis was carried out with the help of the SPSS 25 program in a randomized experiment design, considering the factorial order of test type, storage period and storage medium applications. Statistical groupings were made with the DUNCAN test with a 5% probability.

## Results

Early and uniform emergence under field conditions is an important determinant in sowing time and the struggle with weeds, especially in the early period. These parameters are also important for the successful cultivation of most field crops, as they contribute to standard plant

growth and maturity, better competition with weeds and high productivity (Finch-Savage & Bassel 2016). In our region, faba bean is sown in autumn and completes its vegetative phase during the rainiest period of the region. This is especially important for the control of weeds and for surviving possible winter colds without being damaged.

Germination is important not only for product cultivation but also for nutrition. Germination increases the nutritional value of legumes by creating enzymes that reduce or eliminate anti-nutritional and indigestible substances in legumes (Saleh et al., 2019).

Seed quality is a general term that includes the seed's genetic, physiological and physical characteristics. It determines the product performance and yield in relation to the variety's potential (Sivritepe, 2011). This is the first subject that the researcher should know about when cultivating all plants produced by seed. One of the first tests that will determine the seed's potential is germination. According to seed physiologists, the term germination is defined as the emergence of the radicle (root) from the testa (seed coat), while according to seed technologists, it is defined as the emergence of the radicle and plumule (Sivritepe, 2011). In this study, germination was performed as accepted by seed technologists. In other words, seeds with radicle and plumule emergence were considered to have germinated.

The seeds we tested for germination were weighed in equal amounts and placed in the storage medium. Since the storage mediums are different, these were determined by considering that humidity and grain weight may change during storage (Table 2). Although the hundred seed weight of the seeds varied between 102.86 and 146.08, it was observed that there were no significant differences in storage period and averages. No statistical analysis was made on these data, and they were determined only to determine the characteristics of the starting material. In a study conducted in Sudan to determine the effect of seed size and sowing depth on germination in Faba beans, it was

concluded that there was very little difference between large and medium-sized seeds and that the interaction of seed size and planting depth did not show any change in all parameters examined (Siddig & Idris, 2015). From November to July, the humidity change in the room conditions where germination was carried out was between 32.9-80.4%, and the temperature change was between 15.6-29.8°C (Table 1). While moisture loss occurred in seeds stored in paper bags before the test, the highest moisture increase occurred in nylon bags. When storage periods were examined, a 1.32 % increase in seed weight was determined in the shortest storage period of 4 months. In the measurements in January and March, which were six and eight months storage periods, it was determined that the grains lost moisture (Table 2). It can be said that this loss is related to the room temperature values exceeding 30 degrees in these months. Geren & Kavut (2020) studied to determine the effects of different storage media, temperatures and periods on the viability of quinoa seeds. They found the best emergence percentage result from stored in plastic tubes under -24 degrees C followed by nylon bags and vacuum bags at the same temperature, and the minimum values were recorded for seeds stored in cotton bags at ambient temperature.

Variance analysis results of some characteristics of faba bean seeds and seedlings, stored in four different storage mediums and for 5 different periods and germinated with 2 different tests, are given in Table 3. It was determined that the germination test type showed statistical differences in other characteristics except the total dry matter ratio of the seedlings. Extreme values may occur in the data due to microbial contamination, insufficient water during the test, or the possibility of the given water not being distributed equally to the seeds and roots remaining at the edge of the paper and extending towards the light. As a matter of fact, as can be seen in Figure 3, germination data in the sand medium was higher in all observed characteristics.

Table 1. Mean of temperature and humidity in the room during the germination

Room conditions	Range	November	January	March	May	July
Temperature (°C)	min	18.9	16	15.6	17.9	27.2
	max	23.3	22.9	23.3	21.4	29.8
Humidity (%)	min	48.9	32.9	36.5	57.8	59.5
	max	66	65.8	68.9	80.4	71.4

Table 2. Hundred seed weights of seeds used in germination tests and moisture change during the storage period.

Medium	Storage Period (months)					Mean
	4	6	8	10	12	
	100 seed weight (g)					
Nylon bag	146.08	129.22	130.52	123.29	113.63	128.55
Plastic bottle	118.82	135.44	134.22	124.34	112.65	125.09
Sack paper	102.86	123.87	129.01	122.89	108.55	117.44
Glass jar	108.94	131.39	132.55	126.57	119.11	123.71
Mean	119.17	129.98	131.57	124.27	113.49	
	Humidity variation during storage period (%)					
Nylon bag	2.89	0.46	-0.94	0.45	0.45	0.66
Plastic bottle	1.34	0.25	0.42	0.32	0.32	0.53
Sack paper	0.40	-2.72*	-1.60	0.47	0.47	-0.60
Glass jar	0.67	0.20	0.11	0.23	0.23	0.29
Mean	1.32	-0.45	-0.50	0.378	0.37	

\* Minus values indicate the moisture loss from the container

Table 3. Variance analysis results and statistical significance of some characteristics of Faba bean seeds stored in different periods and mediums.

SV	FD	GS (%)	GP (%)	DMR (%)	DMP (%)	DMP (%)	PL (cm)	RL /cm)	SVI	FSG	AC
Test type(TT)	1	**	**	**	**	ns	**	**	**	**	**
Time (T)	4	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Storage Medium (SM)	3	**	ns	ns	ns	ns	ns	*	**	ns	ns
TT×T	4	**	**	**	ns	**	**	**	**	**	**
TT×SM	3	**	**	ns	ns	ns	ns	*	**	**	**
T×SM	12	**	ns	**	**	**	*	*	**	ns	**
TT×T×SM	12	**	ns	**	ns	ns	ns	**	ns	ns	**
Error	80	42.9	91.02	4.47	0.92	0.98	9.96	9.09	26.34	0.46	0.16

GS: germination speed, GP: germination power, DMR: dry matter of radicle, dry matter of plumula, DMP: dry matter of plant, PL: plumula length, RL: radicle length, SVI: seed vigour index, FSG: finish speed germination, AC:Allometric coefficient

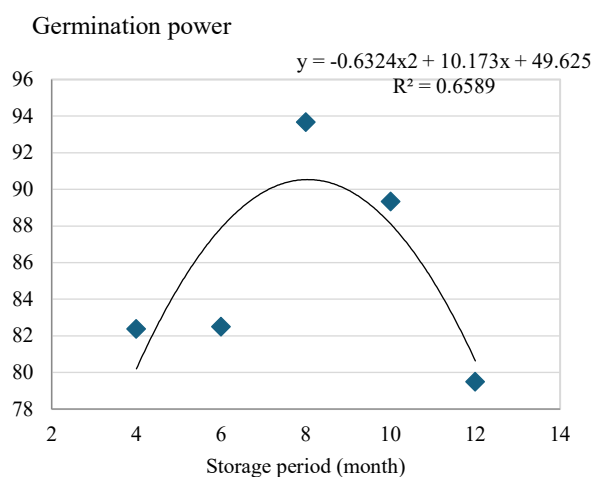


Figure 2. Change in germination power of faba bean seeds stored for different periods

Faba bean can be sown in winter or early spring. Satisfactory germination and seedling viability of faba bean seeds occur at a minimum soil temperature of 7 degrees C. Under optimum conditions, faba beans can germinate in 10-14 days, but this period may be extended if the weather is very cold (Damalas et al., 2019). In our domestic resources, the sum of the speed of germination and power value is considered the biological value of the seed. The germination determined on the first counting day gives the “germination speed”, and the second count gives the “germination power” (Şehirali & Yağcılar, 2011). The concepts of germination speed and power are used in determining the early or late sowing time in field agriculture and in calculating the number of seeds to be sown according to the old or freshness of the seed (Kevseroğlu 2000, Şehirali & 2011). In the foreign sources examined, the germination speed value is found by dividing the germinated seeds on the counting day by the counting day (Abbasi-Khalaki et al., (2019). In our study, both the speed and power values specified in local sources and the value we call the final germination power on the 14th day were found, and their averages are given in Table 4. As seen from the table, there was no germination in the counting made on the 4th day in 6, 8 and 10 months of storage. Based on this, daily counts were made for the germination of seeds stored for 12 months, and the germination energy was found using the formula suggested by Farooq et al. (2005) (Table 5). According to these data,

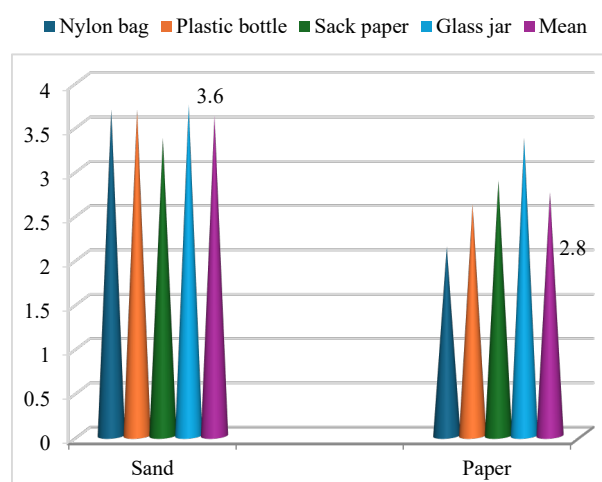


Figure 3. Mean germination days of seeds stored with different storage materials on sand and paper media (days)

the value, which was only 1.99% in the sand medium on the 4th day, the first counting day, increased to 40.3% one day later. This value was very low in the paper medium but exceeded 68.7% on the 10th day. Santos et al. (2024) reported in their study that the changes in germination and vitality of Faba bean seeds stored in aluminium-coated plastic bags and semi-permeable plastic bottles were the least. Impermeable aluminium-coated plastic bags have been found promising for seed storage. Storage of faba bean seeds in permeable paper bags is not recommended.

Based on the germination power values, the average germination time was determined according to Sidding & Idris (2015) by considering the last count day (14th day), and the results are given in Figure 3. While the average germination time in the sand was 3.6 days, this value was 2.8 days in paper. While the average germination time in the sand was 3.6 days, this value was 2.8 days in paper. These data led to the conclusion that the 4th day was too early to find the value we describe as the first count or germination rate in faba beans.

According to the analysis of variance performed on the germination power values, which is the proportion of grains that germinated on the 14th day, which was the last counting day of the study, it was determined that test type, storage time, test type x time interaction, test type x medium interaction had a statistical effect (Table 3). The statistical effect of storage mediums was not significant.

Table 4. Mean of some germination characteristics of faba bean seeds stored in different periods and medium

	Plastic bag	Plastic bottle	Paper bag	Glass jar	Mean	Plastic bag	Plastic bottle	Paper bag	Glass jar	Mean
germination speed (%)						plumula length (cm)				
4ay	53.7	42.5	19.7	51,1	41,8 a	11.3	8.0	7.2	6.8	8.8 d
6ay	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0 b	9,6	9,4	10,2	11,7	9,7 d
8ay	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0 b	15,2	15,7	15,9	15,7	15,6 b
10ay	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0 b	14,4	12,1	13,2	14,2	13,3 c
12ay	2,7	0,0	1,3	0,0	1,0 b	32,4	29,2	24,7	22,2	28,8a
Mean	11,3 a	8,5 a	4,2 b	10,2 a		16,6	14,9	14,2	14,1	
germination power (%)						radicle length (cm)				
4ay	89.5	87.2	74.2	78.6	82.4 b	14.5	10.7	8.0	5.6	11.1 b
6ay	82.7	81.3	83.3	82.7	82.5 b	12.7	12.2	11.0	10.5	12.0 b
8ay	91.3	97.3	90.7	95.3	93.7 a	14.9	17.1	13.0	14.3	15.0 a
10ay	88.0	94.0	88.0	87.3	89.3 a	11.7	11.7	10.3	10.1	11.2 b
12ay	72.7	78.7	78.0	88.7	79.5 b	11.3	9.7	11.6	12.9	11.4 b
Mean	84.8	87.7	82.8	86.5		13.0 a	12.3 a	10.8 b	10.7 b	
dry matter of radicle (%)						seedling vigor index				
4ay	10.2	15.1	10.4		11.9 a	22.6	16.4	11.8	10.4	16.9 c
6ay	12.7	10.5	9.4		10.9 a	19.3	17.8	18.0	18.4	18.4 c
8ay	10.7	8.3	8.0		9.0 b	28.7	32.1	27.5	29.1	29.4 a
10ay	11.1	9.1	11.6		10.6 a	24.2	22.5	21.7	21.6	22.8 b
12ay	7.8	7.7	9.1		8.4 c	20.1	17.9	15.3	16.4	14.4 c
Mean	10.5	10.8	9.7			23.0 a	21.3 ab	18.9 b	19.2 b	
dry matter of plumula (%)						finish speed germination				
4ay	8.3	6.1	7.3	8.2	7.2 c	6.4	6.2	5.3	5.6	6.0 b
6ay	8.7	9.8	9.2	9.6	9.3 a	5.9	5.8	6.0	5.9	5.9b
8ay	8.9	8.4	8.6	8.6	8.6 b	6.5	7.0	6.5	6.8	6.7 a
10ay	8.6	9.8	8.2	8.1	8.9 b	6.3	6.7	6.3	6.2	6.4 a
12ay	7.8	8.3	8.8	9.1	8.3 b	5.2	5.6	5.6	6.3	5.5 b
Mean	8.5	8.5	8.4	8.7		6.1	6.3	5.9	6.2	
dry matter of plant (%)						Allometric coefficient				
4ay	8.9	8.5	8.5	9.4	8.6 b	0.8	1.0	1.1	2.4	0.9 b
6ay	9.8	10.1	9.3	10.4	9.7 a	0.7	0.7	0.9	1.0	0.8 d
8ay	5.6	4.2	3.6	3.6	4.4 c	1.0	1.0	1.2	1.0	1.0 cd
10ay	9.1	11.0	8.7	9.0	9.6 a	1.2	1.0	1.2	1.3	1.1 bc
12ay	7.8	8.1	8.9	9.1	8.3b	2.9	3.1	2.2	1.8	2.7 a
Mean	8.2	8.4	7.8	8.3	8.1	1.3 b	1.4 b	1.3 b	1.5 a	

Faba bean is a plant that is harvested after all the leaves have fallen and the stems and fruits have dried completely. Although the seeds were dried and stored at 50 °C before being taken into the experiment, the data show that the grains continued their physiological development for up to 8 months. This situation is also seen in the regression graph (Figure 2).

Germination does not mean seedlings will form healthy plants (Sivritepe, 2011). Therefore, it is important to determine the emergence, vitality, and growth course of the seedlings in germination. On the fourteenth day, the germinated seedlings' radicle and plumule lengths and dry matter contents were determined (Table 4). Radicle length in the different storage varied between 11.1-15 cm, and this difference was found to be statistically significant (Table 3). The longest radicle length was obtained from 8 months of storage, and all other periods were in the same statistical group. The test type also statistically affected radicle length ( $P<0.01$ ). It was determined that the radicle was longer in the germination in the sand medium (Figure 1). Although the room temperatures in May, when the seeds stored for ten months were germinated, were not very variable, the moisture content was high (Table 1). Considering that this situation does not have much effect on the factor that

makes this difference, but the germination power is in the highest statistical group during this period, it can be said that this may be the reason. It has also been found that storage mediums are different. The longest radicles were obtained in seeds stored in plastic bottles and nylon bags. It was determined that storage mediums did not affect plumule length, but storage period did. It was determined that seeds stored for one year gave the longest plumule (28.8 cm) and showed a statistical difference from other periods. Twelve months of storage coincided with July; ambient temperature and abundance of light conditions may have created this difference. These high values may be because the study was conducted under room conditions and in a brightly lit medium. Since the lengths were affected by medium conditions, the dry matter contents of these parts were also examined to determine what the dry matter accumulations were. The effect of test types and storage periods on the dry matter content of both parts was significant (Table 4). Among the test types, the plumule dry matter content was higher in paper, while it was higher in radicle among sand. The plantlet among paper may have photosynthesized less because it received less light. The statistical effect of storage mediums was not found to be significant.

Table 5. Germination energies (GE) of faba bean seeds stored for counting days on 12 months

	Medium	Counting day					
		4	5	6	7	10	14
Sand	Nylon bag	5.3	72.0	90.7	92.0	92.0	92.0
	Plastic bottle	-3.3E-16	52.0	82.7	90.7	92.0	92.0
	Sack paper	2.67	21.3	73.3	80.0	82.7	84.0
	Glass jar	2.22E-16	16.0	69.3	81.3	90.7	93.3
	Mean	1.99	40.3	79.0	86.0	89.3	90.3
Paper	Nylon bag	-1.1E-16	-8.8E-16	1.3	2.7	53.3	53.3
	Plastic bottle	1.11E-16	-2.65E-15	1.3	1.3	65.3	65.3
	Sack paper	-2.2E-16	-2.66E-15	2.7	4.0	72.0	72.0
	Glass jar	0.000	1.3	9.3	10.7	84.0	84.0
	Mean	0.00	0.3	3.7	4.7	68.7	68.7

In a study, the changes in germination and viability of faba bean seeds stored in aluminium-coated plastic bags and semi-permeable plastic bottles were the least. Impermeable aluminium-coated plastic bags were found promising for seed storage. It is not recommended to store faba bean seeds in permeable paper bags (Santos et al. 2024). Radicle dry matter content varied between 8.4 - 11.9%. The lowest dry matter content was obtained from the 12-month storage period, with the highest germination power. Plumule was the highest in 6-month storage and showed a statistical difference. Santos et al. (2024) reported that aluminium-coated plastic bags had higher shoot and root weights, and those stored in glass containers gave lower root and shoot values. It was suggested that there was a significant difference between wet and dry matter values and storage in aluminium-lined plastic bags followed by pet bottles was recommended for best physiological potential.

The seed vitality index is given with different formulas in different literature. Some researchers used the seedling dry matter value and the seedling length. In our study, the formula of Khan et al. (2022) was used, which is calculated by multiplying the length of the germinated seedling by the germination rate and dividing by the hundred. The variance analysis determined that the test type, storage period, storage medium, and binary interactions were statistically effective. The index is expected to be higher in the sand because the seedling starts photosynthesis by seeing the light and remains away from microorganism contamination, as in paper. Abbasi-Khalaki et al. (2019) reported that stress conditions decrease the index. The highest storage medium value was obtained from plastic bags and pet bottles. In the storage period, the highest value was determined in 8 months (29.4) and statistically different from other periods (Table 4). Santos et al. (2024) reported that temperature and humidity during storage mainly affect seed viability. The same researchers also noted that the medium in which the seeds are stored and the type of packaging used are important as they determine the amount of water vapour exchange between the seeds and atmospheric and medium conditions and that aluminium-coated plastic bags and hard pet bottles minimize the variability in humidity, dry matter, germination rate and viability.

The term "allometric" in biology refers to the growth rates between different body parts of an organism. Each plant exhibits a specific allometric growth pattern under certain conditions; that is, plants exhibit allometric flexibility, which changes the quantitative relationships between the growth and distribution of organs. This study

determined this value by the ratio of the plumule length to the radicle length reported by Abbasi-Khalaki et al. (2019). This value is expected to be positive, especially in germination in sand. Because the plumule sees sunlight and elongates faster. In our study, this value varied between 0.7-3.1. While glass jars gave the best value in storage mediums, they were given in 12 months of storage.

Germination energy values are determined by dividing the number of germinated seeds on the counting day by the counting day of Farooq et al. (2005) and Khan et al. (2022). The germination index is given in Table 5. As can be seen from the table, there are negative values on the 4th day in the sand and on the 4th and 5th day in paper, meaning that germination is insufficient on these days. Germination energy increases especially after the 5th day in sand. These data have not been subjected to statistical analysis. However, it is seen that there is a noticeable difference between sand and paper. While no significant difference was determined in the sand medium, it was observed that the germination energies of the seeds stored in glass jars were the highest among those germinated in paper.

The low germination rate on the 4th day, the first counting day, and the increase from the next day onwards necessitated determining the average germination time. However, when the sources are examined, it is seen that there are differences in the calculation of this value, and even Soltani et al. (2015) reported that there are problems in the use of this value, that the application of variance analysis is not correct, and that it would be correct to use the value expressed as  $t_{50}$ , where 50% of the seeds germinate, instead of this value. Wei et al. (2022) reported that all cultivars reached the germination percentage of nearly 90% at 72 h, and there was no significant difference of germination percentage at 48 h and 72 h among cultivars. In this study, the average germination time was determined on the last germination day, the 14th day, with the formula reported by Abbasi-Khalaki et al. (2019) and is given in Figure 3. According to these data, the average germination day in the sand was determined to be 3.6 days; on paper, it was 2.8 days. A study examining the nutritional profile of faba bean determined that a gradual increase in the protein content of faba bean during 24–72 hours of germination could be due to starch utilization as an energy source (Dhull et al. (2024). This confirms that this value gives a problematic result, as Soltani et al. (2005) reported. Our study observed that germination increased rapidly after the first counting in the sand medium, that is, from the fifth day, but on the paper, there was no germination in some applications on the fourth and fifth days (Table 5).



## Conclusion

According to the Regulation on Vegetable Seed Certification and Marketing No. 26760 of the Ministry of Agriculture and Forestry, the minimum germination value required for faba bean-certified seeds has been reported as 75% (Anon., 2023). Based on this, the lowest germination power of faba bean seeds stored in different mediums and periods was obtained in 12 months (79.5%) and the highest in 8 months (93.7%) under room conditions. As can be seen, faba beans are a very strong plant, and their seeds do not lose their vitality for a long time. It was observed that storage for 12 months was higher than the mentioned value. Our study observed that germination gradually increased due to the continued development of grains for up to 8 months after harvest, but it decreased after this period. However, this decrease was lower than the values in the first 4 or 6 months. We think that if the study is extended further for 24 or 36 months, more informative results can be obtained. We believe that the effect of storage mediums will be more important, especially when the period is extended. Additionally, studies should be carried out in controlled cold storage facilities.

When the sources were examined, it was determined that many parameters were examined in germination tests, but there was no unity in the formulas of these parameters. It would be beneficial to simplify these parameters by conducting more detailed research and considering the ISTA rules.

In field agriculture, knowing the germination characteristics of the seed is important in calculating the amount of seed to be used. In this sense, it is helpful to update values such as germination speed, strength, and counting days, as in domestic sources.

In our studies that we have conducted for a long time, germination between papers creates many problems, especially in large-seeded plants such as Faba beans. When labour and time are also considered, it is recommended to prefer sand medium, especially in uncontrolled conditions.

Every researcher dealing with plant breeding must have sufficient knowledge about genotype, material, medium conditions, etc., in germination, which is the first vital phase of the plant.

## Declarations

This paper was presented in III. International (XV. National) Field Crops Congress.

### Author Contribution Statement

Hatice Bozoğlu: Project planning, methodology, statistical analysis, review and editing and writing

Zeynep Aybey: Setting up the experiment and collecting data, observation and measurement of the experiment

## References

Abbasi-Khalaki, M., Ghorbani, A. & Dadjou, F. (2019). Influence of Nano-Priming on Festuca ovina Seed Germination and Early Seedling Traits under Drought Stress, in Laboratory Condition. *ISSN: 2476-6909; Ecopersia* . 2019;7(3):133-139.

- Anon., (2022). Bitki Bazlı Gıda Endüstrisi ve Yenilikçi Ürünler (Değirmenci, mayıs-haziran 2022; s 69-70) <https://millermagazine.com/tr/blog/bitki-bazli-gda-endustrisi-ve-yenilikci-urunler-4558>, erişim: 23 Mayıs 2022.
- Anon., (2023). <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2008/01/20080118-7.htm>. Erişim:16.09.2024
- Aziz, T. & Peksen, E. (2020). Seed priming with gibberellic acid rescues chickpea (*Cicer arietinum* L.) from chilling stress. *Acta Physiologiae Plantarum* (2020) 42:139, <https://doi.org/10.1007/s11738-020-03124-x>
- Boğusoğlu, C. (2022). Bitki bazlı protein pazarı. *Değirmenci dergisi*, ocak-şubat 2022, 134 sayı <https://millermagazine.com/tr/blog/bitki-bazli-protein-pazar-4556>, Bakliyat Ticaret Direktörü Delta Energy Trading SA.
- Damalas, C. A., Koutroubas, S. D. & Fotiadis, S. (2019). Hydro-Priming Effects on Seed Germination and Field Performance of Faba Bean in Spring Sowing Agriculture 2019, 9, 201; doi:10.3390/agriculture9090201
- Dhull, S.B., Kidwai, M.K., Noor, R., Chawla, P. (2024). A review of nutritional profile and processing of faba bean (*Vicia faba* L.). *Legume Science*. 2022;4:e129. 1 of 13. <https://doi.org/10.1002/leg3.129>
- Farooq, M., Basra, S. M. A., Ahmad, N. & Hafeez, K. (2005). Thermal Hardening: A new seed vigor enhancement tool in rice. *Journal of Integrative Plant Biology*.
- Flores, F., Hybl, M., Knudsen, J.C., Marget, P., Muele, F., Nadalf, S., Naritg, L., Raffiot, B., Sash, O., Solisi, J., Winkler, J., Stoddard, F. L. & Rubiales, D. (2013). Adaptation of spring faba bean types across European climates. *Field Crops Research* 145 (2013) 1–9 dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2013.01.022
- Farooq, M., Basra, S.M.A., Ahmad, N. and Hafeez, K. (2005). Thermal Hardening: A new seed vigor enhancement tool in rice. *Journal of Integrative Plant Biology*. Formerly *Acta Botanica Sinica*. 47(2):187-193. DOI: 10.1111/j.1744-7909.2005.00031.x
- Finch-Savage, W.E. & Bassel, G. (2022). Seed vigour and crop establishment: Extending performance beyond adaptation. *J. Exp. Bot.* 2016, 67, 567–591. Martineau-Côté, D., Achouri, A., Karboune, S. and L'Hocine, L. Faba Bean: An Untapped Source of Quality Plant Proteins and Bioactives. *Nutrients* 2022, 14(8), 1541; <https://doi.org/10.3390/nu14081541>
- Geren, H. ve Kavut, Y. T. (2020). Farklı Depolama Ortamı ve Sıcaklıkların Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Tohumlarında Çimlenme ve Sürme Oramı Üzerine Etkisi İğdir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10(3): 2180-2190, 2020. DOI: 10.21597/jist.717061
- Gotor, A. A. & Marraccini, E. (2022). Innovative Pulses for Western European Temperate Regions: A Review. *Agronomy* 2022,12,170. <https://doi.org/10.3390/agronomy12010170>
- Kevseroğlu, K. (2000). Tarla Tarımı 1 (Genel İlkeler). OMÜ Ziraat Fak. Ders Kitabı no:36.
- Khan, M. A. H., Mia, A. B., Quddus, A., Sarker, K. K., Rahman, M., Skalicky, M., Brestic, M., Gaber, A., Alsuhaibani, A. M. & Hossain, A. (2022). Salinity-Induced Physiological Changes in Pea (*Pisum sativum* L.): Germination Rate, Biomass Accumulation, Relative Water Content, Seedling Vigor and Salt Tolerance Index. *Plants* 2022, 11, 3493. <https://doi.org/10.3390/plants11243493>
- Oğuz, G. ve Bozoğlu, H. (2022). Farklı Ortam Sıcaklığı Ve Bekletme Süresinin Bakla (*Vicia faba* L.) 'nın Çimlenme Yeteneğine Etkisi. ISPEC International 1. Agriculture Research Congress, p 247-254. <https://doi.org/10.21566/tarbitderg.280389>
- Saleh, H. M., Hassan, A. A., Mansour, E. H., Fahmy, F. A., El-Fath, A., El-Bedawey, A., (2019). Melatonin, phenolics content and antioxidant activity of germinated selected legumes and their fractions. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences 18 (2019) 294–301. DOI:10.1016/j.jssas.2017.09.001

- Santos, W. F. G., Junior, D. B. S., Gama, A. T., Costa, C.A. & Alves, É. E. (2024). Storability of landrace faba bean seeds in different packaging materials. *Ciência Rural*, v.54, n.5, 2024. <http://doi.org/10.1590/0103-8478cr20210774>
- Sidding, A. M. A. & Idris, A. Y. (2015). Effect of seed size and sowing depth on germination and some growth parameters of faba bean (*Vicia faba* L.). *Agricultural and Biological Sciences Journal* Vol 1, no 1, pp1-5. <http://www.publicscienceframework.org/journal/absj>
- Sivritepe H. Ö. (2011). Tohum Canlılığının Değerlendirilmesi *alatarım* 2011, 10 (2): 94-105, 94. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://arastirma.tarimorman.gov.tr/alata/Belgeler/alatarim/alatarim020\\_2011\\_12.pdf](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://arastirma.tarimorman.gov.tr/alata/Belgeler/alatarim/alatarim020_2011_12.pdf)
- Şehirali, S. ve Yağcılar, Ö. (2011). Tohumluk ve Teknolojisi. S.528.
- Wei, X., Wanasundara, J. P.D., & Shand, P. (2022). Short-term germination of faba bean (*Vicia faba* L.) and the effect on selected chemical constituents. *Applied Food Research* 2 (2022) 100030.
- Zahedifar, M. & Zohrabi, S. (2016). Germination and seedling characteristics of drought-stressed corn seed as influenced by seed priming with potassium nano-chelate and sulfate fertilizers *Acta agriculturae Slovenica*. 107 - 1. marec 2016 str. 113 – 128. DOI:10.14720/aas.2016.107.1.12



## Effect of Different Nitrogen Doses on Yield and Yield Characteristics of Flax Crop

Şaziye Dökülen<sup>1,a,\*</sup>

<sup>1</sup>Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Tokat, Türkiye

\*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 30.10.2024 Accepted : 05.12.2024</p> <p><b>Keywords:</b> Nitrogen <i>Linum usitatissimum</i> L. Fertilizer Oil ratio Flax plant</p>	<p>Flax plant is an important industrial plant that stands out with its ability to grow in almost every region of our country, the diversity of its usage areas, and the use of both its fiber and oil. The aim of the study was to determine the effect of different nitrogen doses on the yield and yield characteristics of flax plant. The research was carried out under dry conditions in Tokat-Kazova conditions during the vegetation period of 2020 and 2021. The study was conducted according to the Randomized Block Trial Design with three replications. Oil flax variety (Atalanta) and plant density of 750 seeds/m<sup>2</sup> were used in the study. The study included 5 different nitrogen (N) doses (control (0), 7, 10, 13, 16 kg/da). In the study; Plant height, number of branches per plant, number of capsules in the plant, number of seeds in the capsule, thousand seed weight, seed yield, oil content and oil yield parameters were examined. According to the average of the years, plant height 49.88-52.11 cm, the number of branches 2.6-3.2 pieces/plant, the number of capsules in the plant 23.55-34.00 pieces/plant, the number of seeds in the capsule 5.25-5.66 pieces/capsule, thousand seed weight 5.17-5.29 g, seed yield 54.68-90.30 kg/da, oil ratio 33.01-35.55% and oil yield 17.98-31.84 kg/da. As a result of the study investigating the effect of nitrogen doses on flax under dry conditions in Tokat-Kazova, nitrogen doses of 10-13 kg/da came to the fore in terms of seed and oil yield per decare. Considering fertilizer savings, it is thought that it would be more appropriate to use a nitrogen dose of 10 kg/da.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(s3): 2718-2725, 2024

## Farklı Azot Dozlarının Keten Bitkisinin Verim ve Verim Özelliklerine Etkisi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 30.10.2024 Kabul : 05.12.2024</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b> Azot <i>Linum usitatissimum</i> L. Gübre Yağ oranı Keten bitkisi</p>	<p>Keten bitkisi ülkemizin hemen hemen her bölgesinde yetişebilmesi, kullanım alanlarının çeşitliliği, hem lifinden, hem de yağından faydalanılması gibi özellikleri ile ön plana çıkan önemli bir endüstri bitkisidir. Çalışmada farklı azot dozlarının keten bitkisinin verim ve verim özelliklerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma Tokat-Kazova şartlarında 2020 ve 2021 yılı vejetasyon döneminde kuru şartlarda yürütülmüştür. Çalışma Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çalışmada yağlık Atalanta çeşidi ve 750 tohum/m<sup>2</sup> bitki sıklığı kullanılmıştır. Çalışmada 5 farklı azot (N) dozu (kontrol (0), 7, 10, 13, 16 kg/da) yer almıştır. Çalışmada; bitki boyu, bitki başına dal sayısı, bitkideki kapsül sayısı, kapsüldeki tohum sayısı, bin tohum ağırlığı, tohum verimi, yağ oranı ve yağ verimi parametreleri incelenmiştir. Yıllar ortalamasına göre bitki boyu 49,88-52,11 cm, dal sayısı 2,6-3,2 adet/bitki, bitkideki kapsül sayısı 23,55-34,00 adet/bitki, kapsülde tohum sayısı 5,25-5,66 adet/kapsül, bin tohum ağırlığı 5,17-5,29 g, tohum verimi 54,68-90,30 kg/da, yağ oranı %33,01-35,55 ve yağ verimi 17,98-31,84 kg/da arasında değişmiştir. Tokat-Kazova'da kuru şartlarda ketende azot dozlarının etkisinin araştırıldığı çalışma sonucunda; dekara tohum ve yağ verimi bakımından 10-13 kg/da azot dozları ön plana çıkmıştır. Gübre tasarrufunu düşünerek 10 kg/da azot dozunun kullanılmasının daha uygun olacağı düşünülmektedir.</p>

<sup>a</sup> [saziye.dokulen@gop.edu.tr](mailto:saziye.dokulen@gop.edu.tr)

<https://orcid.org/0000-0003-2767-7604>



## Giriş

Keten (*Linum usitatissimum* L.) uygarlığın başlangıcından beri yetiştirilen en eski bitkilerden biridir. Keten bitkisinin tüm aksamı veya işlendikten sonra ticari olarak kullanılmaktadır (Qamar ve ark., 2019). Keten bitkisi Türkiye’de “bezir, bızıktan, cimit, siyelek ve zeyrek” gibi yerel isimlerle bilinmektedir (Koçak ve ark., 2023). 2022 yılı FAO verilerine göre; dünyada yağ keteni ekim alanı 4,5 milyon ha, üretimi yaklaşık 4 milyon ton, tohum verimi 87,6 kg/da’dır. Lif keteni ekim alanı yaklaşık 257 bin ha ve lif üretimi 876 bin tondur (Anonim, 2024a). 2023 yılı verilerine göre; Türkiye’de ise yağ keteni ekim alanı 245 da, tohum üretim miktarı 32 ton, tohum verimi 131 kg/da’dır. Lif keteni ekiliş alanı 139 da, lif üretimi 11 ton ve lif verimi 79 kg/da’dır (Anonim, 2024b). Üretim verilerinden de anlaşıldığı üzere keten yapısından dolayı iki farklı şekilde üretimi söz konusudur. Genel yapısı nedeniyle lif bitkileri olarak sınıflandırılrsa da gerek dünyada gerek Türkiye’de yağlık olarak keten üretimi daha fazladır. Keten bitkisinin hasadının erken yapılması, ikinci ürün üretimi için uygun olması, ekim nöbetinde yer alması (yazlık ve kışık olarak) gibi nedenlerden dolayı ülkemizde önemli bir yer tutmaktadır (Kurt ve ark., 2015).

Keten tohumunun endüstriyel kullanımına bakıldığında, hızlı kuruma özelliğinden dolayı (Green & Marshall, 1981) boya, macun, vernik, sabun ve polimerlerin içeriğinde (Morris, 2005; Sulas ve ark., 2019), biyodizel üretimi (Bacenetti ve ark., 2017) ve gıda sanayi (Pisupati ve ark., 2021) gibi pek çok kullanım alanı mevcuttur. Keten tohumu önemli kullanım alanlarının yanında, yaklaşık %35-65 yağ oranı ile de önem taşımaktadır. Keten yağı önemli miktarlarda doymamış ( $\alpha$ -linolenik asit (omega-3), linoleik asit (omega-6), oleik asit) ve doymuş (palmitik ve stearik asit) yağ asitlerinin yanında lignan, diyet lifi, protein, vitamin içermektedir (Bhatty & Cherdkiatgumchai, 1990; Wood, 1997; Ganorkar & Jain, 2013; Wang ve ark., 2017; Deme ve ark., 2021; Djuricic & Calder, 2021; Culpan & Gürsoy, 2023). Keten diğer yağ bitkileri ile karşılaştırıldığında tohumlarında en fazla alfa-linolenik asit içeren, iyi bir antioksidan (Mohammadi ve ark., 2010; Goyal ve ark., 2014; Andruszczak ve ark., 2015) ve lignin (Kajla ve ark., 2015) kaynağı olan bir bitkidir. Ayrıca küspesi yüksek protein içeriği ile hayvanlar için değerli bir yem kaynağıdır (Zuk ve ark., 2015; Farag ve ark., 2021).

Keten bitkisinin tohum verimi ve yağ kalitesi, optimum gübre kullanımı belirlenmesi yoluyla yetiştiriciliği teşvik edilebilir. Ketende verim ve verim unsurları azot uygulamasından oldukça etkilenmektedir. Bu etki çevresel çeşitlilik, genotip ve uygulanan gübre miktarı ile önemli ölçüde değişebilmektedir. Keten bitkisi için optimum gübre oranı lokasyona ve toprak analiz sonucuna göre değişiklik gösterebilmektedir (Berti ve ark., 2009). Ketenin azota karşı verdiği tepkilerle ilgili birçok çalışma ve araştırma mevcuttur. Bazı çalışmalarda özellikle toprak azotu düşük olduğunda Marchenkov ve ark. (2003) uygulanan azota karşı olumlu bir tepkisi olduğu tespit edilmiştir (Hocking, 1995; Tanwar ve ark., 2011; Reta, 2015). Başka bir çalışmada ise keten bitkisinin azota zayıf bir yanıt verdiği ve azotun tohumun yağ içeriği üzerinde hiçbir etkisi olmadığı bildirilmiştir (Leilah, 1993). Azota verilen bu değişken tepkiler topraktaki azot miktarına, toprak nemine, ekimin yazlık/kışık oluşuna ve araştırmaların yürütüldüğü yıllara bağlı meydana gelebilir (Genene ve ark., 2006). Keten bitkisi Türkiye’de yağ bitkileri arasında layık olduğu yeri ve yetiştirme şartlarını bulamamıştır. Dolayısıyla üretimini artırmak için farklı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca bazı keten çeşitlerinin azotlu gübre uygulamasına tepkileri konusunda yeterli bilgi mevcut değildir. Bu çalışmada Tokat/Kazova koşullarında farklı azot dozlarının yağlık keten çeşidi olan Atalanta çeşidinin verim ve verim unsurlarına etkisinin ve Tokat’ın ekolojik koşullarında keten bitkisinde en uygun azot dozunun belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

## Materyal ve Yöntem

Çalışma, 2020 ve 2021 yıllarında Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi deneme alanında (Kazova) iki yıl süreyle yürütülmüştür. Çalışmanın yürütüldüğü Tokat ili, Orta Anadolu ile Karadeniz iklimi arasında geçit kuşağı iklim özelliği göstermektedir. Deneme alanlarının uzun yıllar ve çalışmaların yapıldığı yıllara ait bazı iklim verileri Çizelge 1’de, deneme alanı topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 2’de verilmiştir. Çalışmaların yürütüldüğü alanların toprak özellikleri kili tınlı, pH’sı alkali karakterli, organik maddece az, çok kireçli, fosfor ve potasyum içeriği bakımından ise yeterli toprak özelliğine sahiptir.

Çizelge 1. Denemenin yürütüldüğü yetiştirme yılları ve uzun yıllar ortalamasına ait (UYO: 1991-2020) iklim verileri\*  
Table 1. The average of the growing years in which the experiment was carried out and the long years average climate data (LYA: 1991-2020)

İklim faktörleri	Yıllar	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Top/Ort.
Ortalama Sıcaklık (°C)	UYO	12,6	16,6	20,1	22,9	23,3	19,1
	2020	11,1	17,0	20,7	24,2	22,3	19,1
	2021	13,7	18,5	20,1	24,1	23,6	20,0
Yağış (mm)	UYO	52,5	61,7	40,4	12,7	10,1	177,4
	2020	19,9	35,5	81,6	1,4	1,1	139,5
	2021	14,0	54,6	55,3	27,7	17,9	169,5
Nişpi Nem (%)	UYO	58,9	62,3	61,2	57,9	58,4	59,7
	2020	56,8	59,1	63,8	56,7	54,8	58,2
	2021	57,1	54,5	63,8	57,1	59,1	58,3

\*Tokat Meteoroloji Müdürlüğü (2024)

Çizelge 2. Deneme alanlarına ait toprak analizi sonuçları\*

Table 2. Soil analysis results of the experimental areas\*

Yıl	Tekstür Sınıfı	pH	Kireç CaCO <sub>3</sub> (%)	Organik Madde (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/da)	K <sub>2</sub> O (kg/da)
2020	Killi-tınlı	7,42	8,45	1,84	15,49	24,5
2021	Killi-tınlı	7,82	10,04	1,97	12,70	42,9

\*: TOGÜ Toprak Bölümü'nde analiz edilmiştir.

Çizelge 3. Yağ keteninde farklı azot dozları uygulamasına dair bitki boyu ve bitki başına dal sayısı değerleri

Table 3. Plant height and number of branches per plant for different nitrogen doses in linseed

Azot Dozları (kg/da)	Bitki boyu (cm)			Bitki başına dal sayısı (adet/bitki)		
	2020	2021	Ort.	2020	2021	Ort.
0 (kontrol)	47,03	52,73	49,88	2,50	2,77	2,63
7	46,66	53,83	50,25	2,60	3,40	3,00
10	50,83	53,40	52,12	2,90	3,33	3,12
13	48,60	53,03	50,82	3,00	3,43	3,22
16	47,36	52,80	50,08	2,87	3,40	3,13
Ortalama	48,1 B	53,2 A**	50,6	2,8 B	3,3 A**	3,0
CV (%)	3,78	5,91	5,07	10,2	11,5	11,05

\*\* : %1 düzeyinde önemlidir. CV: Varyasyon katsayısı.

Çizelge 4. Yağ keteninde farklı azot dozları uygulamasına dair bitkideki kapsül sayısı ve kapsüldeki tohum sayısı değerleri

Table 4. Number of capsules per plant and number of seeds per capsule for different nitrogen doses in linseed

Azot Dozları (kg/da)	Bitkideki kapsül sayısı (adet/bitki)			Kapsüldeki tohum sayısı (adet/kapsül)		
	2020	2021	Ort.	2020	2021	Ort.
0 (kontrol)	18,07 c**	29,03 b*	23,55 C**	4,77	5,73	5,25
7	23,43 b	35,70 a	29,57 B	5,03	6,03	5,53
10	27,70 ab	36,37 a	32,03 AB	5,20	6,07	5,63
13	28,87 a	39,13 a	34,00 A	5,17	6,17	5,67
16	23,43 b	36,93 a	30,18 B	5,13	6,20	5,67
Ortalama	24,3 B**	35,4 A	29,9	5,0 B**	6,0 A	5,5
LSD	4,66	5,50	3,31			
CV (%)	10,2	8,28	9,10	7,81	5,64	6,65

\*: %5 düzeyinde önemli, \*\*: %1 düzeyinde önemlidir. CV: Varyasyon katsayısı.

Çalışmada materyal olarak Almanya kökenli Atalanta yağlık keten çeşidi kullanılmıştır (Endes, 2010). Çalışma Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çalışmada azot dozları; 0 (kontrol), 7, 10, 13 ve 16 kg/da azot olacak şekilde 5 dozdan oluşmaktadır. Çalışmada kontrol grubu dahil her parselde fosfor gübresinin tamamı ekimle birlikte 6 kg/da P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> hesabıyla Triple Süper Fosfat (%42) gübresi olarak verilmiştir. Potasyumlu gübre uygulaması yapılmamıştır. Azotlu gübrenin yarısı ekimle yarısı ise çiçeklenme öncesi ikiye bölünerek verilmiştir. Gübre olarak amonyum sülfat (%21) uygulanmıştır. Ekim işlemi her iki deneme yılında da Nisan ayının ilk haftası, 20 cm sıra arası mesafe (Tayınmak, 2019) ile elle yapılmış olup, 750 tohum/m<sup>2</sup> ekim sıklığı kullanılmıştır. Parseller 4 metre uzunluğunda 6 sıradan oluşmaktadır. Bloklar arasında 2 m, parseller arasında 1 m boşluk bırakılmıştır. Çalışma sulamasız şartlarda yürütülmüştür. Çalışmada ketene ait hastalık ve zararlıya rastlanmadığından ilaçlı mücadele söz konusu olmamıştır. Bitkiler hasat olgunluğuna ulaştığında her parselde kenarlardan birer sıra ve sıra başlarından 50 cm kenar tesiri olarak çıkarıldıktan sonra kalan alan hasat alanı olarak belirlenmiş ve bitkiler Ağustos ayı ortasında el ile kapsüllerin sarı renk aldığı ve kapsül içindeki tohumlar sallandığı zaman hasat edilmiştir (Kurt ve ark., 2006). Çalışmada incelenen parametrelerin ölçüm ve hesaplamaları her parselden tesadüfen seçilen 10 bitkiden ortalamalar alınarak elde edilmiştir. Çalışmada; bitki boyu (cm) Özdamar (2003)'a,

bitki başına dal sayısı (adet), Eseroğlu (2022)'na, bitkideki kapsül sayısı (adet), kapsüldeki tohum sayısı (adet) Güngör (2020)'e, bin tohum ağırlığı (g), tohum verimi (kg/da) Senem (2024)'e, yağ oranı (%) ve yağ verimi (kg/da) Aydın (2020)'a göre belirlenmiştir. Araştırmadan elde edilen verilerin istatistik analizi JMP paket programından yararlanılarak Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre yapılmış ve önemlilik dereceleri belirlenmiştir. Yapılan analizlerde ortalamalar LSD testine göre gruplandırılmıştır (Gülümser ve ark., 2013; Amdekar, 2014).

## Bulgular ve Tartışma

Araştırma sonucu; bitki boyu, bitki başına dal sayısı, bitkideki kapsül sayısı, kapsüldeki tohum sayısı, bin tohum ağırlığı, tohum verimi, yağ oranı ve yağ verimine dair veriler elde edilmiş ve elde edilen veriler Çizelge 3, Çizelge 4, Çizelge 5 ve Çizelge 6'da verilmiştir.

### Bitki Boyu (cm)

Çalışmada keten bitkisine uygulanan azot dozlarının bitki boyuna istatistik olarak önemli etkisinin olmadığı Çizelge 3'te verilmiştir. Keten bitkisinin bitki boyları ilk yıl 46,66-50,83 cm, ikinci yıl 52,73-53,83 cm, yılların ortalamasına göre ise 49,88-52,12 cm arasında değişiklik göstermiştir.

Çizelge 5. Yağ keteninde farklı azot dozları uygulamasına dair bin tohum ağırlığı ve tohum verimi değerleri

Table 5. Thousand seed weight and seed yield values for different nitrogen doses in linseed

Azot Dozları (kg/da)	Bin tohum ağırlığı (g)			Tohum verimi (kg/da)		
	2020	2021	Ort.	2020	2021	Ort.
0 (kontrol)	5,54	4,94	5,24	41,53 d**	67,83 c**	54,68 C**
7	5,39	5,07	5,23	58,13 c	84,73 b	71,43 B
10	5,48	4,87	5,18	72,30 a	108,30 a	90,30 A
13	5,45	5,11	5,28	68,57 ab	106,35 a	87,46 A
16	5,48	5,10	5,29	59,10 bc	91,47 b	75,28 B
Ortalama	5,5 A*	5,0 B	5,2	59,9 B**	91,7 A	75,8
LSD				9,75	11,75	6,98
CV (%)	3,09	2,74	2,94	8,67	6,82	7,58

\*: %5 düzeyinde önemli, \*\*: %1 düzeyinde önemlidir. CV: Varyasyon katsayısı.

Çizelge 6. Yağ keteninde farklı azot dozları uygulamasına dair yağ oranı ve yağ verimi değerleri

Table 6. Oil ratio and oil yield values for different nitrogen doses in linseed

Azot Dozları (kg/da)	Yağ oranı (%)			Yağ verimi (kg/da)		
	2020	2021	Ort.	2020	2021	Ort.
0 (kontrol)	33,86	32,17	33,02	14,05 c**	21,91 c**	17,98 C**
7	33,76	34,27	34,02	19,56 b	29,11 b	24,34 B
10	34,88	35,70	35,29	25,18 a	38,50 a	31,84 A
13	34,73	36,38	35,56	23,78 a	38,67 a	31,23 A
16	34,40	33,53	33,96	20,34 b	30,70 b	25,52 B
Ortalama	34,3	34,4	34,4	20,6 B**	31,8 A	26,2
LSD				2,71	4,08	2,25
CV (%)	4,88	4,97	4,93	7,03	6,84	7,05

\*\* : %1 düzeyinde önemlidir.

Deneme yılının ikinci yılında (53,16 cm) bitki boyu ilk yıla (48,1 cm) göre daha yüksek değer almıştır. Her iki yılda da azot dozu uygulamaları arasında bitki boyu, istikrarlı bir artış veya azalış göstermemiştir. Genel olarak yılların ortalamasına bakıldığında en uzun bitki boyu 10 kg/da azot dozu, en kısa bitki boyu ise 49,88 cm ile azot uygulanmayan kontrol grubundan elde edilmiştir. Karasu (2016) yürüttüğü araştırma da bu çalışmayı destekleyecek şekilde azot dozlarının istatistiksel anlamda bir farklılık oluşturmadığını belirtirken, Chopra & Badiyala (2016) ise azot dozlarının bitki boyunu arttırdığını ifade etmiştir. Bitki boyu; çeşit, sıcaklık, ışıklandırma süresi (Bozkurt & Kurt, 2007), ekim zamanı, sıklığı, lokasyon ve gibi çevresel faktörlerin yanında genetik faktörlerden de etkilenmektedir (Güngör, 2020). Çalışmada bitki boyu bakımından yıllar arasındaki fark %1 düzeyinde önemli bulunmuş olup, bitki boyu 53,2 cm ile ikinci yıl, ilk yıldan (48,1 cm) olan daha yüksek olmuştur (Çizelge 3). Denemenin ikinci yılının ilk yıla göre toplam yağış miktarının ve sıcaklığın yüksek olmasından dolayı ikinci deneme yılında bitki boyunun arttığı söylenebilir (Çizelge 1). Yağlık ketenlerde bitki boylarının liflik ketenlere göre daha kısa olması arzulanırsa da optimum tohum verimi için bitki boyunun çok kısa olması istenmemektedir (Ali ve ark., 2016; Maurya ve ark., 2017). Çünkü bitkiden fazla tohum verimi almak için bitki boyunun yeterli sayıda dal oluşturabilecek kadar uzun olması gerekmektedir (Menderes, 2019).

#### Bitki Başına Dal Sayısı (adet/bitki)

Uygulanan azot dozlarının dal sayısına istatistiksel anlamda önemli etkisinin olmadığı, bitki başına dal sayıları ilk yıl 2,50-3,00 adet, ikinci yıl 2,77-3,43 adet arasında değiştiği, azot dozlarının ortalaması ilk yıl 2,77 adet, ikinci

yıl 3,26 adet olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Yılların ortalamasına göre ise bitki başına dal sayısı 2,63-3,22 adet arasında değişiklik gösterdiği görülmektedir. İki yılın ortalamaya sonuçlarına göre yıllar arasındaki fark %1 düzeyinde önemli bulunmuş ve en fazla bitki başına dal sayısının 3,22 adet ile 13 kg/da azot uygulamasından, en az ise 2,63 adet ile kontrol uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 3). Ketende dallanma durumu çeşidin yağ tipi veya lif tipi keten olmasına göre değişiklik göstermektedir. Yağlık ketenlerde fazla miktarda tohum verimi elde etmek için bitkide dallanmanın yeterli seviyede olması oldukça önemli olup Tunçtürk & Tunçtürk (2021), bitki üzerinde meydana gelen dalların özellikle kapsül taşıyanları tohum verimi üzerinde oldukça etkilidir (Geçit ve ark. 2018). Bu yüzden yağlık keten yetiştiriciliğinde azotlu gübre uygulanması dal sayısını İncekara (1979) buna bağlı olarak kapsül sayısını da artırdığı için oldukça önemlidir (Homayouni ve ark., 2013). Ancak bu çalışma da görüldüğü üzere azotlu gübre uygulamanın dal sayısı üzerine etkisi olmamıştır. Chopra & Badiyala (2016) ve Demirbaş & Geren (2023) ise azot dozlarının yan dal sayısını arttırdığını belirtirken, Karasu (2016) ve Güngör (2020) bu çalışmaya benzer şekilde azot dozlarının yan dal sayısına etkisinin olmadığını tespit etmiştir.

#### Bitkideki Kapsül Sayısı (adet)

Araştırmada bitkideki kapsül sayısı bakımından azot dozları arasındaki fark ilk yıl %1, ikinci yıl %5 önemli olup, bitki başına kapsül sayısı ilk yıl 28,87 adet ile 13 kg/da azot uygulamasından, ikinci yıl ise kontrol hariç diğer azot uygulamaları aynı grupta yer almakla birlikte 39,13 adet ile 13 kg/da azot uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4). Yağlık keten bitkisinde dal sayısı ile birlikte verim unsurlarından biri de bitkideki kapsül sayısıdır.

Yüksek tohum verimi elde edilmesi birim alanda optimum bitki sayısı ile birlikte Geçit ve ark. (2009), mümkün olduğunca fazla kapsül oluşumu ile yakından ilişkilidir. Bitkideki kapsül sayısının çeşit, ekim normu Eseroğlu, (2022), sulama şartları Aydın (2020), ekim zamanı Menderes (2019), lokasyon ve gübreleme Tunçtürk & Tunçtürk (2021) gibi faktörlerden etkilendiği bilinmektedir.

Çizelge 4 incelendiğinde yılların birlikte analiz sonuçlarına göre bitki başına kapsül sayısı bakımından %1 düzeyinde önemli farklılıklar saptanmış olup, 10 ve 13 kg/da azot uygulamaları istatistiksel anlamda aynı grupta yer alıp, 34,0 adet ile 13 kg/da azot uygulaması ön plana çıkmıştır. Çizelge 3 ve Çizelge 4'e bakıldığında dal sayısı fazla olan azot uygulamalarında kapsül sayısının fazla olduğu tespit edilmiştir. Yıllar arasında ise %1 düzeyinde fark görülürken, 35,4 adet kapsül sayısı ile deneme yılının ikinci yılında kapsül sayısı ilk yıldan (24,3 adet) yüksek değer almıştır. Yıllar arasında kapsül sayıları arasındaki fark ikinci yılda dal sayısının daha fazla olması ile açıklanabilir. Bu durumu destekleyecek şekilde (Mirshakari ve ark. (2012) kapsül sayısı, tohum verimi ile doğrudan ilişkili olan en önemli özellik olduğunu belirterek, dal sayısının artmasının, bitkide kapsül sayısı ve tohum veriminin artmasına neden olduğu başka araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir (Çopur ve ark., 2006; Aydın, 2020). Azot dozlarının artması ile beraber kapsül sayısının artması Tiwari ve ark. (1988) tarafından yapılan araştırma ile benzerlik taşırken, Karasu (2016) azot dozunun kapsül sayısını etkilemediğini belirtmiştir. Çalışmaların sonuçlarında kapsül sayılarının farklılık göstermesinin sebebinin farklı ekolojilerde bitkinin agronomik ihtiyaçlarının da farklı olmasıyla açıklanabilir (Yıldırım, 2005; Bozkurt & Kurt, 2007; Endes, 2010).

#### **Kapsüldeki Tohum Sayısı (adet)**

Azot dozlarında kapsüldeki tohum sayıları ilk yıl 4,77-5,20 adet, ikinci yıl 5,73-6,20 adet arasında değişirken, yıllar arasında %1 düzeyinde önemli fark bulunmuş olup, ortalama kapsüldeki tohum sayısı ilk yıl 5,06 adet ikinci yıl ise 6,04 adet olarak bulunmuştur (Çizelge 4). Kapsüldeki tohum sayısının yıllara, çeşitlere Senem (2024), ekim normuna Eseroğlu (2022), ekim zamanına Tunçtürk ve Tunçtürk (2021), iklim koşullarına Yıldırım (2005) göre değişiklik gösterdiği farklı araştırmalarda belirtilmiştir. Yılların birlikte analiz sonuçlarına göre; en az kapsüldeki tohum sayısı 5,25 adet ile kontrol uygulamasından en fazla ise 13 ve 16 kg/da azot uygulamasından elde edilmiştir. Ancak azot dozlarının kapsüldeki tohum sayısına etkisinin olmadığı görülmektedir. Yılmaz (2002) ve Dordas (2010) gibi araştırmacılar da azot dozlarının kapsül başına tohum sayısına etkisinin olmadığını belirtirken, Chopra & Badiyala (2016) ile Gedefa & Jalata (2022) ise azot dozlarının artmasıyla birlikte kapsüldeki tohum sayısının arttığını belirtmişlerdir.

#### **Bin Tohum Ağırlığı (g)**

Araştırmadan elde edilen bin tohum ağırlıklarına ait ortalama değerler Çizelge 5'de verilmiş olup, azot dozları arasındaki fark her iki deneme yılında da birleştirilmiş yıllarda da istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Deneme yılının ilk yılında bin tohum ağırlıkları 5,39-5,54 g, ikinci yıl 4,87-5,11 g arasında değişmiştir. İki yıllık

ortalama sonuçlara göre azot dozlarında istikrarlı bir artış azalış söz konusu olmayıp 5,18-5,29 g arasında değişiklik göstermiştir. Yıllar arasında %5 düzeyinde bir fark oluşurken, bin tohum ağırlığı ilk yıl 5,47 g, ikinci yıl 5,02 g değerini almıştır. Bin tohum ağırlığı başta çeşit özelliği olmakla birlikte yıl Aydın (2020), iklim ve yetiştirme şartlarından (Eseroğlu, 2022; Senem, 2024), gübre ve gübre kaynağından (Soethe ve ark., 2013) etkilenmektedir. Ayrıca Bozkurt & Kurt (2007), çeşitler arasındaki farklılıkların çevresel faktörlerden çok genetik yapının farklı olmasının etkisinin olduğunu belirtmiştir. Tohumu kullanılan bitkilerde bin tohum ağırlığı hem tohum verimi hem de kalite bakımından önemli bir kriterdir (Geçit ve ark., 2009). Yağlı tohumlarda ise bin tohum ağırlığı elde edilen tohumların iriliğini belirtse de, aynı zamanda hem birim alana tohum verimi hem de yağ oranı açısından büyük önem taşımaktadır (Vollman & Rajcan, 2009, Kara, 2014). Bu çalışmada olduğu gibi Dordas (2010), Karasu (2016), Zhang ve ark. (2020) bin tohum ağırlığına azot dozlarının istatistiksel anlamda etkisinin önemli olmadığını bildirirken, Samu ve ark. (1995) ve Kakabouki ve ark. (2021) ise azot dozlarının artmasıyla bin tohum ağırlığının arttığını ifade etmiştir.

#### **Tohum Verimi (kg/da)**

Azot dozlarının tohum verimine etkisi ilk yıl 41,53-72,30 kg/da, ikinci yıl 67,83-108,30 kg/da arasında değiştiği ve azot dozları arasında her iki deneme yılında da %1 düzeyinde önemli farklılıkların olduğu saptanmıştır (Çizelge 5). En yüksek tohum verimi bakımından her iki yılda da 10 kg/da ve 13 kg/da aynı grupta yer alsa da en yüksek tohum verimi ilk yıl 72,30 kg/da, ikinci yıl 108,30 kg/da ile 10 kg/da azot uygulamasından elde edilmiştir. Ketende tohum verimini çeşit özelliği Menderes (2019), bitki sıklığı Senem (2024), sulama şartları Aydın (2020), yağış ve yağışın aylara göre dağılımı Güngör (2020), gübreleme (Karasu, 2016; Gaikwad ve ark., 2020), ekim zamanı Tayınmak (2019) gibi faktörler belirlemektedir.

İki yıllık ortalama sonuçlara göre; tohum verimi bakımından azot dozları arasında %1 düzeyinde önemli fark saptanmış, yine 10 ve 13 kg/da azot uygulaması istatistiksel olarak aynı grupta yer alsa da 90,30 kg/da ile en yüksek tohum verimi 10 kg/da azot uygulamasından elde edilirken, en düşük tohum verimi ise 54,68 kg/da ile kontrol uygulamasında saptanmıştır (Çizelge 5). Birleştirilmiş yılların sonuçlarına göre azot dozları arasında 10 ve 13 kg/da uygulamalarının dekara tohum verimlerinin yüksek olmasının bitkideki yan dal sayısının (Çizelge 3) ve kapsül sayısının (Çizelge 4), fazla olduğu ile ilişkili olduğu saptanmıştır. Yapılan çalışmalarda da araştırmacılar ketende dekara tohum verimi ile dal sayısı ve bitkideki kapsül sayısı arasında olumlu ilişkinin olduğunu belirtmiştir (Aydın, 2020; Güngör, 2020). Bu çalışma da 13 kg/da azot uygulamasının dekara tohum verimini etkileyen bu parametreleri 10 kg/da azot uygulamasından daha yüksek olsa da 10 kg/da azot uygulaması dekara tohum verimi bakımından daha ön plana çıkmıştır. Bilindiği üzere dekara tohum verimini etkileyen en önemli parametrelerden biride m<sup>2</sup> 'deki bitki sayısıdır. Burada da her ne kadar her azot dozu uygulamasında metrekaresine aynı bitki ekilse de tohumdan ve çevreden kaynaklanan olumsuzluklar nedeniyle her ekilen tohumun çıkmaması olabileceği düşünülmektedir. Tohum verimi bakımından

yıllar arasındaki fark %1 düzeyinde önemli bulunmuş olup, ortalama tohum verimi ilk yıl 59,9 kg/da, ikinci yıl 91,7 kg/da olarak belirlenmiştir (Çizelge 5). İkinci yıldaki yüksek tohum veriminin bu yılda (2021) toplam yağış miktarının ve sıcaklığın ilk yıla göre daha fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Çizelge 1). Her ne kadar tohum verimleri tatminkar olsa da (Çizelge 5), daha iyi sonuçlar vermemesinin nedeninin deneme yıllarının toplam yağış miktarının uzun yıllar ortalamasından daha az olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Çizelge 1). Bu çalışma da olduğu gibi azot dozlarının artması ile dekara tohum veriminin arttığını birçok araştırmacı desteklemiştir (Berti ve ark., 2009; Chopra & Badiyala, 2016; Gedefa & Jalata, 2022). Ayrıca Karasu (2016); 0, 4, 8 ve 12 kg/da azot dozlarını kullandığı araştırmasında en çok tohum verimini 77,7 kg/da ortalama ile 8 kg/da azot uygulamasından elde ettiğini ifade etmiştir. Bulgulardaki farkların kullanılan çeşidin yanında iklim ve toprak özelliklerinin farklılığı ve kültürel işlemlerden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

#### Yağ Oranı (%)

Yağ oranları bakımından azot dozları arasında her iki deneme yılında da istatistiki anlamda önemli bir fark bulunmamış olup, azot dozlarının yağ oranları ilk yıl %33,76-34,88, ikinci yıl %32,17-36,38 arasında değişiklik göstermiştir. Keten bitkisinde yağ oranı çeşit özelliğinin etkisinin yanında, çevresel şartlar, stres faktörleri ve agronomik uygulamalardan (sulama, gübreleme vb.) yüksek oranda etkilenmektedir (Gabiana, 2005; Gabiana ve ark., 2005; Tunçtürk ve Tunçtürk, 2021). Ayrıca yağ oranı, çeşidin tohum rengiyle bile ilişkili olup, sarı renkli tohumlarda yağ oranı ve kalitesinin kahverengi renkli tohumlara göre daha fazla olduğu birtakım araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Atakişi, 1999).

Birleştirilmiş yılların sonuçları da incelendiğinde; azot dozu uygulamalarının yağ oranına etkisinin istikrarlı bir düzende takip etmediği ve ayrıca bu etkinin de istatistiksel anlamda önemli olmadığı görülmüştür. En yüksek yağ oranı %35,56 ile 13 kg/da azot uygulamasında elde edilirken, en düşük yağ oranı ise %33,02 ile kontrol uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 6). Yıllar arasında da istatistiki anlamda bir fark olmayıp yağ oranları ilk yıl %34,32, ikinci yıl %34,41 olarak gerçekleşmiştir.

Bu çalışmanın sonuçlarını destekler nitelikte Karasu (2016) azot dozları arasında yağ oranlarının %35,22-35,96 arasında değiştiğini belirterek, istatistiki anlamda bir fark olmadığını tespit etmiştir. Benzer şekilde Hunduma ve ark. (2021) bu çalışmaya göre yağ oranları fazla olup %41,3-41,4 arasında değişse de azot dozları arasında istatistiki fark oluşmadığını bildirmiştir. Öte yandan Dilenssie ve ark. (2020) azot dozlarının %35,2-36,5 arasında değiştiğini belirterek azot artışı ile birlikte yağ oranının arttığını belirtmiştir. Sonuç olarak, yağ oranı bakımından çalışmalarda ortaya çıkan bu farklılıklarda çeşit, iklim ve yetiştirme faktörlerinin etkili olduğu söylenebilir.

#### Yağ Verimi (kg/da)

Araştırmada yağ verimi bakımından azot dozları arasındaki fark her iki deneme yılında da %1 düzeyinde olup, yağ verimi ilk yıl 14,05-25,18 kg/da, ikinci yıl ise 21,91-38,67 kg/da arasında değişmiştir. Her iki deneme yılında da en yüksek yağ verimi 10 ve 13 kg/da azot

uygulamasından elde edilirken, en düşük kontrol grubunda tespit edilmiştir (Çizelge 6). Yağ verimini çeşit başta olmak üzere Eseroğlu (2022) birçok faktör (çevre şartları, agronomik uygulamalar, biyotik ve abiyotik stres faktörleri) etkilemektedir (Gabiana ve ark., 2005; Vollman & Rajcan, 2009; Senem, 2024). Bilindiği üzere dekara yağ verimi; dekara tohum verimi ve yağ oranının bileşimi olan bir parametredir. Birçok araştırmacı da yağ veriminin yüksekliğini tohum verimi ve yağ oranı ile ilişkilendirmiştir (Vollman & Rajcan, 2009; Kara, 2014; Menderes, 2019; Aydın, 2020). Bu yüzden bu çalışmada da olduğu gibi kullanılan uygulamaların (azot dozu gibi) sonucunda dekara tohum ve yağ verimi açısından yüksek performans gösteren uygulamaların tercih edilmesi söz konusu olmaktadır.

Çizelge 6 incelendiğinde yılların birlikte analiz sonuçlarına göre yağ verimi bakımından azot dozları arasında %1 düzeyinde önemli farklılıklar saptanmış ve azot dozlarının yağ verimleri 17,98-31,84 kg/da arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek yağ verimi 31,84 kg/da ile 10 kg/da azot uygulamasında görülürken, en az ise 17,98 ile kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Çizelge 5 ve Çizelge 6 incelendiğinde dekara tohum verimi ve yağ oranları yüksek olan azot dozu uygulamalarında (10 ve 13 kg/da) dekara yağ verimlerinin de yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca azot dozlarının artmasıyla beraber 13 kg/da azot uygulamasına kadar yağ verimi artarken, 16 kg/da azot uygulamasında ise azalma görülmektedir. Öte yandan başka araştırmacılar Dilenssie ve ark. (2020), Gedefa & Jalata (2022) ile Mitra ve ark. (2023) azot dozlarının artmasının yağ verimini arttırdığını tespit etmiştir.

#### Sonuç ve Öneriler

Ülkemizde yağlık amaçlı keten (*Linum usitatissimum* L.) yetiştiriciliğiyle ilgili son yıllarda yapılan gübreleme çalışmasının yok denecek az olması ve son yıllarda yağlık amaçlı keten yetiştiriciliğinin yeniden gündeme gelmesi nedeniyle verilerin güncellenmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Tokat- Kazova'da kuru şartlarda ketende azot dozlarının etkisinin araştırıldığı bu çalışma sonucunda; dekara tohum ve yağ verimi bakımından 10-13 kg/da azot dozları ön plana çıkmıştır. Gübre tasarrufunu düşünerek 10 kg/da azot dozunun kullanılmasının daha uygun olacağı düşünülmektedir.

#### Beyan

Bu bildiri III. Uluslararası (XV. Ulusal) Tarla Bitkileri Kongresi'nde sunulmuştur.

#### Kaynaklar

- Ali, M., Hasan, F.U., & Afzal, M. (2016). Response of *Linum usitatissimum* L.) To Different Spacings under Rainfed Conditions. *Cercetari Agronomice in Moldova*. 2 (166): 87- 96.
- Amdekar, S.J. (2014). *Statistical Methods: For Agricultural and Biological Sciences*. Alpha Science International Limited.
- Andruszczak, S., Gawlik-Dziki, U., Kraska, P., Kwiecińska-Poppe, E., R' o' zyło, K., & Pałys, E. (2015). Yield and quality traits of two linseed (*Linum usitatissimum* L.) cultivars as affected by some agronomic factors. *Plant Soil Environ*. 61, 247-252.



- Anonim, (2024a). Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/home/en/>.
- Anonim, (2024b). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). Bitkisel Üretim İstatistikleri, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92velocale=tr>.
- Atakişi, D., 1999. Yağ Bitkileri Yetiştirme ve Islahı. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Ders Kitabı Yayınları 10,11, Yayın No:148, Tekirdağ, 181s.
- Aydın, D. (2020). Farklı dönemlerde yapılan sulamanın yağlık keten (*Linum usitatissimum* L.) çeşitlerinde verim, verim unsurları ve kalite özellikleri. (Doktora Tezi). Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Eskişehir.
- Bacenetti, J., Restuccia, A., Schillaci, G., & Failla, S. (2017). Biodiesel production from unconventional oilseed crops (*Linum usitatissimum* L. and *Camelina sativa* L.) in Mediterranean conditions: Environmental sustainability assessment. Renewable Energy, 112, 444-456.
- Berti, M., Fischer, S., Wilckens, R., & Hevia, F. (2009). Flax seed response to N, P, and K fertilization in south central Chile. Chilean journal of Agricultural Research, 69:145-153.
- Bhatty, R.S., & Cherdkiatgumchai, P. (1990). Compositional analysis of laboratory-prepared and commercial samples of linseed meal and of hull isolated from flax. Journal of the American Oil Chemists' Society, 67: 79-84.
- Bozkurt, D. & Kurt O. (2007). Keten (*Linum usitatissimum* L.)'in verim ve verim unsurlarına ekim zamanı ve toprak sıcaklığının etkisi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 22(1): 20-25.
- Chopra, D., & Badiyala, D. (2016). Influence of nitrogen fertilization on performance of linseed (*Linum usitatissimum* L.) under *utera* system. Himachal Journal of Agricultural Research 42(1): 108-110.
- Culpan, E., & Gürsoy, M. (2023). Effects of different boron doses on germination, seedling growth and relative water content of linseed (*Linum usitatissimum* L.). Selçuk Journal of Agriculture and Food Sciences 37 (2), 389-397.
- Çopur, O., Gur, M. A., Karakus, M., & Demirel, U. (2006). Determination of correlation and path analysis among yield components and seed yield in oil flax varieties (*Linum usitatissimum* L.). Journal of Biological Sciences, 6(4), 738-743.
- Deme, T., Haki, G. D., Retta, N., Woldegiorgis, A., & Geleta, M. (2021). Fatty acid profile, total phenolic content, and antioxidant activity of niger seed (*Guizotia abyssinica*) and linseed (*Linum usitatissimum*). Frontiers in Nutrition, 8, 674-682.
- Demirbaş, A., & Geren, H. (2023). Farklı Azot Seviyelerinin Keten (*Linum usitatissimum*) Bitkisinde Verim ve Bazı Verim Özelliklerine Etkisi. ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi, 7(2): 237-244.
- Dilenssie, A., Deselagn, T., & Ashagre, H. (2020). Effect of Nitrogen Fertilizer Rates on Seed Yield and Oil Quality of Linseed (*Linum usitatissimum* L.) Varieties in Welmera District, Central Highland of Ethiopia. Journal of Science and Sustainable Development (JSSD), 8(2), 62-73.
- Djuricic, I., & Calder, P. C. (2021). Beneficial outcomes of omega-6 and omega-3 polyunsaturated fatty acids on human health: An update for 2021. Nutrients, 13(7), 2421.
- Dordas, C.A. (2010). Variation of physiological determinants of yield in linseed in response to nitrogen fertilization. Industrial Crops and Products 31: 455-465.
- Endes, Z. (2010). Konya şartlarında bazı yağlık keten (*Linum usitatissimum* L.) çeşit ve popülasyonlarında farklı ekim zamanlarının verim ve kalite üzerine etkisinin belirlenmesi. (Doktora Tezi). Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Eseroğlu, S. (2022). Yağ Keteninde (*Linum usitatissimum* L.) Farklı Ekim Normalarının Verim ve Verim Bileşenlerine Etkisi. (Yüksek Lisans Tezi). Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı.
- Gabiana, C.P. (2005). Response of linseed (*Linum usitatissimum* L.) to irrigation, nitrogen and plant population (Yüksek Lisans Tezi). Master of Applied Sciences, Lincoln University. New Zealand.
- Gabiana, C., Mckenzie, B.A., & Hill, G.D. (2005). The influence of plant population, nitrogen and irrigation on yield and yield components of linseed. Agronomy N.Z.,35, 44-56.
- Gaikwad, S.R., Suryavanshi, V.P., Bhusari, S.A., & Misal, A.M. (2020). Effect of fertilizers on growth and yield of linseed (*Linum usitatissimum* L.) varieties, The Pharma Innovation Journal 2020, 9(10), 127-131.
- Ganorkar P.M., & R.K. Jain. (2013). Flaxseed – A nutritional punch. International Food Research Journal: 20, 519– 525.
- Geçit, H.H., Çiftçi, C.Y, Emeklier, Y., İkincikarakaya, S., Adak, M.S., Ekiz, H., Altınok, S., Sancak, C., Sevimay, C.S., & Kendir, H. (2009). Tarla Bitkileri, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No,1569, Ders Kitabı: 521, Ankara.
- Geçit, H.H., Kolsarıcı, Ö., Ekiz, H., Çiftçi, C.Y., Altınok S., Emeklier, H.Y., Sancak, C., İkincikarakaya, S., Sevimay C.S., Adak, M.S. & H, Kendir. (2018). Tarla Bitkileri (Düzeltilmiş Üçüncü Baskı). Ankara Üniv.Ziraat Fak. Yayınları: 1643, Ders Kitabı: 594,ISBN: 978-605-136-365-03. Ankara, 558 s.
- Gedefa, L., & Jalata, Z. (2022). Yield and oil response of linseed (*Linum usitatissimum* L.) to nitrogen application. International Journal of Agricultural Technology. Vol. 18(4),1651-1670.
- Genene, G., Habtamu, S., Kedir, N., Tilahun, G., & Ashinie B. (2006). Response of linseed to nitrogen and phosphorus fertilizers in the highlands of Bale, South-eastern Ethiopia. Sebil. Proceedings of the 12th Annual Conference of the Crop Science Society of Ethiopia 22-24 May 2006, Addis Ababa, Ethiopia. 12,117-125.
- Goyal, A., Sharma, V., Upadhyay, N., Gill, S., & Sihag, M. (2014). Flax and flaxseed oil: an ancient medicine and modern functional food. J. Food Sci. Tech. Mys. 51, 1633-1653.
- Green, A.G., & Marshall, D.R. (1981). Variation for Oil quantity and quality in flax seed (*Linum usitatissimum* L.). Australian Journal of Agricultural Research. 32(4): 599-607.
- Gülümser, A., Bozoğlu, H., & Pekşen, E. (2013). Araştırma ve Deneme Metotları. Ondokuzmayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ders Kitabı:48 3.Baskı, 264s, Samsun.
- Güngör, M. (2020). Diyarbakır Koşullarında Farklı Azot ve Fosfor Seviyelerinin Keten (*Linum Usitatissimum* L.)'de Bazı Agronomik ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi). Dicle Üniversitesi Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Diyarbakır.
- Farag, M.A., Elimam, D. M., & Afifi, S.M. (2021). Outgoing and potential trends of the omega-3 rich linseed oil quality characteristics and rancidity management: A comprehensive review for maximizing its food and nutraceutical applications. Trends in Food Science & Technology, 114, 292-309.
- Hocking, P. J. (1995). Critical nitrate-nitrogen and total nitrogen concentrations for vegetative growth and seed yield of Linola (edible-oil linseed) as affected by plant age. Australian journal of experimental agriculture, 35,239-246.
- Homayouni, G., Sourı, M., & Zarein, M. (2013). Effects of zinc and nitrogen on yield components of five flax genotypes. Global Journal of Science Frontier Research Chemistry, 13(5), 20-24.
- Hunduma, S., Admassu, L., Mekonnen, A., & Mengistu, B. (2021). Effects of Varieties, Nitrogen Fertilization and Seeding Rate on Growth, Seed and Oil Yield of Linseed. Journal of Natural Sciences Research. ISSN 2224-3186, Vol.12, No.15.
- İncekara, F. (1979). Endüstri bitkileri ve ıslahı-lif bitkileri ve ıslahı. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.(1). 65. İzmir.

- Kajla, P., Sharma, A., & Sood, D.R. (2015). Flaxseed—a potential functional food source. *J. Food Sci. Tech. Mys.* 52, 1857–1871.
- Kakabouki, I., Mavroidis, A., Tataridas, A., Roussis, I., Katsenios, N., Efthimiadou, A., Tigka, E.L., Karydogianni, S., Zisi, C., Folina, A., & Bilalis, D. (2021). Reintroducing flax (*Linum usitatissimum* L.) to the mediterranean basin: the importance of nitrogen fertilization. *Plants*, 10 (9), 1758.
- Kara K. 2014. Lif Bitkileri Yetiştiriciliği Ve Islahı, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları (No:239), s 194-202.
- Karasu, C.K. (2016). Keten (*Linum usitatissimum* L.) Çeşitlerinde Farklı Azot Dozlarının Verim ve Kalite Üzerine Etkisi. (Yüksek Lisans Tezi). Iğdır Üniversitesi Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Iğdır.
- Koçak, M. Z., Kumlay, A. M., & Alma, M.H. (2023). Morphological and molecular characterization of flax (*Linum usitatissimum* L.) accessions obtained from different locations in Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 1-27.
- Kurt, O., Doğan, H., & Demir, A. (2006). Samsun ekolojik koşullarına uygun kışlık keten çeşitlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, (21)1:1-5.
- Kurt, O., Uysal, H., Demir A., & Göre, M. (2015). Samsun ekolojik koşullarında geliştirilen bazı keten (*Linum usitatissimum* L.) hatlarının tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 30(2),136-140.
- Leilah, A.A. (1993). Evaluation of yield and its components of flax cultivars under different nitrogen fertilizer levels. *J. Agri. Sci.* 18(2), 313-321.
- Marchenkov, A., Rozhmina, T., Uschavpovsky, I., & Muir A.D. (2003). Cultivation of flax. In "Flax -Thegenus Linum" (A. D. Muir and N. D. Westcott, eds.). Taylor and Francis, London.
- Maurya, A.C., Raghuveer, M., Goswami, G., & Kumar S. (2017). Influences of date of sowing on yield attributes and yield of linseed (*Linum usitatissimum* L.) varieties under dryland condition in eastern uttar pradesh. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 6 (7), 481-487.
- Menderes, H.K. (2019). Keten (*Linum usitatissimum* L.) Bitkisinde Farklı Ekim Zamanlarının Verim ve Verim Unsurları Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi). Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Eskişehir.
- Mirshakari, M., Amiri, R., Nezhad, H. I., Noori, S.S., & Zandvakili, O. R. (2012). Effects of planting date and water deficit on quantitative and qualitative traits of flax seed. *American Eurasian Journal of Agricultural and Environment Science* 12(7), 901-913.
- Mitra, S., Adhikary, B., Islam, S., Nag, S.K., Alam, N.M., Mazumdar, S.P., Kumar, M., Singh, A.K., Datta D., Kar, C.S., Pandey, S.K., Ganguly, S., Mondal, A. & Kar, G. (2023). Changes in seed yield and oil quality of flax (*Linum usitatissimum* L.) for industrial use in response to nitrogen and potassium fertilization. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 69(15), 3619-3636.
- Mohammadi, A.A., Saeidi G., & Arzani. A. (2010). Genetic analysis of some agronomic traits in flax (*Linum usitatissimum* L.) *Aust. J. Crop Sci.* 4, 343-352.
- Morris, D.H. (2005). Flax-A health and nutrition primer. (F. C. O. Canada, ed.), Vol. 2005. Flax Council of Canada. <http://www.flaxcouncil.ca/primer.htm>.
- Özdamar, M. (2003). Tokat Kazova şartlarında bazı keten (*Linum usitatissimum* L.) çeşitlerinin verim ve verim ile ilgili özelliklerinin incelenmesi. (Yükseklisans Tezi), Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Tokat.
- Pisupati, A., Willaert, L., Goethals, F., Uyttendaele, W., & Park, C.H. (2021). Variety and growing condition effect on the yield and tensile strength of flax fibers. *Industrial crops and products* 170, 113736.
- Qamar, H., Ilyas, M., Shabbir, G., Irshad, G., Nisar, F., Abbas, S.M., Ghias, M., & Arshad, A., (2019). Flax: ancient to modern food. *Pure Ap. Biol.* 8, 2269–2276.
- Reta, D.G. (2015). Effect of nitrogen and sulfur fertilizer levels on growth, yield, and oil content of linseed (*Linum usitatissimum* L.) in Sinana, South-eastern Ethiopia, Thesis, Haramaya University, Ethiopia pp.70.
- Samui, R.C., Roy, B., Tripathy, S.K., & Patra, A.K. (1995). Response of linseed (*Linum usitatissimum*) varieties to nitrogen in alluvial soils of West Bengal. *Indian J Agron.* 40 (1), 132-134.
- Senem, U. (2024). Farklı Yağlık Keten (*Linum usitatissimum* L.) Çeşitleri ve Ekim Sıklıklarının Verim ve Verim Bileşenlerine Etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi. (Yüksek Lisans Tezi), Tarla Bitkileri Programı Aydın.
- Soethe, G., Feiden, A., Bassegio, D., Santos, R.F., Souza, S.N.M.D., & Secco, D., (2013). Sources and rates of nitrogen in the cultivation of flax. *African Journal of Agricultural Research*. Vol. 8(19), pp. 2249-2253.
- Sulas, L., Re, G.A., Sanna, F., Bullitta, S., & Piluzza, G. (2019). Fatty acid composition and antioxidant capacity in linseed grown as forage in Mediterranean environment. *Italian Journal of Agronomy* 14(1), 50-58.
- Tanwar, S., Zhang, L., & Teixeira, M. (2011). Adenomatous polyposis coli (APC) is essential for maintaining the integrity of the seminiferous epithelium. *Molecular Endoc.*, 25, 1725-1739.
- Tayınmak, N. (2019). Diyarbakır Koşullarında Farklı Zamanlarda Ekilen Keten (*Linum usitatissimum* L.) Genotiplerinde Agronomik ve Teknolojik Özelliklerin Belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi) Dicle Üniversitesi Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Diyarbakır.
- Tiwari, K.P., & Dixit, J.P. (1988). Effect of Nitrogen and Irrigation on Linseed. *Indian Journal of Agronomy*, 33 (1), 44–46.
- Tunçtürk, R., & Tunçtürk, M. (2021). Farklı Ekim Zamanı ve Fosfor Dozlarının Keten (*Linum usitatissimum* L.)'in Verim ve Kalite Özelliklerine Etkisi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. Haziran/2021, 35(1), s. 163-180.
- Vollman, J., & Rajcan, I. (2009). *Oil Crops*. Volume 4, Springer Dordrecht Heidelberg London New York.
- Wang, H., Wang, J., Qiu, C., Ye, Y., Guo, X., Chen, G., & Liu, R.H. (2017). Comparison of phytochemical profiles and health benefits in fiber and oil flaxseeds (*Linum usitatissimum* L.). *Food chemistry*, 214, 227-233.
- Wood, I.M. (1997). *Fibre Crops – New opportunities for Australian agriculture*. Department of Primary Industries, Brisbane. pp. 18-24.
- Yıldırım, U. (2005). Seçilmiş alternatif keten (*Linum usitatissimum* L.) hatlarının verim ve verim öğeleri bakımından karşılaştırılması. (Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Ankara.
- Yılmaz, S. (2002). Bitki büyüme düzenleyicisi ve azot uygulamasının ketenin (*Linum usitatissimum* L.) verim ve verim unsurları ile bazı tarımsal ve teknolojik özelliklerine etkileri üzerinde bir araştırma. (Yükseklisans Tezi) Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı Samsun.
- Zhang, Q., Gao, Y., Yan, B., Cui, Z., Wu, B., Yang, K., & Ma, J. (2020). Perspective on oil flax yield and dry biomass with reduced nitrogen supply. *Oil crop science*, 5(2), 42-46.
- Zuk, M., Richter, D., Matuła, J., & Szopa, J. (2015). Linseed, the multipurpose plant. *Industrial Crops and Products* 75,165-177.



## Is it Necessary to Leave Border Effects in Field Experiments?

Hatice Bozoğlu<sup>1,a,\*</sup>, Zeynep Aybey<sup>2,b</sup>, Reyhan Aydın<sup>3,c</sup>

<sup>1</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi TBB, Samsun, Türkiye

<sup>2</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi Lisans Üstü Enstitüsü, Samsun, Türkiye

<sup>3</sup>Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Samsun, Türkiye

\*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Research Article</p> <p>Received : 30.10.2024 Accepted : 25.11.2024</p> <p>Keywords: Border effects Faba bean Wheat Bean Plant height</p>	<p>In the study, 7 different cultural practices were tried in 3 blocks; plant height, number of branches, fresh fruit yield, number of fruits in fresh harvest, number of pods in the plant in dry harvest, dry grain yield and 100 seed weight were observed in the pod trial, which was sowing in 5 rows in each parcel, which was left with 1 m between the parcels and 1,5 m between the blocks. Except for the weight of one hundred grains, it was determined that the data in the edge effect were statistically higher (<math>P&lt;0.01</math>). In a study in which 7 different applications of 2 microelements were tried in the wheat plant, spike length, number of grains in the spike, spike weight, and seed weight observations were made in 10 plants from the middle and edge rows of the plot. It was determined that the edge effect on the length and weight of the spike had a statistical effect of being the net area (<math>P&lt;0.01</math>), but these values were higher in the net area. Whether higher or lower data are obtained, the necessity of leaving margins in trials can also be seen from these data. The new genotypes developed and the change in the techniques applied to show that more information is needed about edge effects in different plants.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(s3): 2726-2733, 2024

## Tarla Denemelerinde Kenar Tesir Bırakmak Gerekli mi?

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p>Araştırma Makalesi</p> <p>Geliş : 30.10.2024 Kabul : 25.11.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Kenar tesir Bakla Buğday Fasulye Bitki boyu</p>	<p>Bu makalede, bazı tarla bitkilerinde kenar tesirlerde yer alan bitkiler ile parsel net alanlardaki bitki verilerinin istatistiki karşılaştırılması yorumlanmıştır. Baklada 7 farklı kültürel uygulamanın 3 bloklu denendiği çalışmada; parsel aralarında 1 m, blok araları 1,5 m boşluk bırakılmıştır. Baklada ve 100 tane ağırlığı gözlemleri alınmıştır. Yapılan varyans analizine göre; yüz tane ağırlığı hariç bitki boyu, dal sayısı, taze meyve verimi, taze hasatta meyve sayısı, kuru hasatta bitkide bakla sayısı, kuru tane verimi istatistiki olarak (<math>P&lt;0,01</math>) net alandaki verilerden farklı olduğu belirlenmiştir. Diğer denemede buğdayda 2 mikro elementin 7 farklı kombinasyonu 3 tekrarlamalı tesadüf bloklarında incelenmiştir. Parsel ve blok aralarında 1'er metre boşluk bırakılmıştır. Başak uzunluğu ve ağırlığının net alanda kenar tesire nazaran daha yüksek olduğu (<math>P&lt;0,01</math>) belirlenmiştir. Üçüncü deneme 5 farklı mikrobiyal gübrelemenin kuru fasulyede bitki boyu, bakla sayısı ve bitkide tane verimine etkisi araştırılmıştır. Parsel ve blok aralarında 2 m mesafe bırakılmıştır. Varyans analizi sonucu kenar sıralardaki tane veriminin orta sıradakinden istatistiki olarak (<math>P&lt;0,05</math>) daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Görüldüğü gibi farklı uygulama ve bitkilerde sonuçlar değişmektedir. İster daha yüksek ister daha düşük veriler elde edilsin denemelerde kenar tesir yapma sağlıklı sonuçların alınmasını garanti etmek için gerekliliktir. Geliştirilen yeni genotipler, uygulanan tekniklerin değişmesi kenar tesir konusunda daha çok bilgiye ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.</p>

<sup>a</sup> [hbozoglu@omu.edu.tr](mailto:hbozoglu@omu.edu.tr)

<sup>b</sup> <https://orcid.org/0000-0003-4776-2566>

<sup>c</sup> [zeynepaybey4@gmail.com](mailto:zeynepaybey4@gmail.com) <https://orcid.org/0009-0003-1678-8197>

<sup>c</sup> [reyhan.karayel@tarimorman.gov.tr](mailto:reyhan.karayel@tarimorman.gov.tr)

<https://orcid.org/0000-0003-4312-6765>



## Giriş

Denemelerde araştırılacak işlemlerin her birinin uygulandığı birimlere parsel denir. Parseller uygulanan işlemlerin etkilerini gösterebilecek boyutlarda ve düzende olmalıdır. Tarla denemelerinin, farklı bitki ve uygulamalarda değişmek üzere genellikle 5-50 m<sup>2</sup> boyutlarındaki parsellerde yürütülmesi önerilir (Gülümser ve ark., 2013). Genellikle bu alanlardan elde edilen sonuçlar dekar, hektar gibi büyük ölçeklere çevrilerek verilir. Bundan hareketle parsellerde yapılacak küçük gibi gördüğümüz hatalar, sonuçlarda büyük farklılıklara neden olabilir. Araştırmalara başlarken deneme planlanması, parsel boyut ve şeklinin belirlenmesi gibi adımlar oldukça önemlidir. Bu adımlardan bir tanesi de parseller arası boşluklar ve parsel kenarlarına gelecek kenar sıraların belirlenmesidir (Little ve Hills, 1978). Parsellerin kenarına gelecek bitkilerin, parselin ortasındaki yani gözlem ve ölçümlerin yapılacağı ve net alan olarak isimlendirilen alandaki bitkilerden besin maddesi, su, ışıklandırma, havalandırma gibi nedenlerle farklı değerler göstermesi kenar tesir ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. İşlemlerin uygulandığı parseller ve tekrarlar arasında boşluklar bırakıldığında, parselin dört bir kenarından atılan değerlendirme dışı bırakılan bu kısımlara kenar tesir denir (Gülümser ve ark., 2013). Yurtsever (2011), tahıllarda parselin kenar sırasının veriminin ortadaki sıralardan %100, en dış sıradan sonraki sıranın veriminin ise %10 fazla olduğunu bildirmiştir. Açıköz (1993) kenardaki sıranın en verimli olma ihtimalinden bahsedip az, yüksek ve orta kardeşlenmeye sahip çeltiklerde dekara 12 kg N uygulanan parselde, özellikle az kardeşlenen çeşitte en kenardaki sıranın bir öncekinden %108, kontrolde ise %124 daha verimli olduğunu bildirmiştir. Amerika'da buğdayda yapılan bir gübreleme çalışmasında farklı gübre uygulamalarında kenar sıraların merkezdeki sıralardan %50 daha fazla verim verdiği bildirilmiştir (Anslow, 1987). Çin'de çeltikte yapılan bir denemede kenar tesir etkisinin metre karede salkım sayısı, salkımda başakçık sayısı ve kuru tane veriminin içe doğru ikinci ve üçüncü sıralardan istatistiki olarak daha yüksek, tane veriminde en dış sıranın kenar tesir etkisinin pozitif ve %98,3 olduğunu bildirmiştir (Chang ve ark., 2023). Çin'de çeltikte kenar sıra nedeniyle meydana gelen verim abartımını belirleme için yapılan çalışmada, tane verimi, verim bileşenleri en dış sıra, ikinci ve üçüncü sıralar ile merkez sıralardaki karşılaştırılmıştır. En dış sırada belirgin bir sınır etkisi gözlemlenmiş, ancak ikinci ve üçüncü dış sıralarda bu etki görülmemiştir. Verim abartımını hesaplamak için bir denklem geliştirilmiştir. Bu denkleme göre, kenar etkisinden kaynaklanan minimum verim abartım oranı %2,7 olarak belirlenmiştir (Wang ve ark., 2013). Davis ve ark. (2008), sırik fasulye ve mısır karışık ekiminde parsellerin başlarında 1 m kenar tesir bırakılmasını önermişlerdir.

Yaptığımız incelemelerde ülkemizde cumhuriyetin ilk yıllarında bu konuda yayınlara rastlanmıştır ancak daha sonra bu konular ile ilgili çalışmaların çok az olduğu görülmüştür. Gözlemlerimize göre; bazı araştırmacıların özellikle makinalı hasadın devreye girmesiyle birlikte kenar tesiri dikkate almadıkları ya da sadece denemenin genel etrafına birkaç sıra ekerek kenar tesir yaptıkları görülmüştür. Ayrıca kendi denemelerimizde kenardaki bitkilerin net alandakilerden çok daha iyi geliştiğini gözlemlememiz, makinalı bakım işlemleri sırasında bu sıraların zarar görme ihtimalinin yüksekliği, öğrencilerin bol olduğu üniversite deneme arazilerinde kenardan

bitkilerin koparılması gibi durumlar söz konusu olması nedeniyle kenar tesir kavramının tekrar ve özenle üzerinde durulması gerektiği kanaatindeyiz. Bu makale 3 farklı bitkide yapılan denemelerden kenar tesirler ve net alandaki bitki gözlemlerin istatistiki kıyaslanması yapılarak kenar tesir ihtiyacı bir kez daha vurgulanmaya çalışılmıştır.

## Materyal ve Metot

Bu çalışmada bakla, buğday ve fasulye denemelerinden veriler kullanılmıştır. Bakla denemesi OMÜ Kampüs alanı içindeki deneme arazisinde Kasım 2023 de kurulmuştur. Denemede 7 farklı kültürel uygulamanın baklanın yabancı otları baskılamasına etkisi araştırılmıştır. Deneme 3 tekrarlamalı tesadüf blokları deneme deseninde Lara bakla çeşidi ekilerek yürütülmüştür. Denemede parseller arasında 1 m, blok aralarında 1,5 m boşluklar bırakılmıştır. Parseller 5 sıra halinde ve sıra araları 50 cm olacak şekilde ekilmiştir. Net parsel alanından 5 bitki, parsel kenarlarındaki sıralardan 5 bitki işaretlenerek bitki boyu, dal sayısı, taze meyve verimi, taze hasatta meyve sayısı, kuru hasatta bitkide bakla sayısı, kuru tane verimi ve 100 tane ağırlığı gözlemleri alınmıştır. Buğday denemesi aynı dönemde ve aynı alanda kurulmuştur. Denemede 2 mikro elementin 7 farklı uygulaması Rebelde buğday çeşidinde 3 tekrarlamalı tesadüf bloklarında incelenmiştir. Parseller arası 1 m, blok arası ise 1,5 m boşluk bırakılmıştır. Bu denemede net parsel alanından ve parselin dört bir kenarına gelen sıralardan 10' ar bitkide bitkide başak uzunluğu, başakta tane sayısı, başak ağırlığı, tane ağırlığı gözlemleri yapılmıştır. Fasulye denemesi Mayıs 2024 yılında Bafra lokasyonunda her parsel 50 cm sıra aralığında 10 sıra halinde ekilmiştir. Denemede Zülbiye çeşidi kullanılarak 5 farklı mikrobiyal gübrelemenin verime etkisi incelenmiştir. Blok ve parsel aralarında 2 m boşluk bırakılmıştır. Bitki boyu, bitkide bakla sayısı ve bitkide tane verimi kenar tesir için parsellerin birinci ve onuncu sıralarından ve net parsel alanından 10' ar bitkide belirlenmiştir. Her bir denemenin rakamları ayrı ayrı varyans analizine tabi tutulmuştur. Bu makalede denemelerdeki işlemler değil sadece kenar ve orta sıra verilerinin karşılaştırılması yorumlanacaktır.

Ayrıca Zheng ve ark., (2023)'ün bildirdiği;

$$KTE = \left( \frac{\text{kenar tesidaki değer} - \text{net alandaki değer}}{\text{net alandaki değer}} \right) \times 100$$

formül ile kenar tesir etkisi (KTE) % olarak hesaplanmıştır.

## Bulgular ve Tartışma

### Bakla

Bakla, bölgemiz şartlarına iyi adapte olan ve kış aylarında ekilip taze meyvesi Mayıs, kuru tanesi ise Haziran sonu Temmuz başlarında hasat edilebilen, tarımsal özellikleri zengin bir bitkidir. Bakla bitkisinin hem taze meyveleri hem de kuru taneleri gıda olarak kullanılır. Bu çalışmada kullanılan Lara bakla çeşidi taze amaçlı geliştirilmiş bir çeşittir. Bu nedenle denemede 18 nisandan başlayarak 4 gün aralıklarla işaretlenmiş bitkilerde 3 hasat yapılarak taze meyve gözlemleri alınmıştır. Bilindiği gibi meyve koparmak bitkide çiçek ve meyve bağlamayı teşvik

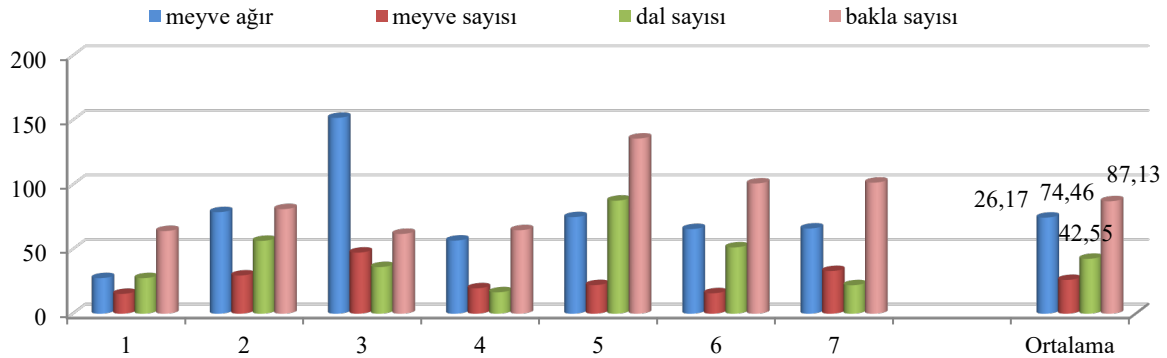
eder. Bu nedenle taze meyve sayıları ile kuru hasattaki kuru bakla gözlemleri ayrı ayrı bitkilerden alınarak belirlenmiştir. Yapılan varyans analizi sonucu taze meyve sayısı ve meyve ağırlığına kültürel uygulamaların etkisi olmaz iken kenar tesir ve net parsel alanında arasında çok önemli ( $P<0,01$ ) fark olduğu görülmüştür (Çizelge 1 ve 2).

Bitki başına taze meyve verimi kenar sırada 240 g iken orta sıralardaki bitkilerde % 36 oranında bir azalış göstererek 152,6 g' a düşmüştür. Buna benzer olarak bitki başına hasat edilen taze meyve sayısının da kenar tesirde (22,14 adet) net parseldeki verilere (13,89 adet) nazaran çok fazla olduğu ve bu farkın istatistiki olarak da önemli olduğu belirlenmiştir. Hesaplanan kenar tesir etki oranları incelendiğinde taze meyve ağırlığı, sayısında verilerin hepsinin pozitif olduğu görülmektedir (Şekil 1). Bu da kenar tesirlerdeki bitkilerden alınacak gözlemlerin bu özellikler için net parsel alanı verilerinden yüksek olduğu anlamı çıkmaktadır. Bu değer taze meyve sayısında işlem ortalamaları olarak %74,46 olmuştur. Baklada kenar tesir olarak çiçekli bitkilerin kullanıldığı çalışmada bu bitkilerin tozlaşma hizmetlerini ve verimi aktif olarak artırdığı bildirilmiştir (Mohamed ve ark., 2024). Bozoğlu (2005), aynı lokasyonda yaptığı çalışmada tane verimi ile dal sayısı, bitki boyu, bitkide bakla sayısı, toplam çiçek sayısı, bitkide çiçek açan son boğum sayısı, bakla bağlayan son boğum sayısı arasında olumlu ilişkiler tespit edilmiştir.

Bakla kuvvetli bir apikal dominansiye ve indeterminate büyüme özelliğine sahiptir (Sepetoğlu, 1994). Bu, bitkinin iklimsel şartlara bağlı olarak daha boylanması yada dal oluşturarak vegetative aksamını artırma şansını vermektedir. Bitkinin yararlandığı alan arttıkça gelişimi de artmakta, eğer yağışlı bir sezon geçirip hava sıcaklıkları da serin giderse gümrak bir gelişme göstermektedir. Bölgede uzun yıllardır yaptığımız çalışmalarda sezon yağışları ve genotipe bağlı olarak bitki boyunun değiştiği (56-123 cm) gözlenmiştir (Bozoğlu 2005, Pekşen, 2007; Bezmen, 2019). Lara çeşiti farklı

humik asit uygulamalarında aynı lokasyonda 75,6-87,4 cm aralığında değer vermiştir (Oğuz ve Bozoğlu, 2021). Bu denemede kullanılan Lara çeşitinde boy 77,2-100,9 cm arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 2). Kenar tesir ve parsel net alandan alınan bitki boyları arasında istatistiki farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Boyda fark olmaz iken dal sayısında istatistiki fark belirlenmiştir. Bozoğlu (2005), 2 yıl süre ile yürüttüğü çalışmada, tane verimi ile dal sayısı, bitki boyu arasında olumlu ilişkiler tespit edilmiştir. Dal sayısının artması verimi artırmasına rağmen bu sayının sınırsız olmadığı en ideal sayısını 3,3 adet olduğu aynı ortamda yapılan bir başka çalışmada bildirilmiştir (Topal ve Bozoğlu (2006). Bu çalışmada ise kenar sıralarda dal sayısı 5,02 adet iken orta sırada 3,02 adet olarak tespit edilmiştir. Bitki kendine daha fazla ortam bulduğunda boy yerine dallanmayla vegetative aksamını çoğalttığı gözlenmiştir. Dal sayısında KTE değerinin (%42,55) de pozitif olduğu görülmüştür (Şekil 1).

Kuru tane amaçlı yetiştiricilikte önemli olan kuru tane verim değerlerinde kenar tesirin etkisinin tüm işlemlerde pozitif olduğu yani kenar tesirdeki bitkilerden elde edilen verimlerin net alanındakilerden daha yüksek olduğu anlamını taşımaktadır. Farklı uygulamalarda kuru tane verimi için belirlenen kenar tesir etki oranı ortalama % 34,25 olmuştur. Yüz tane ağırlığında kenar tesirin etki oranı (%9,94) daha düşük olmuş (Şekil 2) ve yüz tane ağırlığında istatistiki bir farklılık da olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 1). Pekşen (2007) yaptığı çalışmada bu denemede kullanılan Lara çeşiti ve dört farklı genotipte yüz tane ağırlığının 91,5-213 arasında değiştiğini; Ahmad (2016) bu özelliğin kalıtımının değişen genotiplerde % 91,3-94,9 olduğunu bildirmektedir. Aynı çeşit ile aynı alanda yürütülen bir başka çalışmada yüz tane ağırlığının 120,7-131,5 g arasında değiştiği bildirilmiştir (Oğuz and Bozoğlu, 2023). Bu veriler bize yüz tane ağırlığının yüksek kalıtımı nedeniyle çok değişken olamayacağını doğrulamaktadır.



Şekil 1. Farklı kültürel uygulamalarla yetiştirilen baklanın bazı özelliklerine ait KTE oranı (%)

Figure 1. The border effect ratio of some characteristics of faba beans grown with different cultural practise

Çizelge 1. Bakla denemesinin varyans analiz sonuçları, kareler ortalaması ve istatistiki önemliliği

Table 1. Variance analysis results, mean squares and statistical significance of the faba bean experiment

VK	SD	Taze meyve ağır.	Taze meyve sayısı	Dal sayısı	Bitki boyu	Bakla sayısı*	Kuru tane ağır.*	Yüz tane ağır.
Yer (Y) <sup>1</sup>	1	3831	9,25**	22,07**	210,02 *	47,14	22,62**	702,1
işlem (İ)	6	81955**	0,38	055	171,59*	0,15	1,20	191,6
İxY int.	6	1970	0,23	0,96	88,38	0,35	1,27	188,3
Blok	2	2699	0,14	1,08	408,92**	0,07	0,19	541,1
Hata	26	7365	0,38	0,95	53,06	0,384	0,69	308,4
CV		13,7	13	21	8	17,3	15,5	1,4

<sup>1</sup> parselde gözlem yapılan yer (kenar sıra, net alan), \*  $P<0,05$ , \*\* $P>0,01$  olasılıkla fark vardır

Çizelge 2. Farklı kültürel uygulamalar ile yetiştirilmiş baklanın bazı özelliklerine ait kenar ve net alan verileri  
Table 2. Mean of border and net parcel of some characteristics of faba beans grown with different cultural practices

İşlemler	Taze meyve ağır /bitki (g)			Taze meyve sayısı (adet)			Dal sayısı (adet)			Bitki boyu (cm)		
	Kenar	Net	Ort.	Kenar	Net	Ort.	Kenar	Net	Ort.	Kenar	Net	Ort.
Kontrol	217,7	163,6	190,7	23,8	17,0	20,4	5,0	4,0	4,5	77,2	80,2	78,7
Otlu K	287,2	164,8	225,9	24,7	14,7	19,7	5,7	3,6	4,6	85,5	97,4	91,5
1 çapa	258,5	106,9	182,7	26,0	11,8	18,9	5,0	3,7	4,3	90,3	89,6	89,9
2 çapa	215,9	160,7	188,3	20,5	15,1	17,8	4,3	3,8	4,0	84,8	91,6	88,2
3 çapa	203,8	114,8	159,4	16,8	11,11	13,9	6,0	3,2	4,6	93,2	88,8	90,9
Çim suyu.	235,1	160,5	197,8	18,7	13,9	16,3	5,0	3,3	4,2	84,3	100,9	92,6
Kimyasal	268,4	196,6	232,5	24,5	13,6	19,0	4,2	4,2	3,8	96,5	94,6	95,6
Ort.	240,9a	152,6		22,14a	13,89b		5,02a	3,57 b		87,4	91,9	

İşlemler	Kuru bakla sayısı (adet)			Kuru tane ağırlığı (g)			Yüz tane ağırlığı (g)		
	Kenar	Net	Ort.	Kenar	Net	Ort.	Kenar	Net	Ort.
Otsuz	22,3	8,3	15,3	41,3	30,3	35,8	133,4	119,6	126,5
Otlu	21,0	6,2	13,6	26,1	20,2	23,2	132,2	131,9	132,0
1 çapa	18,7	7,1	12,9	31,0	24,5	27,8	127,8	110,3	119,0
2 çapa	19,7	7,3	13,5	40,0	23,0	31,5	133,7	109,0	121,4
3 çapa	28,7	5,0	16,8	55,3	17,1	36,2	121,0	121,5	121,2
Çim suyu.	24,3	6,3	15,3	39,3	20,9	30,1	130,6	137,3	133,9
Kimyasal	20,3	5,3	12,8	32,3	14,7	23,5	129,9	121,8	125,8
Ort.	22,14a	6,49b		37,9a	21,5b		129,8	121,6	

Çizelge 3. Fasulye denemesinin varyans analiz sonuçları

Table 3. Variance analysis results, mean squares and statistical significance of the bean experiment

VK	SD	Bitki boyu	Bakla sayısı	Kuru tane ağır
Yer (Y)	1	14,46	7,01	0,44*
İşlem (İ)	4	14,00	4,22	0,29
İxY İnt,	4	5,05	2,25	0,11
Blok	2	23,77	6,87	0,14
Hata	18	13,88	3,31	0,12
CV		13,7	22	14,9

### Fasulye

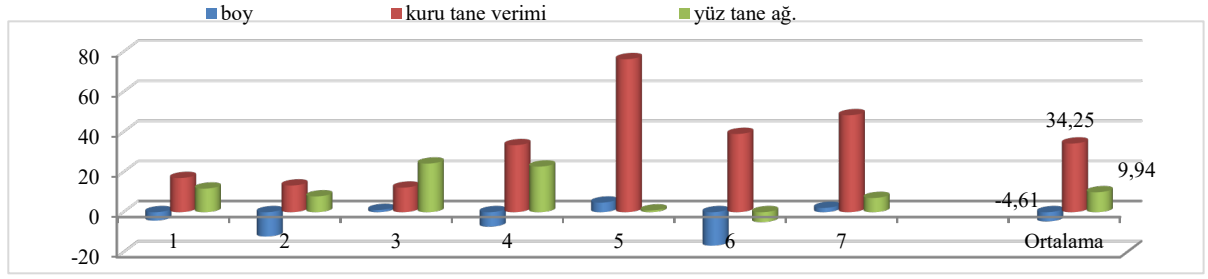
Fasulye yemeklik baklagiller içerisinde ülkemizde en sevilerek tüketilen, dünyada ve ülkemizde üzerinde en yoğun çalışmaların yapıldığı baklagildir. Tarım Bakanlığı Tohum Tescil Sertifikasyon Müdürlüğü'nün (TTSM) tarımsal değerleri ölçme teknik talimatnamesine göre fasulyede sıra arası; bodur ve yarı sarılıcı tiplerde 45 cm, sırk tiplerde 70 cm, parsel uzunluğu 5m, parselde sıra sayısı 6 adet, parsel ekim alanının bodur ve yarı sarılıcı fasulyelerde 13,5 sırkla 21 m<sup>2</sup>, hasata parsel alanının ise bodur ve yarı sarılıcı tiplerde 7,2 sırk tiplerde 11,2 m<sup>2</sup> olarak bildirilmiştir (Anon. 2024a). Buradan da anlaşılmaktadır ki parsellerde kenar tesir bırakılmalıdır.

Bafrada Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nün deneme arazisinde kurulan ve mikrobiyal gübrelemenin etkisinin araştırıldığı çalışmada, parseller ve tekrarlar arası 2 m boşluk bırakılmıştır. Kenar tesirlerdeki bitkiler yöney olarak kuzey ve güney kısımlardan alınmıştır. Zülbiye fasulye çeşidi Yapılan varyans analizine göre bitki boyu ve bitkide bakla sayısında kenar tesirin istatistiksel bir farklılığı belirlenmezken tane veriminde önemli (P<0,05) fark olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3).

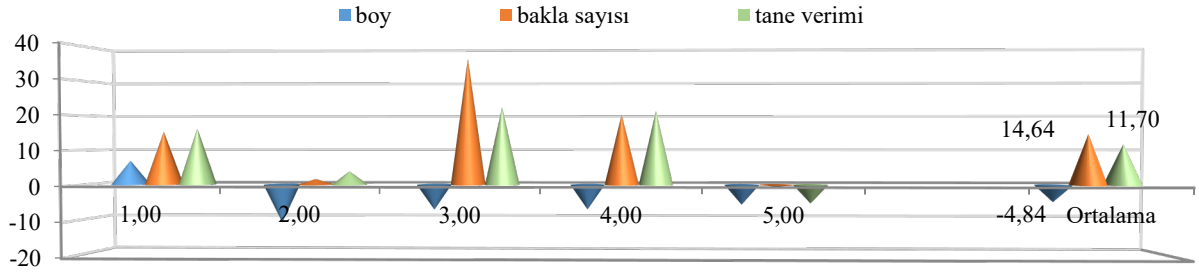
Bolu ekolojik koşullarında 12 yerel kuru fasulye hattı ve 2 ticari çeşit ile yürütülen çalışmada bitki boyu (37,20-58,30 cm), bitkide bakla sayısı (16,96-41,50 bakla), bitki başına tohum verimi (25,41-96,83 g bitki<sup>-1</sup>) belirlenmiştir (Yeke, 2018). Bazı kuru fasulye materyallerine ait tarımsal parametrelerin Aksaray ekolojisinde belirlenmesi

amacıyla 2 yıl süre ile yürütülen bir çalışmada 25 adet yerel kuru fasulye genotipi kullanılmış ve bitki boyunun 32,75-64,24 cm aralığında, bakla sayısının 7,0-34,63 adet ve bitki başına tane veriminin 5,71- 41,06 g arasında değiştiği bildirilmiştir (Sözen ve ark., 2022). Denememizde kullandığımız çeşit KTAE ün geliştirdiği Zülbiye kuru fasulye çeşitidir. Yozgat koşullarında çeşite aday 5 hat ve 7 ticari çeşitle yürütülen bir çalışmada Zülbiye çeşiti de yer almış ve bitki boyu 42,3 cm, bakla sayısı 20,35 adet ve tane verimi 38,41 g olarak bulunmuştur (Çizelge 4). Bitki boyu bakımından kullanılan genotipler içerisinde ortalarda yer almasına rağmen bakla sayısı ve verim bakımından ilk grup içerisinde yer aldığı bildirilmiştir (Karadavut ve Sözen, 2024). Bilindiği gibi fasulye yüksek sıcaklıklarda tozlanma problem yaşayan ve optimum çiçeklenme için 0°C derecenin üzerinde toplam 830-100°C ve çiçeklenmede optimum 22-23°C isteyen bir bitkidir (Patricka and Stoddardb, 2010). Çalışmamızda bakla sayısının literatürlerde belirtilen rakamlardan farklı olmasının denemenin yürütüldüğü devrede yaşanan yüksek sıcaklık nedeniyle olduğu kanaatindeyiz.

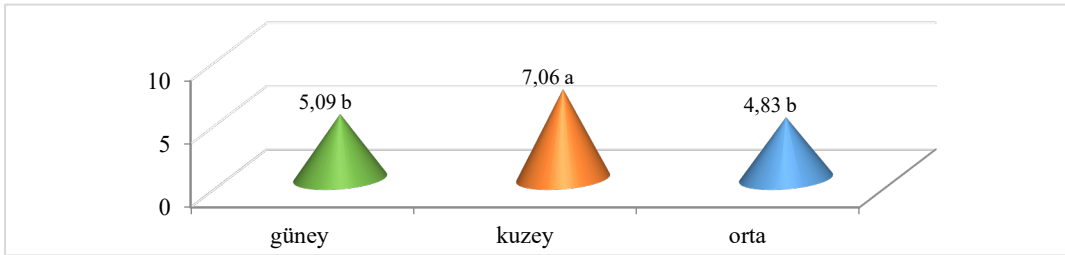
İncelenen özellikler için KTE oranları tespit edilmiş ve Şekil 3' de verilmiştir. Bitki boyunda bu etkinin negative, yani merkezdeki bitkilerde bitki boylarının daha uzun olduğu ortaya çıkmaktadır. Ancak uygulama ortalamalarında bu değer %-4,84 gibi küçük bir değerdir.



Şekil 2. Farklı kültürel uygulamalarla yetiştirilen baklanın kuru hasatdaki boy ve tane verimine ait KTE oranı (%)  
Figure 2. The border effect ratio of length and seed yield in dry harvest of faba bean grown with different cultural practices



Şekil 3. Mikro gübreleme uygulamaları ile yetiştirilen fasulyenin bazı özelliklerinde KTE oranı (%)  
Figure 3. The border effect ratio in some characteristics of beans grown with micro fertilization applications



Şekil 4. Fasulyede farklı yönlerden alınan kenar tesir ve net alandaki tane verimi (g/plant)  
Figure 4. The seed yield (g/plant) on the border and net parcel area taken from different directions in beans

Çizelge 4. Farklı mikrogübreler yetiştirilmiş kuru fasulyenin bazı özelliklerine ait kenar tesir ve orta sıra verileri

Table 4. Mean of the border and net parcel of some characteristics of dry beans grown with different microfertilizers

İşlemler	Bitki boyu			Bakla sayısı			Kuru tane ağırlığı (g)		
	Kenar	Net	Ort,	Kenar	Net	Ort,	Kenar	Net	Ort.
Kontrol	30,2	28,4	29,3	9,6	8,4	9,0	7,3	5,3	6,3
TSP+N	25,6	28,8	27,2	8,9	8,8	8,9	5,9	5,6	5,7
Rhizobium (Rh)	25,9	27,9	26,9	9,9	7,3	8,6	7,7	5,1	6,4
TSP+Rh	24,2	26,0	25,1	8,0	6,6	7,3	5,3	3,4	4,3
DAP+Rh	26,9	28,7	27,8	7,1	7,6	7,4	4,2	4,8	4,5
Ort.	27,6	28,0		8,7	7,74		6,1 a	4,8 b	

Bitki boyunda kenar tesir ile net alandaki veriler arasında istatistiksel fark belirlenmemiştir. Bakla sayısı ve tane sayısında ise KTE oranı pozitif olmuştur. Tane veriminde kenar sıraların etki oranı en yüksek rhizobium uygulamasından (%36,41) alınmıştır. Deneme Bafra ovası sahil bandında yer alan ve denize yaklaşık 12-13 km mesafede bulunan bir arazidir. Bu arazi her zaman denizden gelen rüzgarlara açık bir alandır. Bu nedenle yönlerin kenar tesirlere etkisi olup olmadığı belirlenmek istenmiştir. Kuzey ve güney yönden alınan gözlemler ayrıca varyans analizine tabi tutulmuş ve sonuçları Şekil 4' de verilmiştir.

Kuzey yönden alınan bitkilerde bitki başına tane veriminin güney ve ortadan alınana nazaran daha yüksek

olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılıkta parsel ortasındaki bitkilerin yararlandığı alanın kenardakilerden daha az olması gerekçe gösterilebilir. Ancak güney yönün yani güneşlenmenin daha fazla olduğu bir yönün değerinin az olmasını açıklamak oldukça güçtür.

#### Buğday

TTSM talimatnamesine göre buğday denemelerinde parsel büyüklüğü; ekimde parsel alanı en fazla 12 m<sup>2</sup>, hasatta parsel alanı 5-10 m<sup>2</sup> ve parseller 6 sıralı ve sıra arası mesafe 15-20 cm olarak önerilmektedir (Anon., 2024b). Buğday gibi dar sıra aralıklarında ekilen ve özellikle de parsel biçerdöveri ile hasat edilen denemelerde kenar tesirler çoğu zaman göz ardı edilmektedir.

Çizelge 5. Buğday denemesinin varyans analiz sonuçları kareler ortalaması ve önemliliği

Table 5. Variance analysis results, mean squares and statistical significance of the wheat experiment

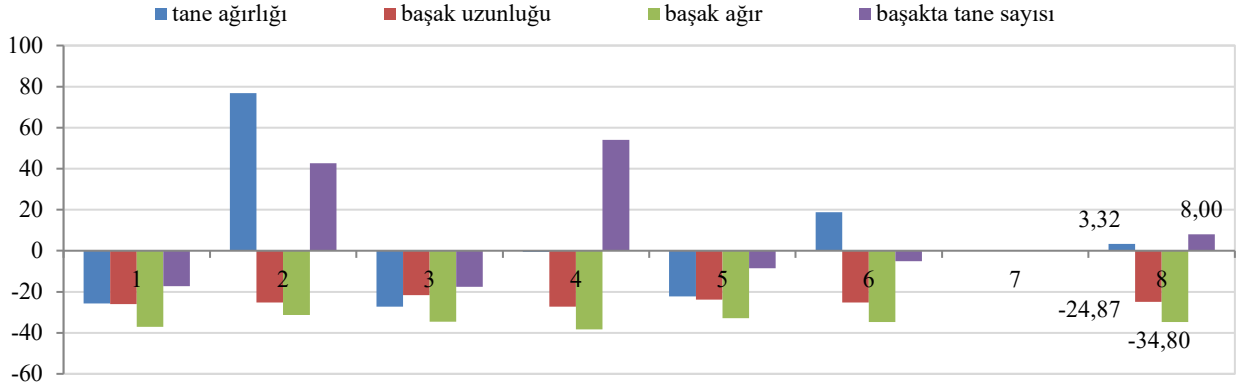
İşlemler	SD	Başak uzunluğu	Başak ağırlığı	Başakta tane sayısı	Tane ağırlığı/başak
Yer (Y)	1	67,95**	6,8**	107,53	0,17
İşlem (İ)	5	0,97	0,14	87,69	0,049
İxY İnt,	5	0,24	0,009	64,49	0,043
Blok	2	1,98	0,035	174,75	0,074
Hata	22	1,82	0,102	111,22	0,096

\*\* P&lt;0,01 olasılıkla fark vardır

Çizelge 6. Farklı mikro element kombinasyonu ile yetiştirilen buğdayın bazı özelliklerine ait kenar tesir ve orta sıra verileri

Table 6. Mean of the border and net parcel of some characteristics of wheat grown with different microelement combinations

İşlemler	Başak uzunluğu (cm)			Başak ağırlığı (g)			Tane ağırlığı/başak			Tane sayısı/başak		
	Kenar	Net	Ort.	Kenar	Net	Ort.	Kenar	Net	Ort.	Kenar	Net	Ort.
Kontrol	7,33	10,07	8,70	1,09	1,61	1,35	1,36	2,30	1,83	36,29	45,93	41,11
Zn <sub>1</sub>	7,68	11,13	9,40	1,50	1,23	1,37	1,68	2,57	2,13	38,38	32,07	35,22
Zn <sub>2</sub>	8,21	10,53	9,37	1,23	1,69	1,46	1,71	2,66	2,19	41,55	50,23	45,89
Mg <sub>1</sub>	7,69	10,60	9,14	1,38	2,83	2,10	1,44	2,33	1,89	38,29	35,33	36,81
Zn <sub>1</sub> +Mg <sub>1</sub>	8,00	10,60	9,30	1,31	1,68	1,50	1,56	2,33	1,95	39,08	44,10	41,59
Zn <sub>1</sub> +Mg <sub>2</sub>	7,20	9,67	8,43	1,12	1,29	1,20	1,45	2,22	1,83	35,36	42,03	38,70
Ort.	7,69b	10,43a		1,27 b	1,72a		1,53	2,40		38,16	41,62	



Şekil 5. Mikro element uygulamasıyla yetiştirilen buğdayda bazı başak özelliklerine ait KTE oranı (%)

Figure 5. The border effect ratio of some spike characteristics in wheat grown with micro element application

Çeşit adaptasyon denemeleri hariç diğer gübreleme gibi denemelerde mutlak kenar tesir bırakma ihtiyacı vardır. Shen ve ark. (2024) Çinde kışlık buğdayda siltli-tınlı toprakda, en uygun sulama parseli boyutunu ve alanını belirlemeyi amaçlamışlardır. Denemede 4 sıra kenar ortadaki 2 sıra merkez olarak değerlendirilmiştir. Yaprak alanında gelişmenin ilk devresinde fark görülmezken, nisan ayının ilk haftasına rastlayan yani başaklanma öncesi dönemde sıralar 1>2>3>4>merkez sıra şeklinde sıralanmış ve farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Genel olarak yaprak alanında kenardaki ilk 3 sıranın merkez sıralara nazaran avantajlı olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışmanın bir diğer önemli sonucu ise toprak nem içeriği değişimine bağlı olarak parsel alanlarının 20-80 m<sup>2</sup> arasında değişebileceği, boşlukların, uygulamalar arasındaki sulama suyunun sınır sızıntısının etkisini engellemek için 60 cm'den büyük olması gerektiği bildirilmiştir. Du ve Wang (1998) aynı koşullar altında, kenar etkisinin kenardan ortaya doğru gittikçe azaldığını bildirmişlerdir.

Çalışmamızda net alanda hasat edilip ölçümleri yapılmış kenarda kalan tek sıra kenar tesir olarak kabul edilmiştir. Altı farklı mikro element kombinasyonunun

denendiği çalışmada kenar tesirler ve merkez gözlemleri ortam olarak kabul edilerek varyans analizine tabi tutulmuş ve başak uzunluğu ile başak ağırlığına ortamların istatistiki etkisi olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5).

Bu denemede parsel ve tekrarlar arasında 2 m boşluklar bırakılmıştır. Rebelde çeşitinin kullanıldığı çalışmada başak uzunluğu kenar sırada 7,69 iken orta sıralarda 10,43 cm olmuştur. Aynı durum başak ağırlığında da geçerli olup kenar sıra ortadakilerden daha düşük değer vermiş ve bu farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Başakta tane ağırlığı ve tane sayısı verilerinde istatistiki fark bulunmamıştır (Çizelge 6). Normal şartlarda en kenar sıralardaki bitkilerin daha fazla toprak alanına sahip olmaları ve gölgelenmemeleri nedeniyle daha yüksek değerler vermesi beklenir. Bu denemede farklı çıkması muhtemelen tüm gübre çalışmalarında olabileceği gibi mikro element gübrelerinde parsel başına hesaplanan gübre miktarlarının çok az olması ve bunları uygularken istem dışı parsel ortalarına daha fazla uygulanma olasılığından kaynaklanmış olabilir.

Buğday başak özellikleri için hesaplanan KTE oranları Çizelge 5'de verilmiştir. Negatif olan değerler orta sıraların daha yüksek değer verdiği anlamına gelmektedir.



Grafik incelendiğinde başak uzunluğu ve başak ağırlığının tüm uygulamalarda kenar sırada daha düşük olduğu görülmektedir. Tane ağırlığı ve başakta tane sayısında pozitif değerler farklı gübre uygulamalarında görülmüştür.

## Sonuç

Tarla denemeleri iklimsel ve toprak şartlarının etkisinin yoğun olduğu yani kontrolün tamamının araştırıcının elinde olmadığı denemelerdir. Bu denemelerden sağlıklı sonuçlar alınabilmesi için deneme planlamasının şartlar incelenerek detaylı hassasiyetle yapılması gerekmektedir. Planlamanın en önemli adımları seçilen bitki türüne bağlı olarak uygun parsel alanları, uygun tekrarlar ve deneme deseni, gerekli kontrol tedbirleri ve şansa bağlılıktır. Bu prensipler çoğu zaman alan, ekipman, arazi, iş gücü ve zaman kısıtlılığı gibi nedenlerle göz ardı edilebilmektedir. Küçük alanlarda karşımıza çıkacak rakamsal farklılıkların büyük alanlarda büyüyeceği göz ardı edilmemelidir. Denemeye konu ettiğimiz uygulamaların sağlıklı sonuçlarını almak, deneme materyallerimizi korumak için, kenar tesir kavramının ciddiyetle belirlenmesi gerekmektedir. Farklı tarla bitkileri ile ilgili ayrı ayrı bu konu ile ilgili yeterince çalışma tespit edilememiştir. Çoğu bilgi uzun yıllara öncesine aittir. Oysa genotipler değişmekte, incelenen araştırma konuları değişkenlik göstermekte ve hatta iklimsel değişkenlikler yaşanmaktadır. Bu nedenlerle araştırma yürüttüğümüz bitkilerde ideal parsel alan, şekilleri, kenar tesir ihtiyaçları hakkında daha fazla bilgiye ihtiyaç duymaktayız.

Du ve Wang (1998), olumlu ekolojik faktörlerin bitki üzerindeki rolü olumsuz ekolojik faktörlerden daha büyük olduğunda pozitif kenar etkisinin ortaya çıktığını ve kenar üstünlüğünün gözlemlendiğini; tersine, olumsuz ekolojik faktörler baskın olduğunda negatif kenar etkisinin ortaya çıkıp ve kenar zayıflığı gözlemlendiğini bildirmişlerdir. Bu değerlendirme, çevresel etkilerin bitki yetiştiriciliği kadar kenar tesir etkisinde de önemli olduğunu ve denemeler kurulmadan önce deneme alanlarının iklimsel ve toprak özelliklerinin iyi tespit edilmesi gerektiğini doğrulamaktadır.

Bu çalışmada bölgemizde tarımını yaptığımız 3 bitkiden değerler alınmıştır. Bakla indeterminate büyüme özelliği gösteren bir bitki olmasından kaynaklanan nedenle daha fazla yaralanacağı alan bırakıldığında gümrak gelişebilen bir bitkidir. Nitekim bu özelliği bu çalışmada da ortaya çıkmış ve kenar tesirlerdeki veriler net alandan daha yüksek değerlere sahip olmuştur. Kenar tesir dikkate almaksızın tüm parsel verileri değerlendirildiğinde deneme ortalaması olarak bitkide taze meyve veriminde %37,3, kuru tane veriminde ise %43,7'lik bir abartı olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle bakla yetiştiriciliğinde kenar tesir mutlak parsellere ilave edilmelidir.

Fasulye denemesinde sadece üç özellik gözlenmiştir. Kenar tesirin beklenen pozitif etkisi belirlenmemiştir. Tüm parsel verileri bir araya getirilerek bitkide tane verimi hesaplandığında verimde %11,7'lik bir azalış olduğu tespit edilmiştir. Buğday denemesinde tek bir sıra kenar tesir olarak kabul edilip ölçüm yapılmıştır. Kenar tesirlerin daha düşük veriler verdiği belirlenmiştir. Ancak istatistiki olarak fark bulmamakla birlikte kenar tesir ayırmadan başakta kuru tane verimi belirlendiğinde %15,3'e varan abartı tespit edilmiştir. Kenar tesir belirleme ihtiyacı her

şartta net alandan değerlerinin fazla olmasını değil farklı olması nedeniyle ortaya çıkmaktadır.

Fasulye ve buğday denemeleri gübre uygulamaları olması nedeniyle parsellerin birbirine karışmaması için mutlaka parsel ve tekrarlar arası boşluklar bırakılması gereken denemelerdir. Ancak her iki denemede de kenar tesir etkisinin çok önemli olmaması gübre uygulamalarının tüm parselde üniform olup olmadığı sorusunu akla getirmektedir. Bu nedenle zaten bütün araştırıcılar tarafından bu tür kültürel uygulamalarda kenar tesir bırakılırken, çeşit adaptasyon denemelerinde kenar tesir etkilerini belirleyecek çalışmalar yapmak daha tatmin edici cevaplar bulmak için faydalı olacağı sonucuna varılmıştır.

## Beyan

Bu bildiri III. Uluslararası (XV. Ulusal) Tarla Bitkileri Kongresi'nde sunulmuştur.

## Teşekkür

Bu makalede yer alan fasulye mikroelement gübrelemesi denemesi KTAE araştırıcısı B.B. yürütücülüğünde TAGEM projesinden; buğday denemesi bölümümüz doktora öğrencisi E.Ö.'nün denemesinde elde edilmiştir. Denemeleri yürüten ve verilerini paylaşan araştırmacılara teşekkürü borç biliriz.

## Kaynaklar

- Açıkgöz, N. (1993). Tarımsa Araştırma ve Deneme Metotları (III. Basım) Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayınları no:478. İzmir
- Ahmad, M.H.S. (2016). Studies on Genetic Variability, Heritability and Genetic Advance in Segregating Generations of Faba Bean (*Vicia faba* L.). Middle East J. Agric. Res., 5(1): 82-89, 2016 ISSN: 2077-4605
- Anon. (2024a). TTSM Teknik Talimatlar Yemelik Baklagiller (Erişim:11.09.2024) [https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Sayfalar/De\\_tay.aspx?Sayfalid=58](https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Sayfalar/De_tay.aspx?Sayfalid=58)
- Anon (2024 b). TTSM Teknik Talimatlar serin iklim tahılları (Erişim: 11.09.2024) [https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Sayfalar/De\\_tay.aspx?Sayfalid=55](https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Sayfalar/De_tay.aspx?Sayfalid=55)
- Bezmen, M. (2019). Samsunda yetiştirilen bakla (*Vicia faba* L.) genotiplerinde çiçekte L-DOPA (L-3, 4-Dihydroxyphenylalanine) içeriği ve tarımsal özellikler ile ilişkisi. Basılmamış Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, s 75, Samsun.
- Bozoğlu, H. (2005). Baklada (*Vicia faba* L.) Çiçeklenme Ve Meyve Bağlama Durumlarının Tespiti Ve Tane Verimi İle İlişkileri. Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi 5-9 Eylül Antalya, Cilt I, Sayfa 637-642.
- Du X T, Wang, T. C. (1998). Edge effect law in crop population and its application. Chinese Journal of Applied Ecology, 9.
- Duc, G. (1997). Faba bean (*Vicia faba* L.) Field Crops Research 53 (1997) 99-109.
- Davis, J.H.C., AmEZQuita, M.C. & MuÑOZ, J.E. (2008). Border Effects and Optimum Plot Sizes for Climbing Beans (*phaseolus vulgaris*) and Maize in Association and Monoculture. Experimental Agriculture. Published online by Cambridge University Press: 03 October 2008
- Karadavut, U. ve Sözen, Ö. (2024). İç Anadolu Ekolojik Koşullarında Bazı Kuru Fasulye Genotiplerinin Morfo-Agronomik Özelliklerinin Belirlenmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 11 (3): 767-778, 2024

- Little, M.T.& Hills, F.J. (1978). Agricultural Experimentation Design and Analysis. Johnson Wiley and Sons. USA. ISBN 0-471-02352-3
- Mohamed, K.M., Ghareb, N.M.,Kamel, S.M., Bradshaw, E., Norfolk, O., Shebl, M.A. (2024). Bees visiting the broad bean (*Vicia faba* L.) and the impact of border planting on their abundance and the yield improvement in Ismailia, Egypt. *Ecological Questions* 35 (2024) 2: 15–22 <http://dx.doi.org/10.12775/EQ.2024.012>
- Oğuz, Z.G. & Bozoğlu, H. (2021). The Effect of Nitrogen and Humic Acid Applications on Flower Yield and Its L-Dopa Content with Agronomic Characteristics of Faba Bean (*Vicia faba* L.). *Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci*, 36 (2021).ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
- Patricka, J.M., & Stoddardb, F.L.(20010) Physiology of flowering and grain filling in faba bean. *Field Crops Research* 115 (2010) 234–242
- Pekşen, E. (2007). Bakla (*Vicia faba* L.)’da özellikler arasındaki ilişkiler ve tane verimi bakımından seleksiyon kriterlerinin belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 22(1), 73-78.
- Sözen, Ö., Karaköy, T. ve Öcal, M. (2022). Aksaray Ekolojik Koşullarında Bazı Kuru Fasulye Genotiplerinin Morfo-Agronomik Özelliklerini Belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 9(4): 1014–1022.
- Topal, N. ve Bozoğlu, H. (2006). Tepe Ve Dal Almanın Baklanın (*Vicia faba* L.) Çiçeklenme Ve Bakla Bağlama Durumuna Etkisi. *Omü Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21 (3):296-302.
- Topal, N. & Bozoğlu, H. (2016). Determination of L-DOPA (L-3, 4- dihydroxyphenylalanine) content of some faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes. *Journal of Agricultural Sciences*, 22: 145-151.
- Zheng, C., Wang, Y., Xu, W., Yang, D., Yang, G., Yang, C., Huang, J. & Peng, S. (2023). Border effects of the main and ratoon crops in the rice ratooning system . *Journal of Integrative Agriculture* 2023, 22(1): 80–91
- Yeken, M.Z., Kantar, F., Çancı, H.,Özer, G. and Çiftçi, Ç.(2018).Breeding of Dry Bean Cultivars Using *Phaseolus vulgaris* Landraces in Turkey. *International Journal of Agriculture and Wildlife Science (IJAWS) (UTYHBD)*, 2018, 4(1): 45 – 54. doi: 10.24180/ijaws.408794



## The Effects of Different Irrigation Applications and Different Planting Methods on the Yield and Growth Parameters of Paddy

Hasan Akay<sup>1,a,\*</sup>, Elif Öztürk Ay<sup>1,b</sup>, Hakan Arslan<sup>2,c</sup>, İsmail Sezer<sup>1,d</sup>, Mehmet Sait Kiremit<sup>2,e</sup>

<sup>1</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Samsun/Türkiye

<sup>2</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Samsun/Türkiye

\*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 06.10.2024 Accepted : 05.12.2024</p> <p><i>Keywords:</i> Abiotic Stress Seedling Dry Sowing Yield Paddy</p>	<p>Paddy is one of the most important cereal crops, which is a basic food source for more than half of the world's population. In order to feed the increasing world population sustainably, the need to intensify studies on the development of agricultural irrigation methods and efficient use of water resources is increasing. It is estimated that rice uses 34-43% of irrigated agricultural land. Water resources are rapidly decreasing on a global scale and the total amount of irrigation water needed for paddy production varies according to various factors such as the type of paddy used, soil properties and planting methods. The study was designed as a 'Randomized plots' experimental design. In the study, 2 varieties, 2 different irrigation methods (Conventional, AWD) and 3 different planting methods (Irrigated, Dry and Seedling) were carried out in 36 lysimeters as three replications. In the study, characteristics related to rice such as plant height, main stem thickness, cluster length, number of plants per square meter, grain yield, thousand grain weight, yield with and without breakage were examined. It was determined that the research topics had a statistical effect on the parameters examined. In terms of grain yield, it was determined that grain yield decreased by 25% between traditional irrigation and AWD irrigation in water application. In terms of planting methods, Irrigated planting, dry sowing and seedling methods followed each other. As a result of the research, it was determined that the highest grain yield was obtained in the water planting method and with traditional irrigation.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(s3): 2734-2741, 2024

## Farklı Sulama Uygulamaları ile Farklı Ekim Yöntemlerinin Çeltikte Verim, Büyüme Parametrelerine Etkisi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 06.10.2024 Kabul : 05.12.2024</p> <p><i>Anahtar Kelimeler:</i> Abiyotik Stres Fideleme Kuruya Ekim Verim Çeltik</p>	<p>Çeltik, dünya nüfusunun yarısından fazlası için temel gıda kaynağı olan en önemli tahıl ürünlerinden biridir. Artan dünya nüfusunu sürdürülebilir bir şekilde besleyebilmek adına, tarımsal sulama yöntemlerinin geliştirilmesi ve su kaynaklarının verimli kullanımı üzerine çalışmaların yoğunlaşması gerekliliği giderek artmaktadır. Çeltik bitkisinin sulanan tarım alanlarının %34-43'ünü kullandığı tahmin edilmektedir. Küresel ölçekte su kaynakları hızla azalmaktadır ve çeltik üretiminde ihtiyaç duyulan toplam sulama suyu miktarı; kullanılan çeltik çeşidi, toprağın özellikleri ve ekim yöntemleri gibi çeşitli faktörlere göre farklılık göstermektedir. Bu çalışma, Tesadüf Blokları deneme desenine göre düzenlenmiştir. Çalışmada 2 çeltik çeşidi, 2 farklı sulama yöntemi (Geleneksel ve Alternatif tava ıslatma kurutma) ve 3 farklı ekim yöntemi (Sulu, Kuruya ve Fideleme) seçilmiş ve araştırma üç tekrarlamalı olmak üzere 36 lizimetrede yürütülmüştür. Araştırmada çeltikle ilgili bitki boyu, ana sap kalınlığı, salkım uzunluğu, metrekaresindeki bitki sayısı, tane verimi, bin tane ağırlığı, kırıklı randıman ve kırksız randıman gibi özellikler incelenmiştir. İncelenen parametreler üzerine araştırma konularının istatistiksel olarak etkisi olduğu tespit edilmiştir. Tane verimi açısından su uygulamasında geleneksel sulama ile alternatif ıslatma kurutma sulama yöntemi arasında %25 oranında tane verimin azaldığı tespit edilmiştir. Ekim yöntemleri açısından ise, sulu ekim, kuru ekim ve fideleme yöntemleri birbirini takip etmiştir. Yapılan araştırma sonucunda en yüksek tane veriminin suya ekim yönteminde ve geleneksel sulama ile elde edildiği tespit edilmiştir.</p>

<sup>a</sup> [hasan.akay@omu.edu.tr](mailto:hasan.akay@omu.edu.tr)

<sup>c</sup> [hakan.arslan@omu.edu.tr](mailto:hakan.arslan@omu.edu.tr)

<sup>e</sup> [mehmet.kiremit@omu.edu.tr](mailto:mehmet.kiremit@omu.edu.tr)

<sup>b</sup> <https://orcid.org/0000-0003-1198-8686>

<sup>d</sup> <https://orcid.org/0000-0002-9677-6035>

<sup>e</sup> <https://orcid.org/0000-0002-7394-303X>

<sup>b</sup> [elif.ozturk@omu.edu.tr](mailto:elif.ozturk@omu.edu.tr)

<sup>d</sup> [isezer@omu.edu.tr](mailto:isezer@omu.edu.tr)

<sup>b</sup> <https://orcid.org/0000-0001-9723-6092>

<sup>e</sup> <https://orcid.org/0000-0002-8407-7448>



## Giriş

Dünya genelinde, buğday ve mısırdan sonra en çok üretilen üçüncü büyük tahıl ürünü çeltiktir (FAO, 2022). Hasat sırasında elde edilen kavuzlu hali "çeltik" olarak adlandırılırken, işlenmiş ürününe "pirinç" denilmektedir (Kün, 1985). Çeltik, dünya nüfusunun yarısından fazlası için temel besin kaynağıdır. Artan nüfusu sürdürülebilir bir şekilde besleyebilmek için tarımsal sulama sistemlerinin geliştirilmesi ve suyun etkin kullanımına yönelik çalışmaların önemi her geçen gün artmaktadır (Çamoğlu, 2004). Çeltik tarımının dünya genelindeki sulanan alanların %34-43'ünü kapsadığı tahmin edilmektedir (Bouman ve ark., 2007). Su kaynaklarının küresel ölçekte azaldığı göz önünde bulundurulduğunda, çeltik tarımında kullanılan yaklaşık 880 km<sup>3</sup> sulama suyunun, dünya toplam sulama suyunun %35'ine karşılık geldiği belirtilmektedir (Yadav ve Reyes, 2016). Çeltik tarımında en büyük kısıtlayıcı faktörlerden biri, sulama suyunun tuzluluğu ve bu suyun temin edilmesi ile yönetimidir (Özgenç ve Erdoğan, 1988). Çeltik, diğer tahıl ürünlerinden farklı olarak, kültürel işlemler açısından özel gereksinimlere sahip olup, su içerisindeki çözünmüş oksijeni kullanabilen tek tahıl bitkisidir (Kün, 1985). Bu nedenle, çeltiğin sulama suyu miktarı ve bitki su tüketiminin belirlenmesi, diğer tahıl ürünlerine göre farklılık göstermektedir. Çeltik, bazen su doygunluğundaki nemli topraklarda, bazen ise su altında yetiştirildiğinden, ihtiyaç duyduğu su miktarı iklim koşullarına ve yetiştirme periyodunun uzunluğuna göre değişiklik göstermektedir (Tülücü, 2003). Çeltiğin toplam sulama suyu ihtiyacı; kullanılan çeltik çeşidi, toprak yapısı ve ekim yöntemi gibi faktörlere bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Tabbal ve ark., 2002). Bu çalışmada çeltikte farklı ekim yöntemlerinin farklı sulama uygulamalarında tane verimi, büyüme parametreleri üzerindeki etkileri belirlenecektir.

## Materyal ve Metot

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama alanı içerisinde yer alan sadece üzeri kapalı yanları açık bir alanda 2023 yılı yetiştirme sezonunda gerçekleştirilen bu araştırma, 2 çeşit, farklı sulama yöntemleri ve farklı ekim yöntemleri tane verimi, büyüme parametreleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada, 60 cm çapında ve 100 cm yüksekliğinde lizimetreler kullanılmıştır. Lizimetrelerde kullanılacak toprak, öncelikle hava kurusu hale getirilmiş ve ardından 4 mm'lik elekten geçirilmiştir. Lizimetrelerin tabanına, drenajın sağlanması amacıyla 5 cm kalınlığında kum ve çakıl yerleştirilmiştir (Şekil 1).

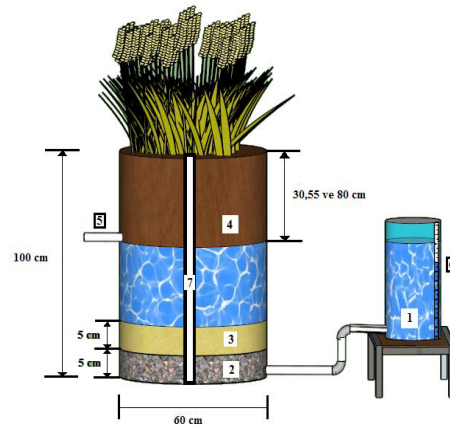
Araştırma, 'Tesadüf parselleri' deneme desenine göre düzenlenmiştir. Çalışma 2 çeşit (Efe, Ronaldo), 2 sulama yöntemi (Geleneksel ve alternatif tava ıslatma kurutma (AWD)) ve 3 farklı ekim yöntemi (Sulu, Kuruya ve Fideleme) olmak üzere üç tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Geleneksel sulama yönteminde ekimden, hasada 15 gün kalana kadar lizimetre içerisindeki su yüksekliği 5 cm de sabit tutulmuş ve bu tarihten sonra lizimetrenin içerisindeki su tahliye edilmiştir. Alternatif tava sulama yönteminde (AWD) ise, ekimden önce lizimetrelerdeki su yüksekliği 5 cm'de tutulmuş, daha sonra lizimetrelerdeki su seviyesi toprak yüzeyinden 15 cm

aşığına inene kadar sulamaya ara verilmiştir. Toprak yüzeyinden 15 cm aşağıya inen su seviyesi tekrardan toprak yüzeyinden 5 cm yukarıya çıkana kadar sulama yapılmıştır. Bu uygulamaya hasada 15 gün kalana kadar devam edilmiştir. Farklı ekim yöntemlerinden sulu yani suya ekim için çeltik tohumları ön çimlendirme yapılarak ekim yapılmıştır. Kuruya ekime ise lizimetreler konulan toprak içerisine çeltik tohumları direk toprağın 1-2 cm içerisine ekilmiştir. Fideleme yöntemde ise, farklı ortamda yetiştirilen çeltik fideleri 3-4 yaprak olduğunda lizimetrelere şaşırtılmıştır. Her lizimetrede 80 adet fide olacak şekilde seyreltme yapılmıştır. Bu seyreltme metrekarede 450-500 bitki olmasından dolayıdır (Çizelge 1).

Denemede kullanılan toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin analizi Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü'nde yapılmıştır. Denemede kullanılan toprak orta bünyeli olup, analiz sonuçlarına göre tınlı bir yapıdadır. Deneme toprağının fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 2'de verilmiştir. Denemede kullanılan toprağın elektriksel iletkenlik değeri 0,27 dS m<sup>-1</sup> ve ESP değeri 5,88 olarak belirlenmiştir.

Yapılacak gözlem ve ölçümler: Ölçümler, çalışmanın amacına yönelik olarak; Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü tescil bölümünde belirtilen "Çeltik Tarımsal Değerleri Ölçme Denemeleri Teknik Talimatlarına" göre yapılmıştır. Bu kapsamda bitki boyu, ana sap kalınlığı, salkım uzunluğu, metrekaredeki bitki sayısı, tane verimi, bin tane ağırlığı, kırıklı randıman ve kırksız randıman ile ilgili ölçümler ve hesaplamalar yapılmıştır.

İncelenen parametrelerine ait verilerin varyans analizi JMP-13 istatistik paket programı kullanılarak yapılmıştır. İstatistiksel analizler sonucunda önemli çıkan işlemlerin ve ortalamaların karşılaştırılmasında Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.



Şekil 1. Denemede kullanılan lizimetre ve mariotte tüplerinin şematik görünümü

Çizelge 1. Deneme konuları

Table 1. Subjects of the experiment

Sulama Uygulamaları	Ekim Yöntemleri	Çeşitler
S1	Geleneksel Kuruya Fideleme	Efe Ronaldo
S2	Geleneksel Kuruya Fideleme	Efe Ronaldo

Çizelge 2. Çalışmada kullanılan toprağın fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Table 2. Physical and chemical analysis results of the soil used in the study

Parametreler	Değerleri	Parametreler	Değerleri
ECe (dS m <sup>-1</sup> )	0,27	Kum (%)	43,4
pH	7,99	Silt (%)	31,3
Na (meq/100 g)	1,96	Kil (%)	25,3
Mg (meq/100 g)	12,23	Bünye Sınıfı	Tınlı
K (meq/100 g)	0,56	Tarla Kapasitesi (%)	34,2
Ca (meq/100 g)	18,20	Solma Noktası (%)	20,9
ESP	5,88	Fosfor (kg/da)	9,77
KDK (meq/100 g)	32,95	Potasyum (kg/da)	80
		Organik Madde (%)	2,4

Çizelge 3. Farklı ekim yöntemleri ve su uygulamasının çeltik çeşitlerinde bazı parametrelere ait varyans tablosu

Table 3. Table of variance of some parameters of paddy cultivars of different sowing methods and water application

Varyasyon Kaynakları	Bitki Boyu	Ana Sap Kalınlığı	Salkım Uzunluğu	Saksı Başına Bitki Sayısı
Çeşit	**	**	**	**
Ekim Şekli	**	**	**	**
Su Uygulaması	**	Ö.D	**	**
Çeşit*Ekim Şekli	**	Ö.D	**	**
Çeşit*Su Uygulaması	Ö.D	**	Ö.D	Ö.D
Ekim Şekli*Su Uygulaması	Ö.D	**	**	Ö.D
Çeşit*Ekim Şekli*Su Uygulaması	Ö.D	**	*	Ö.D

\*\* : Aynı sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur (p<0,01); ÖD: Önemli değil

Çizelge 4. Farklı ekim yöntemleri ve su uygulamasının çeltik çeşitlerinde bitki boyuna etkisine ait değerler (cm)

Table 4. Effect of different sowing methods and water application on plant height of paddy varieties (cm)

Çeşitler	Ekim Yöntemi	Su Uygulaması		Ortalama
		S1	S2	
Ronaldo	Kuru	88,66 fg	83,47 h	86,06 e
	Sulu	97,42 e	91,52 f	94,47 d
	Fide	84,83 gh	83,58 h	84,21 e
Ortalama		90,30 c	86,19 d	88,25
Efe	Kuru	121,23 b	116,80 c	119,02 b
	Sulu	130,10 a	121,63 b	125,87 a
	Fide	118,00 bc	107,37 d	112,68 c
Ortalama		123,11 a	115,27 b	119,19
	Kuru	104,95	100,13	102,54 b
	Sulu	113,76	106,58	110,17 a
	Fide	101,42	95,47	98,45 c
Ortalama		106,71	100,73	103,72

(S1: Geleneksel; S2: AWD)

## Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada, çeltik yetiştiriciliğinde farklı ekim yöntemleri ve su uygulamasının 2 farklı çeltik çeşidi üzerinde verim ve bazı verim öğeleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

Çizelge 3 incelendiğinde, bitki boyu değerleri bakımından çeşitlerin, ekim yönteminin, su uygulamasının ve bunların birbirleri ile etkileşimleri arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir.

Farklı ekim yöntemleri ve su uygulamasının bazı çeltik çeşitlerinde verim ve verim öğeleri üzerine etkisinin araştırıldığı bu çalışmada, bitki boyuna ait değerler 83,47 ile 130,10 cm arasında değiştiği belirlenmiştir.

En yüksek bitki boyu değerine Efe çeltik çeşidinde, S1 su uygulamasında ve sulu ekim yönteminde belirlenmiştir. En düşük bitki boyu değerine ise 83,47 cm değeri ile Ronaldo çeşidinde, S2 su uygulamasında ve kuru ekim yönteminde belirlenmiştir. Ekim yöntemleri ortalama bitki boyu açısından karşılaştırıldığında, sulu ekim yönteminde

yetiştirilen çeşitlerin bitki boyunun, diğer ekim yöntemlerine göre yüksek olduğu tespit edilmiştir. S1 su uygulamasının ortalama bitki boyu değeri 106,71 cm olarak belirlenirken, S2 su uygulaması seviyesinin 100,73 cm belirlenmiştir (Çizelge 4). Çeltik yetiştiriciliğinde, verime dolaylı yoldan etki eden bitki boyu parametresi, ekim yöntemine, çevre koşullarına ve kullanılan çeşidin genetik yapısına bağlı olarak değişmektedir. Bozorgi ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada farklı fideleme ekim yöntemlerinde çeltikte bitki boyunu 132,20 – 133,20 cm olarak belirlemiş olup araştırmamız ile paralellik göstermektedir.

Çizelge 3 incelendiğinde, ana sap kalınlığı değerleri bakımından değerlendirildiğinde, su uygulamasının ve çeşit × su uygulaması etkileşimini dışındaki bütün işlemlerde istatistiksel olarak çok önemli olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 5. Farklı ekim yöntemleri ve su uygulamasının çeltik çeşitlerinde bitki ana sap kalınlığına etkisine ait değerler (mm)  
Table 5. Effect of different sowing methods and water application on main stem diameter of paddy varieties (mm)

Çeşit	Ekim Yöntemi	Su Uygulaması		Ortalama
		S1	S2	
Ronaldo	Kuru	2,51	3,46	2,99
	Sulu	2,96	3,80	3,38
	Fide	2,57	3,41	3,00
Ortalama		2,69 d	3,56 b	3,12
Efe	Kuru	3,496	3,014	3,26
	Sulu	4,02	3,496	3,76
	Fide	4,27	2,65	3,46
Ortalama		3,93 a	3,05 c	3,49
	Kuru	3,01	3,24	3,12
	Sulu	3,50	3,65	3,57
	Fide	3,42	3,03	3,23
Ortalama		3,31	3,31	3,31

(S1: Geleneksel; S2: AWD)

Çizelge 6. Farklı ekim yöntemleri ve su uygulamasının çeltik çeşitlerinde saksı başına bitki sayısına etkisine ait değerler (adet)  
Table 6. The effect of different sowing methods and water application on the number of plants per pot in paddy varieties (number)

Çeşitler	Ekim Yöntemleri	Su Uygulaması		Ortalama
		S1	S2	
Ronaldo	Kuru	97,33	92,00	94,67 b
	Sulu	114,00	110,00	112,00 a
	Fide	92,33	84,00	88,17 c
Ortalama		101,22	95,33	98,28
Efe	Kuru	83,67	79,00	81,33 d
	Sulu	93,00	86,67	89,83 c
	Fide	83,00	74,67	78,83 d
Ortalama		86,56	80,11	83,33
	Kuru	90,50	85,50	88,00 b
	Sulu	103,50	98,33	100,92 a
	Fide	87,67	79,33	83,50 c
Ortalama		93,89	87,72	90,81

(S1: Geleneksel; S2: AWD)

Farklı ekim yöntemleri ve su uygulamasının bazı çeltik çeşitlerinde verim ve verim ögeleri üzerine etkisinin araştırıldığı bu çalışmada, bitki ana sap kalınlığına ait değerler 2,51 ile 4,27 mm arasında değiştiği belirlenmiştir. En fazla ana sap kalınlığı değerini, Efe çeltik çeşidinde, S1 su uygulamasında ve fideleme ekim yönteminde 4,27 mm olarak belirlenmiş olup, en düşük ana sap kalınlığı değeri ise 2,51 mm değeri ile Ronaldo çeltik çeşidinde, S1 su uygulamasında ve kuru ekim yönteminde belirlenmiştir. S1 ve S2 su uygulamasının ortalama ana sap kalınlığı değerinin 3,31 mm olarak belirlenmiş ve istatistiki olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak ekim yöntemleri ve çeşitler karşılaştırıldığında ortalama ana sap kalınlığı en yüksek Efe çeltik çeşidinde ve S1 su uygulamasında 3,93 mm olarak belirlenirken, en düşük ana sap kalınlığı Ronaldo çeltik çeşidinde ve S1 su uygulamasında 2,69 mm olarak belirlenmiştir (Çizelge 5).

Farklı ekim yöntemleri ve su uygulamasının bazı çeltik çeşitlerinde verim ve verim ögeleri üzerine etkisinin araştırıldığı bu çalışmada, saksı başına bitki sayısına ait değerler 74,67 ile 114 adet bitki arasında değiştiği belirlenmiştir. En fazla ortalama bitki sayısı Ronaldo çeltik çeşidinde ve sulu ekim yönteminde 112,00 adet bitki olarak belirlenmiş olup, en az ortalama bitki sayısı ise 78,83 adet ile Efe çeltik çeşidinde ve fideleme ekim ve kuru ekim (81,33 adet bitki) yöntemlerinde belirlenmiştir.

S1 su uygulamasının ortalama saksı başına bitki sayısı değeri 93,89 adet olarak belirlenirken, S2 su uygulaması seviyesinin 87,72 adet olarak belirlenmiştir. Ekim yöntemleri ortalama bitki sayısı değerleri bakımından incelendiğinde, en fazla bitki sayısına 100,92 adet ile sulu ekim yönteminde belirlenmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 1 incelendiğinde, salkım uzunluğu değerleri bakımından çeşit × su uygulaması hariç, çeşit × ekim yöntemi × su uygulaması etkileşimini arasındaki ilişkinin önemli, diğer işlemler arasındaki ilişkinin ise istatistiki olarak çok önemli olduğu belirlenmiştir.

Farklı ekim yöntemleri ve su uygulamasının bazı çeltik çeşitlerinde verim ve verim ögeleri üzerine etkisinin araştırıldığı bu çalışmada, salkım uzunluğuna ait değerlerin 9,13 ile 13,66 cm arasında değiştiği belirlenmiştir. En fazla salkım uzunluğu, Ronaldo çeltik çeşidinde, S1 su uygulamasında ve sulu ekim yönteminde 13,66 cm olarak belirlenmiş olup, en düşük salkım uzunluğuna ise 9,13 cm değeri ile Efe çeltik çeşidinde, S2 su uygulamasında ve fideleme ekim yönteminde belirlenmiştir. S1 su uygulamasının ortalama salkım uzunluğu 11,26 cm olarak belirlenirken, S2 su uygulaması seviyesinin 10,40 cm olarak belirlenmiştir. Ekim yöntemleri ortalama salkım uzunluğu değerleri bakımından incelendiğinde, en yüksek salkım uzunluğu S1 su uygulamasında ve sulu ekim yönteminde belirlenmiştir.

Çizelge 7. Farklı ekim yöntemleri ve su uygulamasının çeltik çeşitlerinde salkım uzunluğuna etkisine ait değerler (cm)  
Table 7. Effect of different sowing methods and water application on panicle length of paddy varieties (cm)

Çeşitler	Ekim Yöntemi	Su Uygulaması		Ortalama
		S1	S2	
Ronaldo	Kuru	11,56 c	11,00 cd	11,28 b
	Sulu	13,66 a	12,27 b	12,96 a
	Fide	11,35 cd	10,77 d	11,06 b
Ortalama		12,19	11,34	11,77
Efe	Kuru	9,63 ef	9,60 ef	9,62 d
	Sulu	11,50 c	9,63 ef	10,57 c
	Fide	9,83 e	9,13 f	9,48 d
Ortalama		10,32	9,46	9,89
Ortalama	Kuru	10,60 bc	10,30 cd	10,45 b
	Sulu	12,58 a	10,95 b	11,76 a
	Fide	10,59 bc	9,95 d	10,27 b
Ortalama		11,26	10,40	10,83

(S1: Geleneksel; S2: AWD)

Çizelge 8. Farklı ekim yöntemleri ve su uygulamasının çeltik çeşitlerinde bazı parametrelere ait varyans tablosu  
Table 8. Table of variance of some parameters of paddy cultivars of different sowing methods and water application

Varyasyon Kaynakları	Tane Verimi	Bin Tane Ağırlığı	Kırıklı Randıman	Kırıksız Randıman
Çeşit	210,88**	191,45**	104,45**	0,83
Ekim Şekli	11999,11**	0,21	14,58**	26,49**
Su Uygulaması	15213,17**	0,00	31,66**	142,56**
Çeşit*Ekim Şekli	2008,49**	38,96**	0,95**	23,57**
Çeşit*Su Uygulaması	566,20**	3,28**	4,00**	23,33**
Ekim Şekli*Su Uygulaması	855,68**	7,18**	1,12**	16,46**
Çeşit*Ekim Şekli*Su Uygulaması	611,74**	2,40**	0,45*	8,90**

\*\* Aynı sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur (p<0,01).

Çizelge 9. Farklı ekim yöntemleri ve su uygulamasının çeltik çeşitlerinde toplam tane verimine etkisine ait değerler (g)  
Table 9. Effect of different sowing methods and water application on total grain yield of paddy varieties (g)

Çeşitler	Ekim Yöntemi	Su Uygulaması		Ortalama
		S1	S2	
Ronaldo	Kuru	145,16 de	114,52 f	129,84 d
	Sulu	231,79 a	166,60 c	199,20 a
	Fide	119,40 f	115,68 f	117,54 e
Ortalama		165,45 a	132,27 b	148,86
Efe	Kuru	164,23 c	120,80 f	142,52 c
	Sulu	191,71 b	137,56 e	164,64 b
	Fide	149,68 d	100,12 g	124,90 d
Ortalama		168,54 a	119,50 c	144,02
Ortalama	Kuru	154,69 b	117,66 d	136,18 b
	Sulu	211,75 a	152,08 b	181,92 a
	Fide	134,54 c	107,90 e	121,22 c
Ortalama		167,00	125,88	146,44

(S1: Geleneksel; S2: AWD)

Genel olarak ekim yöntemleri ve çeşitler karşılaştırıldığında ortalama salkım uzunluğu en yüksek Ronaldo çeltik çeşidinde ve sulu ekim yönteminde ve 12,96 cm olarak belirlenmiş olup, Efe çeltik çeşidinde sulu ekim yönteminde 11,76 cm ile aynı istatistikî grupta yer almıştır (Çizelge 7). Serpme ekim yöntemi ile ilgili yapılan benzer çalışmalar incelendiğinde, salkım uzunluğunun, 21,8-30,3 cm (Ogunbayo ve ark., 2014), 14,8-19,3 cm (Sezer ve Köycü 1999), 12,71-17,77 cm (Şahin, 2011) aralığında olduğu ve araştırma ile paralellik gösterdiği belirlenmiştir.

Çizelge 8 incelendiğinde, toplam tane verimi değerleri bakımından çeşitlerin, ekim yönteminin, su uygulamasının ve bunların birbirleri ile interaksyonları arasındaki ilişkilerin istatistikî olarak çok önemli olduğu belirlenmiştir.

Farklı ekim yöntemleri ve su uygulamasının bazı çeltik çeşitlerinde verim ve verim öğeleri üzerine etkisinin araştırıldığı bu çalışmada, toplam tane verimine ait değerlerin 100,12 ile 231,79 g arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek toplam tane verimi, Ronaldo çeltik çeşidinde, S1 su uygulamasında ve sulu ekim yönteminde 231,79 g olarak belirlenmiş olup, en düşük toplam tane verimi ise 100,12 g ile Efe çeltik çeşidinde, S2 su uygulamasında ve fideleme ekim yönteminde belirlenmiştir. S1 su uygulamasının ortalama toplam tane verimi 167,00 g olarak belirlenirken, S2 su uygulaması 125,88 g olarak belirlenmiştir. Ekim yöntemleri ortalama toplam tane verimi değerleri bakımından incelendiğinde, en yüksek tane verimi S1 su uygulamasında ve sulu ekim yönteminde 199,20 g ile Ronaldo çeltik çeşidinde belirlenmiştir (Çizelge 9).

Çizelge 10. Farklı ekim yöntemleri ve su uygulamasının çeltik çeşitlerinde bin tane ağırlığına etkisine ait değerler (g)  
Table 10. Effect of different sowing methods and water application on thousand grain weight of paddy varieties (g)

Çeşit	Ekim Yöntemi	Su Uygulaması		Ortalama
		S1	S2	
Ronaldo	Kuru	28,54 f	28,27 f	28,40 c
	Sulu	31,29 e	32,66 de	31,98 b
	Fide	28,60 f	29,26 f	28,93 c
Ortalama		29,48 b	30,06 b	29,77
Efe	Kuru	36,51 a	34,56 bc	35,54 a
	Sulu	31,40 e	33,53 cd	32,47 b
	Fide	36,18 ab	34,12 cd	35,15 a
Ortalama		34,69 a	34,07 a	34,38
	Kuru	32,52 ab	31,41 bc	31,97
	Sulu	31,35 c	33,10 a	32,22
	Fide	32,39 abc	31,69 bc	32,04
Ortalama		32,09	32,07	32,08

(S1: Geleneksel; S2: AWD)

Çizelge 11. Farklı ekim yöntemleri ve su uygulamasının bazı çeltik çeşitlerinde kırıklı pirinç randıman oranına etkisine ait değerler (%)

Table 11. Table 11. The effect of different planting methods and water application on the yield rate of broken rice in some paddy varieties

Çeşitler	Ekim Yöntemi	Su Uygulaması		Ortalama
		S1	S2	
Ronaldo	Kuru	69,15 a	65,55 d	67,35 a
	Sulu	67,32 b	65,68 cd	66,50 b
	Fide	66,74 bc	64,36 ef	65,55 c
Ortalama		67,74 a	65,20 b	66,47
Efe	Kuru	65,31 de	63,82 fg	64,56 d
	Sulu	63,14 gh	62,07 hı	62,60 e
	Fide	62,55 hı	61,49 ı	62,02 e
Ortalama		63,67 c	62,46 d	63,06
	Kuru	67,23 a	64,68 b	65,96 a
	Sulu	65,23 b	63,88 c	64,55 b
	Fide	64,65 b	62,92 d	63,78 c
Ortalama		65,70	63,83	64,76

(S1: Geleneksel; S2: AWD)

Zeng ve ark. (2003) yılında, su derinliğinin 10 cm'den daha düşük olduğu konulardan, derinliğin 10 cm'den daha fazla olduğu konulara göre daha yüksek verim aldıklarını bildirmişlerdir. Bouman ve Toung (2001) su tasarrufu sağlayan AWD (alternatif ıslatma ve kurutma) sulamasında, tava sulamada devamlı sulamaya göre %23 su tasarrufu sağlandığını, buna karşın verimde %10-40 azalma olduğunu belirtmişlerdir. Yang ve ark. (2004) yaptıkları bir araştırmada çeltik yetiştiriciliğinde 2 farklı sulama rejimi; devamlı sulama ve AWD (alternatif ıslatma ve kurutma) yöntemiyle yaptıkları çalışmada, en yüksek verimi, AWD rejiminde ve çiftlik gübresi kimyasal gübre ile karıştırılarak verilen konuda 8599 kg ha<sup>-1</sup> olarak elde ettiklerini bildirmişlerdir. Yan ve ark. (2010) Çin'de, sulama suyundan tasarruf sağlamak amacı ile yürüttükleri araştırmada; 3 farklı çeltik çeşidi ve 2 farklı su rejimi (tavalarda devamlı sulama ve AWD) uygulamışlardır. Verim değerlerinin çeltik çeşitlerinde uygulanan sulama yöntemlerine göre 3,6-5,4 t ha<sup>-1</sup>, hasat indeksi değerlerinin %42-61, bin tane ağırlıklarının 23-30 g arasında değiştiğini bulmuşlar ve su stresi yaratılan AWD uygulamasında çiçeklenme ve olgunlaşma gününün geciktiğini vurgulamışlardır.

Farklı ekim yöntemleri ve su uygulamasının bazı çeltik çeşitlerinde verim ve verim öğeleri üzerine etkisinin araştırdığı bu çalışmada, bin tane ağırlığına ait değerlerin 28,27 ile 36,51 g arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek bin tane ağırlığı, Efe çeltik çeşidinde, S1 su uygulamasında ve kuru ekim yönteminde 36,51 g olarak belirlenmiş olup, aynı çeşit ve aynı su uygulaması uygulamasında fideleme ekim yönteminde 36,18 g ile aynı istatistiki grupta yer almıştır.

En düşük bin tane ağırlığı ise 28,27 g ile Ronaldo çeltik çeşidinde, S1 ve S2 su uygulamasında ve kuru ve fideleme ekim yönteminde belirlenmiştir. S1 su uygulamasının ortalama bin tane ağırlığı 32,09 g olarak belirlenirken, S2 su uygulaması seviyesinin 32,07 g olarak belirlenmiştir. Ekim yöntemleri ve çeşitlerin ortalama bin tane ağırlıkları incelendiğinde, en yüksek bin tane ağırlığı Efe çeşidinde ve kuru ile fideleme ekim yönteminde 35,54 ve 35,15 g olarak belirlenmiş olup istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. En düşük ortalama bin tane ağırlığı ise Ronaldo çeşidinde ve kuru ile fideleme ekim yönteminde sırasıyla 28,40 ve 28,93 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 10). Çalışmada, bin tane ağırlığı değerlerinin 27,31 – 43,66 g arasında değiştiği belirlenmiştir.



Çizelge 12. Farklı ekim yöntemleri ve su uygulamasının bazı çeltik çeşitlerinde kırksız pirinç randıman oranına etkisine ait değerler (%)

Table 12. Effect of different planting methods and water application on unbroken rice yield rate of some paddy varieties values (%)

Çeşitler	Ekim Yöntemi	Su Uygulaması		Ortalama
		S1	S2	
Ronaldo	Kuru	42,47 g	44,44 ef	43,46 d
	Sulu	40,77 h	50,63 a	45,70 b
	Fide	46,48 bcd	51,42 a	48,95 a
Ortalama		43,24 d	48,83 a	46,04
Efe	Kuru	45,05 de	47,40 b	46,22 b
	Sulu	43,06 fg	46,44 bcd	44,75 c
	Fide	45,53 cde	46,91 bc	46,22 b
Ortalama		44,55 c	46,92 b	45,73
	Kuru	43,76 c	45,92 b	44,84
	Sulu	41,91 d	48,54 a	45,22
	Fide	46,01 b	49,16 a	47,58
Ortalama		43,89 b	47,87 a	45,88 b

(S1: Geleneksel; S2: AWD)

Düzgün ve ark. (1990) 30 – 34 g; Köycü ve ark. (1994) 27,3 – 37,9 g; Ogunbayo ve ark. (2014) 20 – 32 g; Öner ve ark. (2011) 24,30 – 41,68 g; Sezer ve Köycü (1999) 30,4 – 41,2 g; Sharief ve ark. (2014) 20,08-27,63 g arasında değişiklik gösterdiğini birçok çalışma ile araştırmamız paralellik göstermektedir.

Çizelge 8 incelendiğinde, tanede kırıklı pirinç randıman oranı bakımından, çeşit × ekim yöntemi × su uygulaması interaksyonu istatistiki olarak önemli olduğu, incelenen diğer tüm işlemler arasındaki ilişkinin istatistiki olarak çok önemli olduğu belirlenmiştir.

Farklı ekim yöntemleri ve su uygulamasının bazı çeltik çeşitlerinde verim ve verim ögeleri üzerine etkisinin araştırıldığı bu çalışmada, kırıklı pirinç randıman oranına ait değerlerin %61,49 ile %69,15 arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek kırıklı pirinç randıman oranı, Ronaldo çeltik çeşidinde, S1 su uygulamasında ve kuru ekim yönteminde %69,15 olarak belirlenmiş olup, en düşük kırıklı pirinç randıman oranına ise %61,49 değeri ile Efe çeltik çeşidinde, S2 su uygulamasında ve fide ekim yönteminde belirlenmiştir. S1 su uygulamasının ortalama kırıklı pirinç randıman oranı %65,70 olarak belirlenirken, S2 su uygulaması %63,83 olarak belirlenmiştir. Ekim yöntemleri ve çeşitlerin ortalama kırıklı pirinç randıman oranları incelendiğinde, en yüksek kırıklı pirinç randıman oranı Ronaldo çeşidinde ve kuru ekim yöntemlerinde belirlenmiştir. En düşük ortalama kırıklı pirinç randıman oranı ise Efe çeltik çeşidinin yetiştirildiği sulu ve fide (sırasıyla %62,60 ve %62,02) ekim yöntemlerinde belirlenmiştir (Çizelge 11).

Farklı ekim yöntemleri ve su uygulamasının bazı çeltik çeşitlerinde verim ve verim ögeleri üzerine etkisinin araştırıldığı bu çalışmada, kırksız pirinç randıman oranına ait değerlerin %40,77 ile %51,42 arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek kırksız pirinç randıman oranı, Ronaldo çeltik çeşidinde, S2 su uygulamasında ve fide ile sulu ekim yönteminde sırasıyla %51,42, %50,63 olarak belirlenmiş olup, istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. En düşük kırksız pirinç randıman oranına ise %40,77 değeri ile Ronaldo çeltik çeşidinde, S1 su uygulamasında ve sulu ekim yönteminde belirlenmiştir. S1 su uygulamasının ortalama kırksız pirinç randıman oranı

%43,89 olarak belirlenirken, S2 su uygulaması %47,87 olarak belirlenmiştir. Ekim yöntemleri ve çeşitlerin ortalama kırksız pirinç randıman oranları incelendiğinde, en yüksek kırksız pirinç randıman oranı Ronaldo çeşidinde ve fide ekim yöntemlerinde belirlenmiştir. En düşük ortalama kırksız pirinç randıman oranı ise Ronaldo çeltik çeşidinin yetiştirildiği kuru ekim yönteminde belirlenmiştir (Çizelge 12).

## Sonuç ve Öneriler

Çeltik, dünya nüfusunun yaklaşık yarısından fazlası için temel bir gıda kaynağı olan en önemli tahıl ürünlerinden biridir. Artan nüfusu sürdürülebilir şekilde besleyebilmek adına, tarımsal sulama sistemlerinin geliştirilmesi ve su kaynaklarının verimli kullanımı üzerine yapılan çalışmaların önemi giderek artmaktadır. Çeltik bitkisinin, küresel ölçekte sulanan tarım alanlarının %34-43'ünü kullandığı tahmin edilmektedir. Ancak dünya genelinde su kaynakları hızla azalmaktadır. Buna ek olarak, çeltik tarımında kullanılan yaklaşık 880 km<sup>3</sup> sulama suyu, dünya genelindeki toplam sulama suyunun %35'ini oluşturmaktadır. Bu nedenle, çeltiğin su ihtiyacının ve bitki tarafından tüketilen su miktarının belirlenmesi, suyun uygulanma şekliyle birlikte diğer tahıl ürünlerinden farklılık göstermektedir. Çeşitlerde incelenen tüm parametrelere göre; özellikle verim ve kalite açısından suya, kuruya ve fideleme ekim yönteminde, Ronaldo çeşidi (129,84-199,20-117,54 g) iken Efe çeşidi ise (142,52-164,64-124,90 g) olarak tespit edilmiştir. Kuruya ve fideleme ekim yönteminde Efe çeşidi ön plana çıkarken suya ekim yönteminde ise Ronaldo çeşidi ön plan çıkmaktadır. Su kısıtlaması bütün çeşitlerde yaklaşık olarak %25 ile 40 oranında verim düşmesine sebep olmuştur.

Küresel ısınma sonucu su kaynaklarımızın azalması, en fazla çeltik üretim alanlarını etkilemekte, bu nedenle farklı ekim yöntemleri önem kazanmaktadır. Özellikle, su kullanım randımanı, yabancı ot kontrolü, ekim nöbeti, küçük işletmeler, kalite gibi özelliklerde sağladığı avantajlarından dolayı, fideleme ve kuruya yöntemiyle çeltik üretimi bölgemizde yaygınlaşmaya başlamıştır.

Araştırma sonucundan Kuruya ve Fideleme yöntemine dönük çeltik ıslahında; kardeşlenme yeteneği yüksek, eş zamanlı kardeşler verebilen, yüksek verimli ve tüketici tercihinine uygun yeni çeşitlerin geliştirilmesine yönelik çalışmalar önem kazanmıştır.

## Beyan

Bu bildiri III. Uluslararası (XV. Ulusal) Tarla Bitkileri Kongresi'nde sunulmuştur.

## Kaynaklar

- Bouman BAM, Tuong TP (2001). Field Water Management to Save Water and Increase Its Productivity in Irrigated Lowland Rice. *Agricultural Water Management*, 49, 11-30.
- Bouman, B. A. M. (2007). A conceptual framework for the improvement of crop water productivity at different spatial scales. *Agricultural systems*, 93(1-3), 43-60.
- Bozorgi, H. R., Faraji, A., Danesh, R. K., Keshavarz, A., Azarpour, E., & Tarighi, F. (2011). Effect of plant density on yield and yield components of rice. *World Applied Sciences Journal*, 12(11), 2053-2057.
- Çamoğlu, G. (2004). Farklı yapımcı ve yapım özelliklerine sahip damlatıcılarda eş su dağılımının incelenmesi.
- Düzgün, M., Nigış, M., & Konuk, H. (1990). Çeltikte çeşit belirleme. *Çukurova Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Müdürlüğü Yayın*, (10), 32.
- FAO, 2022. [Http://www.Fao.org](http://www.Fao.org)
- Hussain, A. (2013). Economic analysis of rice crop cultivation in district swat. *Journal of Agricultural Research (03681157)*, 51(2).
- Köycü, C., Sezer, İ., & Toksal, A. (1994). Çarşamba ovasında bazı çeltik (*Oryza sativa* L.) çeşitlerinin bitkisel özellikleri ve tane verimi üzerinde bir araştırma. *OM Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(1), 1-11.
- Kün E., Sıcak İklim Tahılları. Ankara Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, 953, Ders Kitabı, 275 – 317, Ankara. 1985.
- Ogunbayo, S. A., Si&e, M., Ojo, D. K., Sanni, K. A., Akinwale, M. G., Toulou, B., & Gregorio, G. B. (2014). Genetic variation and heritability of yield and related traits in promising rice genotypes (*Oryza sativa* L.). *Journal of Plant Breeding and Crop Science*, 6(11), 153-159.
- Özgenç N., & Erdoğan, F.C., (1988). DSİ Sulamalarında Bitki Su Tüketimleri ve Sulama Suyu İhtiyaçları. DSİ Basım ve Foto-Film İşletme Müdürlüğü Matbaası, Ankara, 88-91.
- Sezer, İ., & Köycü, C. (1999). Kızılırmak Vadisinde Yetiştirilebilecek Çeltik Çeşit ve Hatlarının (*Oryza sativa* L.) Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. *Türkiye*, 3, 15-18.
- Sharif, M. K., Butt, M. S., Anjum, F. M., & Khan, S. H. (2014). Rice bran: a novel functional ingredient. *Critical reviews in food science and nutrition*, 54(6), 807-816.
- Şahin, M., Öner, F., Üre, T., & Sezer, İ. (2011). Çeltik çeşit ya da çeşit adaylarının karadeniz bölgesi şartlarında performanslarının belirlenmesi. *Ondokuz Mayıs Üni*, 4, 133-137.
- Şahin, M., Sezer, İ., Dengiz, O., Akay, H., & Öner, F. (2012). Kızılırmak şartlarında yetiştirilen bazı çeltik çeşitlerinin verim performanslarının belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, (1), 33-36.
- Tabbal D.F., Bouman B.A.M., Bhuiyan S.I., Sibayan E.B., & Sattar M.A. (2022). On-farm Strategies for Educating Water Input in Irrigated Rice; Case Studies in The Philippines. *Agricultural Water Management*, 56:93-112.
- Yadav S., & Reyes, L. (2016). Why invest in optimizing water use in rice farming. *Rice Today*, 15(2): 34.
- Yang C, Yang L, Yang Y, Ouyang Z, (2004). Rice root growth and nutrient uptake as influenced by organic manure in continuously and alternately flooded paddy soils. *Agricultural Water Management*, 70(1), 67-81.
- Yan J, Yu J, Tao GC, Vos J, Bouman BAM, Xie GH, Meinke H (2010). Yield Formation and Tillering Dynamics of Direct-Seeded Rice in Flooded and Nonflooded Soils in The Huai River Basin of China. *Field Crops Research*, 116(3), 252-259.



## Response of Barley Cultivars with Different Growth Habit to Vernalization Periods

Mazlum Erdem<sup>1,a,\*</sup>, Fahri Sönmez<sup>1,b</sup>, Nurselin Yılmaz<sup>1,c</sup>, İbrahim Saygılı<sup>1,d</sup>

<sup>1</sup>Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Tokat, Türkiye

\*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 18.10.2024 Accepted : 25.11.2024</p> <p><b>Keywords:</b> Heading time Jointing Rapid generation advance <i>Hordeum vulgare</i> Vernalization</p>	<p>Vernalization is the need for low temperatures during the early developmental stages in some plants. These plants need to stay at low temperature for a certain period of time in order to make the transition from vegetative to generative stage. This study was conducted to determine the responses of some barley cultivars to vernalization treatments. In the present study, four winter, two alternative and two spring in barley cultivars were used. The experimental design was factorial with three replicates. Germinated seeds of barley varieties were vernalized in small containers containing peat at 2°C for 0, 4, 5 and 6 weeks. Developing seedlings were transferred to pots and grown at a constant temperature of 22°C in 22 hours day/2 hours night. Jointing, heading time, maturity time, number of fertile tillers, number of grains per spike and thousand grain weight were evaluated. The effect of vernalization treatments on all the characters examined varied significantly according to the varieties. The winter cultivars Sladoran, Alba, Dicktoo and Aydanhanım did not head without vernalization. Considering the heading time of these cultivars, it was determined that four weeks of vernalization application was sufficient. In the alternative cultivars Tokak 157/37 and Kearney, four weeks of vernalization resulted in earlier heading of 9 and 40 days, respectively. In spring cultivars, vernalization application did not result in a significant change. Considering the time elapsed during vernalization application, four weeks of vernalization is the most appropriate period for all winter cultivars. Since the vernalization application for alternative cultivars is variable depending on the genotype, it is necessary to determine the vernalization periods in case they are used in breeding programs.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(s3): 2742-2748, 2024

## Farklı Gelişme Tabiatlı Arpa Çeşitlerinin Vernalizasyon Sürelerine Tepkisi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 18.10.2024 Kabul : 25.11.2024</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b> Başaklanma süresi Sapa kalkma Hızlı jenerasyon ilerleme <i>Hordeum vulgare</i> Vernalizasyon</p>	<p>Vernalizasyon bazı bitkilerin erken gelişme dönemlerindeki düşük sıcaklık ihtiyacıdır. Bu bitkilerin vejetatif dönemden generatif döneme geçiş yapabilmesi için belli bir süre düşük sıcaklıkta kalmaları gerekir. Bu çalışma bazı arpa çeşitlerinin vernalizasyon uygulamalarına tepkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Dört kışlık, iki alternatif ve iki yazlık arpa çeşidinin kullanıldığı bu araştırma tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre üç tekerrürlü yürütülmüştür. Arpa çeşitlerinin çimlenmiş tohumları torf içeren küçük kaplarda 0, 4, 5 ve 6 hafta süreyle 2°C’de vernalizasyon uygulaması için bekletilmiştir. Gelişen fideler saksıya aktarılmış ve serada 22 saat ışık/2 saat karanlıkta 22°C sabit sıcaklıkta yetiştirilmiştir. Bitkilerde sapa kalkma süresi, başaklanma süresi, olgunlaşma süresi, fertil kardeş sayısı, başakta tane sayısı ve bin tane ağırlığı belirlenmiştir. Vernalizasyon uygulamalarının incelenen bütün karakterlere etkisi çeşitlere göre önemli derecede değişmiştir. Araştırmada kullanılan kışlık çeşitler Sladoran, Alba, Dicktoo ve Aydanhanım vernalizasyon ihtiyacı karşılanmadan başaklanamamışlardır. Bu çeşitlerde başaklanma süresi göz önüne alındığında dört haftalık vernalizasyon uygulamasının yeterli olduğu belirlenmiştir. Dört haftalık vernalizasyon, alternatif çeşitler Tokak 157/37’de 9 gün, Kearney’de ise 40 gün daha erken başaklanma sağlamıştır. Yazlık çeşitlerde vernalizasyon uygulaması belirgin bir değişikliğe neden olmamıştır. Vernalizasyon uygulaması süresince geçen süre de göz önüne alındığında bütün kışlık çeşitler için dört haftalık vernalizasyon süresi en uygun süre olarak görülmektedir. Alternatif çeşitler için vernalizasyon uygulaması ise genotipe bağlı değişken olduğundan dolayı, bu çeşitlerin ıslah programlarında kullanımı durumunda mutlaka vernalizasyon sürelerinin belirlenmesi gerekmektedir.</p>

<sup>a</sup> [mzmedem@gmail.com](mailto:mzmedem@gmail.com)  
<sup>c</sup> [nurselin501@gmail.com](mailto:nurselin501@gmail.com)

<sup>b</sup> <https://orcid.org/0000-0003-1568-1016>  
<sup>d</sup> <https://orcid.org/0000-0002-9833-1312>

<sup>b</sup> [fonmez60@hotmail.com](mailto:fonmez60@hotmail.com)  
<sup>d</sup> [ibrahimsaygili50@gmail.com](mailto:ibrahimsaygili50@gmail.com)  
<sup>b</sup> <https://orcid.org/0000-0003-3318-9842>  
<sup>d</sup> <https://orcid.org/0000-0003-0449-4872>



## Giriş

Dünyada geniş bir coğrafyaya yayılan arpa, genel olarak hayvan yemi ve malt sanayisinde kullanılmaktadır. Dünya arpa tarımının büyük bir kısmı kuru tarımın yaygın olduğu kışları soğuk bölgelerde gerçekleştirilmektedir. Düşük sıcaklıkların ve bitki gelişimi döneminde yağışın yetersiz olduğu bölgelerdeki arpa üretimi vernalizasyon sayesinde daha verimli olabilmektedir (Fernández-Calleja ve ark., 2021). Vernalizasyonun düşük sıcaklığın hakim olduğu bölgeler için gerekliliği ve faydası göz ardı edilemez. Ancak vernalizasyon gereksinimi olan çeşitlerin modern ıslah programlarında kullanımı uzun jenerasyon sürelerinden dolayı önemli bir sorun oluşturmaktadır.

Hızı ve etkin bir bitki ıslahının en önemli göstergesi bir yılda elde edilecek jenerasyon sayısıdır. Arpada başaklanma süresi bir yılda elde edilecek jenerasyon süresinin en önemli göstergesidir (Cha ve ark., 2022). Başaklanma süresi kuraklık toleransı, erken ilkbahar yağışlarından faydalanma, tarım zararlılarının yaşam döngüsünden kaçış gibi çok sayıda faydaları vardır. Diğer taraftan geç başaklanmanın da daha uzun vejetasyonu olan, yağışlı bölgelerde daha yüksek verim gibi avantajları vardır. Bu yüzden farklı iklimlerde üretilen arpa kültür çeşitlerinde, başaklanma süresi bakımından oldukça geniş bir varyasyon vardır. Arpada başaklanma süresinin en önemli iki belirleyicisi vernalizasyon ve gün uzunluğuna tepkidir (Laurie, 2009). Bitki ıslahı programlarında bitkilerin jenerasyon süresi fotoperiyot tepkisinin değişkenliğinden faydalanarak çeşitli yollarla (uzun süreli ışıklanma, renkli ışıkların kullanımı ve ışığın şiddetini ya da kalitesini artırma) kısaltılabilmektedir (Sanna ve ark., 2014). Ancak vernalizasyon gereksinimi olan kışlık arpada daha kısa jenerasyonlar süresi için fotoperiyot düzenlenmesinden daha fazlası gerekmektedir.

Vernalizasyon bir bitkinin vejetatif dönemden generatif döneme geçmesi için düşük sıcaklık dönemine ihtiyaç duymasıdır. Bitkilerin kış soğuklarından zarar görme riskini azaltan vernalizasyon, kışlık ekime olanak sağlar (Karsai ve ark., 2005). Böylece bitkiler daha uzun bir vejetasyonda ve daha fazla su varlığında gelişme şansı bulur. Bunların yanında vernalizasyon gereksinimi sayesinde generatif dönemi geciktirmesi, düşük sıcaklıklara adaptasyonun en iyi yoludur. Bu yolla bitkilerin en hassas dönemlerinden biri olan generatif dönemin başlangıcını biraz daha erteleyerek sıcaklıkların kısmen arttığı daha iyi bir gelişme ortamı bulur. Dahası vernalizasyon doğrudan çiçeklenme zamanını da kontrol eden fenolojik bir özelliktir (Fernández-Calleja ve ark., 2021). Vernalizasyon çeşitli yollar vasıtasıyla bitkisel üretimi geliştiren bir mekanizma olmasına rağmen, bitki ıslahı hızını belirleyen jenerasyon süresini oldukça etkilemektedir (Cha ve

ark., 2022). Bu yüzden bitki ıslahı programlarında çeşitlerin vernalizasyon ihtiyaçlarının belirlenmesi gerekmektedir.

Bitki ıslahı metodolojileri teknoloji ile birlikte oldukça gelişmektedir. Stresle desteklenen erken jenerasyon ilerleme (Zheng ve ark., 2013; Bazzaz ve ark. 2019), bitki doku kültürü ve markör destekli seleksiyon (Kandemir & Saygılı, 2023) ve hızlı ıslah (speed breeding) (Cha ve ark. 2021; Cha ve ark., 2022) gibi modern ıslah programları kışlık arpa çeşitlerinin vernalizasyon tepkilerine ve jenerasyon süresindeki farklılıklara odaklanmayı zorunlu kılmıştır. Bu programlarda yazlık arpada yılda 6-7 jenerasyon rahatlıkla ilerletilebilirken, kışlık arpada 3-4 jenerasyon alınmaktadır (Abdul ve ark., 2020). Gün uzunluğu gereksinimi yapay ışıklar ile bitki gelişimi süresince tamamlanabilirken, mutlak vernalizasyon ihtiyacının bitki gelişiminin erken döneminde sağlanması gerekmektedir. Modern bitki ıslahı programlarında vernalizasyon ihtiyacını gidermenin en pratik yolu çimlenen tohumları düşük sıcaklıklarda bekletmektir (Sasani ve ark., 2009). Ancak genotipik farklılıklar vernalizasyon ihtiyacının karşılanması için gerekli süreyi belirlemeyi ve bu pratik yolun olası etkilerini araştırmayı gerektirmektedir.

Modern bitki ıslahı programlarında özellikle ebeveyn olarak kullanılacak çeşitlerde vernalizasyon süresi tepkileri oldukça önemli hale gelmiştir. Bu çalışmanın amacı farklı gelişme tabiatlı arpa çeşitlerinin vernalizasyon sürelerine verdikleri tepkileri belirlemektir. Bu sayede gelişme tabiatlarına göre bitki ıslahı programlarında kullanılacak çeşitlerin jenerasyon süreleri için gereksinimleri belirlenmiş olacaktır.

## Materyal ve Yöntem

Araştırma Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü laboratuvar ve serasında yürütülmüştür. Çalışmada kullanılan arpa çeşitlerine ait bazı bilgiler Çizelge 1’de verilmiştir.

Arpa çeşitlerinin tohumları %1’lik sodyum ve Tween-20 içeren çözeltide sterilize edilmiş ve 3 kez beşer dakika steril su ile durulanmıştır. Tohumlardaki dormansiyi kırmak için petri kaplarında 4°C’de dört gün bekletilmiş ve sonrasında 22°C’de bir gün çimlendirilmiştir. Gelişen fideler (en fazla 1 cm boyunda) torf içeren kaplarda 2°C’de (Sasani ve ark., 2009) 4, 5 ve 6 hafta süreyle bekletilmiştir. Kontrol için 0 hafta (vernalize edilmeyen) tohumlar petri kaplarında çimlendirilmiştir. Gelişen fideler (sürgün boyu yaklaşık 2-4 cm) ¼ torf, ¼ perlit, ¼ toprak ve ¼ kum içeren 3 litrelik saksılara 2 bitki olacak şekilde dikilmiştir. İki bitkiden oluşan bir saksı bir parseli oluşturmuştur. Bitkiler serada 22 saat ışık/2 saat karanlıkta 22°C sabit sıcaklıkta yetiştirilmiştir (Cha ve ark., 2021).

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan arpa çeşitlerine ait bazı bilgiler

Table 1. Some informations about barley cultivars used

Çeşit	Başak Yapısı	Tescil Edildiği Kuruluş/ Ülke /Tescil Yılı	Kışlık/Yazlık
Alba	6 sıralı	Oregon Tarımsal Deney İstasyonu/ ABD/ 2012	Kışlık
Aydanhanım	2 sıralı	Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü/Türkiye/2002	Kışlık
Dicktoo	6 sıralı	Nebraska Tarım Deney İstasyonu/ABD/1952	Kışlık
Sladoran	2 sıralı	Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü/Türkiye/1998	Kışlık
Kearney	6 sıralı	U.S Department of Agriculture/ABD/1928	Alternatif
Tokak157/37	2 sıralı	Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü/Türkiye/1930	Alternatif
Steptoe	6 sıralı	Washington State University/ ABD/1973.	Yazlık
Tadmor	2 sıralı	Suriye yerel çeşidi	Yazlık

Sapa kalkma süresi; ekim tarihinden sapın oluşması, boğum ve boğum aralarının belirginleştiği döneme (Z31) kadar geçen gün sayısı (Zadoks ve ark., 1974), başaklanma süresi; ekim tarihinden ilk gelişen başakta kılıçkların çıktığı (Z49, Zadoks ve ark., 1974) döneme kadar geçen gün sayısı olarak belirlenmiştir. Olgunlaşma süresi ise ekim tarihinden yaprakların tamamının sarardığı (Z91, Zadoks ve ark., 1974) tarihe kadar geçen süre gün olarak belirlenmiştir. Sapa kalkma, başaklanma ve olgunlaşma sürelerine vernalizasyon uygulama süreleri dahil edilmiştir. Fertil kardeş sayısı olgunlaşma döneminde tane bağlayan başaklar sayılarak belirlenmiştir. Başakta tane sayısı elde edilen başaklardaki tane sayılarının ortalaması alınarak belirlenmiştir (Saygılı & Kandemir, 2021). Bin tane ağırlığı bir bitkideki bütün tanelerin ağırlığından hesaplanmıştır (Kandemir ve ark., 2022).

Elde edilen veriler, tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre Mstat-C paket programı (Freed & Eisensmith, 1986) kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. İncelenen bütün özelliklerde vernalizasyon uygulaması x genotip interaksyonu önemli bulunduğu ve vernalizasyon uygulamasının çeşitlerdeki bireysel etkisini daha iyi gözlemlemek için her çeşide uygulanan vernalizasyon sürelerine ayrı şekilde Duncan testi uygulanmıştır.

## Bulgular ve Tartışma

### *Sapa Kalkma Süresi (gün)*

Farklı sürelerde uygulanan vernalizasyon süresinin ve çeşitlerin ortalama sapa kalkma süresine etkisinin istatistiki olarak önemli olduğu bununla beraber (Çizelge 2). Çeşitlerin vernalizasyon süresine tepkilerinin de önemli derecede farklı olduğu (vernalizasyon uygulaması x çeşit  $P<0,01$  düzeyinde önemli) belirlenmiştir. Bu durumun sebebi mutlak kışlık, yazlık ve alternatif çeşitlerin bir arada kullanmasından ileri gelmiştir. 4, 5 ve 6 hafta süreyle uygulanan vernalizasyon ortalama sapa kalkma süreleri sırasıyla 65,0, 72,1 ve 78,5 gün olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Ortalama sapa kalkma süresi ise 19-99 gün arasında değişmiştir. Mutlak kışlık olan Alba, Aydanhanım, Dicktoo ve Sladoran çeşitleri kontrol uygulamasında vernalizasyon ihtiyacını karşılayamadıkları için sapa kalkmamışlardır. Benzer şekilde Saygılı (2023) da mutlak kışlık bir çeşidin vernalizasyon ihtiyacını karşılamadığında sapa kalkmadığını bildirmiştir. Kışlık çeşitlerden Aydanhanım 4 ve 5 hafta süreli vernalizasyon uygulamalarına benzer tepki verirken, vernalizasyon süresi 6 haftaya çıktığında sapa kalkma süresi önemli derecede artmıştır. Alba, Dicktoo ve Sladoran çeşitlerinde vernalizasyon süresi uzadıkça sapa kalkmanın önemli derecede geciktiği görülmüştür. Alternatif çeşitlerden Kearney 4 hafta vernalizasyon uygulamasında kontrole kıyasla 9 gün daha erken, 5 haftada benzer sürede sapa kalkarken, Tokak 157/37 bütün vernalizasyon uygulamalarında daha geç (16, 23 ve 29 gün) sapa kalkmıştır. Bu iki çeşidin sapa kalkma sürelerindeki vernalizasyon süresine uzamasına bağlı gecikmeler istatistiki olarak da önemli bulunmuştur. Yazlık çeşitlerde ise vernalizasyon uygulaması veya vernalizasyon süresinin artması sapa kalkma süresini de düzenli olarak geciktirmiştir. Yazlıklarda vernalizasyon ihtiyacı olmadığı için, vernalizasyon süresince geçen

zaman sapa kalkma süresini artırmıştır. Alternatif çeşitlerde mutlak vernalizasyon allelleri dışında (von Zitzewitz ve ark., 2005). Öyle görünüyor ki Kearney çeşidi kısmi vernalizasyon ihtiyacı gerektiren bir allel taşıyor.

### *Başaklanma Süresi (gün)*

Farklı sürelerde uygulanan vernalizasyon ve çeşitlerin başaklanma gün sayısına önemli etkisi olmuştur (Çizelge 2). Bununla beraber çeşitlerin vernalizasyon süresine tepkilerinde önemli farklılık gözlenmiştir (vernalizasyon uygulaması x çeşit  $P<0,01$  düzeyinde önemli). Ortalama başaklanma süresi 4 haftalık vernalizasyon uygulamasında 77,7 gün, 5 haftada 82,6 ve 6 haftada 89,4 gün olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Genel ortalamada çeşitler arasında en geç başaklanma 101,3 gün ile Sladoran çeşidinde gerçekleşmiş, en erken başaklanma ise 60 gün ile Tadmor çeşidinde gerçekleşmiştir. Kışlık çeşitlerden Sladoran 4 ve 5 hafta süreli vernalizasyon uygulamalarında başaklanma süreleri benzerken, diğer kışlık çeşitler Alba, Aydanhanım ve Dicktoo çeşitlerinde vernalizasyon süresi uzadıkça çeşitler daha geç başaklanmıştır. Elde edilen bulgular Sladoran çeşidinin vernalizasyon ihtiyacının daha güçlü olduğunu göstermektedir. Kearney, Steptoe, Tokak157/37 ve Tadmor çeşitlerine vernalizasyon uygulaması yapılmadığında başaklanma süreleri sırasıyla 78,3, 51,7, 45,7 ve 35,0 gündür. 4 haftalık vernalizasyon uygulaması ile Kearney 12 gün daha erken başaklanırken, diğer çeşitler daha geç başaklanmışlardır. Başaklanma süresinde görülen bu tepkiler istatistiki olarak da önemli olmuştur. Vernalizasyon uygulanan süre göz ardı edildiğinde, Kearney 40, Steptoe 9 ve Tokak 157/37 8 gün daha erken başaklanmış, Tadmor vernalizasyon uygulamasına hiç tepki vermemiştir. Vernalizasyon ihtiyacı ya da tepkisi olup olmadığına bakılmaksızın, vernalizasyon uygulaması ile genel olarak generatif döneme geçişin hızlandığı gözlemlenmiştir. Fernández-Calleja ve ark., (2021) vernalizasyonu kontrol eden genlerin generatif döneme geçişi etkilediğini, Karsai ve ark., (2005) ve Cha ve ark., (2022) vernalizasyonun başaklanmayı hızlandırdığını bildirmişlerdir. Tahıllar içerisinde arpada vernalizasyon ihtiyacının oldukça değişken olduğu bildirilmiştir (Saisho ve ark., 2011). Karsai ve ark., (2005) arpada vernalizasyon ihtiyacından ziyade çok güçlü vernalizasyon tepkisi olduğunu, öte yandan (von Zitzewitz ve ark., (2005) arpada mutlak vernalizasyon olduğunu bildirmektedir. Ancak elde edilen veriler ve diğer araştırmalardaki farklı bildirimler vernalizasyon gereksiniminin değişken olduğunu göstermektedir.

### *Olgunlaşma Süresi (gün)*

Farklı sürelerle uygulanan vernalizasyonun ve çeşitlerin olgunlaşma süresine önemli etkisi olmuştur (Çizelge 2). Bununla beraber çeşitlerin vernalizasyon süresine tepkilerinde önemli farklılık gözlenmiştir (vernalizasyon uygulaması x çeşit  $P<0,01$  düzeyinde önemli). Ortalama olgunlaşma süresi 4, 5 ve 6 haftalık vernalizasyon uygulamasında 111,6, 118,1 ve 125 gün olarak belirlenmiştir. Çeşitler arasında en geç olgunlaşma Sladoran (145,7 gün), Aydanhanım (142,3 gün) ve Alba (140,7 gün) çeşitlerinde belirlenmiştir. En erken olgunlaşma ise 55 gün ile Tadmor çeşidinde gerçekleşmiştir. Artan vernalizasyon süresi bütün çeşitlerde olgunlaşma süresini istatistiki anlamda önemli olarak artırmıştır.

Çizelge 2. Vernalizasyon süresinin sapa kalkma, başaklanma ve olgunlaşma sürelerine etkisi

Table 2. Effect of vernalization period on jointing, heading time and maturity time.

Çeşitler (Gelişme tabiatı)	Vernalizasyon süresi	Sapa kalkma süresi (gün)	Başaklanma süresi (gün)	Olgunlaşma süresi (gün)
Alba (Kışlık)	Kontrol	0,0 d	0,0 d	0,0 d
	4 hafta	71,0 c	84,7 c	125,0 c
	5 hafta	80,3 b	92,0 b	131,0 b
	6 hafta	88,3 a	100,0 a	140,7 a
Aydanhanım (Kışlık)	Kontrol	0,0 c	0,0 d	0,0 d
	4 hafta	90,0 b	97,7 c	129,3 c
	5 hafta	91,7 b	100,0 b	135,7 b
	6 hafta	93,7 a	102,7 a	142,3 a
Dicktoo (Kışlık)	Kontrol	0,0 d	0,0 d	0,0 d
	4 hafta	59,7 c	71,7 c	100,7 c
	5 hafta	67,0 b	77,3 b	110,3 b
	6 hafta	74,3 a	84,0 a	115,3 a
Sladoran (Kışlık)	Kontrol	0,0 d	0,0 c	0,0 d
	4 hafta	85,7 c	99,7 b	133,3 c
	5 hafta	91,7 b	98,7 b	139,0 b
	6 hafta	99,3 a	105,7 a	145,7 a
Kearney (Alternatif)	Kontrol	61,7 b	78,3 a	101,3 c
	4 hafta	52,3 c	66,3 c	102,3 c
	5 hafta	61,3 b	72,7 b	106,7 b
	6 hafta	68,0 a	78,7 a	114,7 a
Tokak (Alternatif)	Kontrol	36,7 d	45,7 d	75,3 d
	4 hafta	52,7 c	65,7 c	100,0 c
	5 hafta	59,7 b	71,7 b	107,3 b
	6 hafta	68,0 a	80,0 a	113,3 a
Step toe (Yazlık)	Kontrol	36,3 d	51,7 d	94,0 d
	4 hafta	62,0 c	71,3 c	118,7 c
	5 hafta	70,7 b	81,0 b	124,3 b
	6 hafta	76,3 a	87,7 a	132,3 a
Tadmor (Yazlık)	Kontrol	19,3 d	35,0 d	55,0 d
	4 hafta	46,7 c	62,0 c	83,3 c
	5 hafta	54,3 b	67,7 b	90,3 b
	6 hafta	60,3 a	76,3 a	98,0 a
Ortalama	Kontrol	38,5 d	52,7 d	81,4 d
	4 hafta	65,0 c	77,4 c	111,6 c
	5 hafta	72,1 b	82,6 b	118,1 b
	6 hafta	78,5 a	89,4 a	125,3 a
Vernalizasyon (V)	**	**	**	
Çeşit (Ç)	**	**	**	
V × Ç	**	**	**	
VK(%)	1,9	1,3	0,9	

VK: varyasyon katsayısı. \*\*: %1 düzeyinde istatistiki olarak önemlidir. Aynı çeşitte farklı harflerle gösterilen vernalizasyon uygulamaları ortalamaları arasındaki farklar Duncan testine göre %1 düzeyinde önemlidir.

Kışlık çeşitlerde en erken olgunlaşma, 4 haftalık vernalizasyon süresinde elde edilmiştir. Dicktoo dışında kışlık çeşitler genel olarak 125-145 günde olgunlaşma görülürken, Dicktoo diğerlerinden yaklaşık 30 gün daha erken olgunlaşmıştır. Tadmor, Tokak157/37, Steptoe ve Kearney çeşitlerine vernalizasyon uygulaması yapılmadığında sırasıyla 55,0, 75,0, 94,0 ve 101,3 günde olgunlaşırken, 4 haftalık vernalizasyon uygulaması ile vernalizasyon süresi dahil edildiğinde kontrole göre 28,3, 24,7, 24,7 ve 1 gün daha geç olgunlaştığı saptanmıştır. Kearney çeşidi dışında belirlenen farklar vernalizasyon süresinden kaynaklanmaktadır. Diğer vernalizasyon sürelerinde de durum farklı değildir. Kearney çeşidinde vernalizasyon ile olgunlaşma süresinde sağlanan erken olgunlaşma 4 haftalık vernalizasyon süresi ile aynı olduğu için önemli bir fark belirlenmemiştir. Elde edilen

sonuçlar yazlık ve alternatif çeşitlerin olgunlaşma süresi vernalizasyondan ve vernalizasyon süresinden bağımsız şekilde belirlendiğini göstermektedir.

#### Fertil Kardeş Sayısı

Çizelge 3'te görüldüğü üzere farklı sürelerde uygulanan vernalizasyonun ve çeşitlerin ortalama fertil kardeş sayısına etkisi önemli bulunmuştur. Bununla beraber çeşitlerin vernalizasyon süresine tepkisi farklı olmuştur (vernalizasyon uygulaması × çeşit etkisi 0,05 düzeyinde önemli). Ayrıca, fertil kardeş sayısına ait varyasyon katsayısı biraz yüksek bulunmuştur. Tokak, Steptoe ve Kearney çeşitlerine ilişkin bazı vernalizasyon uygulamalarında fertil kardeş sayıları vernalizasyon uygulama süresinden ve tekerrürden bağımsız olarak

değişim göstermiş ve bu durum genel varyasyon katsayısının yüksek çıkmasına neden olmuştur. Bu durum fertil kardeş sayısı ile doğrudan ilişkili olan başakta tane sayısının varyasyon katsayısını yükseltmiştir (Çizelge 3).

4, 5 ve 6 hafta süreyle vernalizasyon uygulamalarında ortalama fertil kardeş sayısı sırasıyla 3,2, 4,6 ve 5,8 adet olarak gerçekleşmiştir. Çeşitler arasında en yüksek fertil kardeş sayısı Sladoran ve Tokak157/37 çeşitlerinden elde edilmiştir. Hem kışlık hem de alternatif çeşitlerde vernalizasyon süresinin artması fertil kardeş sayısını genel olarak olumlu yönde etkilemiştir. Kışlık çeşitlerden Aydanhanım ve Alba çeşitlerinin fertil kardeş sayılarındaki artışlar 4 haftadan daha uzun süreli vernalizasyon uygulamalarında önemli olmamıştır. Sladoran ve Dicktoo çeşitlerinde de en yüksek fertil kardeş sayıları 6 hafta süreli

vernalizasyon uygulamasında elde edilmiş ancak Dicktoo çeşidinde 6 haftalık vernalizasyon uygulamasındaki artış önemli bulunmamıştır. Yine Kearney ve Tokak 157/37 çeşitlerinin fertil kardeş sayılarındaki vernalizasyon süresine bağlı değişimler 5 haftadan sonra önemli olmamıştır. Tadmor ve Steptoe çeşitlerinin farklı vernalizasyon süresine tepkileri önemsiz bulunmuştur. Çeşitlere göre değişen fertil kardeş sayısı, artan vernalizasyon süresi ve çeşitlerin genetik arka planları ile ilgili olduğu söylenebilir. Çünkü fertil kardeş sayısı vernalizasyon ihtiyacı doğrultusunda değişmemiş, gelişme tabiatına bağlı kalmaksızın farklı sonuçlar vermiştir. Vernalizasyon uygulamasının farklı vernalizasyon genleri içeren hatlarda farklı olduğu Ochagavia ve ark., (2022) tarafından da belirtilmiştir.

Çizelge 3. Vernalizasyon sürelerinin bin tane ağırlığı, başakta tane sayısı ve fertil kardeş sayısına etkisi

Table 3. Effect of vernalization periods on thousand grain weight, number of grains per spike and number of fertile tillers.

Çeşitler (Gelişme Tabiatı)	Vernalizasyon Süresi	Bin Tane Ağırlığı (g)	Başakta Tane Sayısı	Fertil Kardeş Sayısı
Alba (Kışlık)	Kontrol	0,0 c	0,0 b	2,3 b
	4 hafta	56,2 a	29,0 a	2,7 a
	5 hafta	48,5 b	25,0 a	2,7 a
	6 hafta	57,1 a	27,0 a	3,3 a
Aydanhanım (Kışlık)	Kontrol	0,0 b	0,0 c	0,0 b
	4 hafta	56,0 a	23,3 b	2,3 a
	5 hafta	53,8 a	23,3 b	3,3 a
	6 hafta	53,9 a	33,0 a	4,3 a
Dicktoo (Kışlık)	Kontrol	0,0 c	0,0 d	0,0 c
	4 hafta	43,2 a	50,3 a	2,0 b
	5 hafta	42,1 a	27,7 b	4,0 ab
	6 hafta	35,4 b	38,0 c	5,7 a
Sladoran (Kışlık)	Kontrol	0,0 b	0,0 b	0,0 b
	4 hafta	52,4 a	17,3 a	5,3 b
	5 hafta	53,3 a	17,0 a	5,3 b
	6 hafta	51,3 a	13,0 a	10,7 a
Kearney (Alternatif)	Kontrol	32,2 c	15,7 b	2,3 b
	4 hafta	42,8 b	20,3 ab	3,0 b
	5 hafta	45,4 b	24,7 a	5,7 a
	6 hafta	49,4 a	17,0 b	7,0 a
Tokak (Alternatif)	Kontrol	49,3 c	10,7 b	4,3 b
	4 hafta	51,4 b	14,7 ab	4,3 b
	5 hafta	55,7 a	20,0 a	8,3 a
	6 hafta	52,4 b	17,3 ab	6,3 ab
Steptoe (Yazlık)	Kontrol	51,3 c	18,0 c	3,3 ab
	4 hafta	46,5 b	23,7 bc	1,7 b
	5 hafta	54,1 a	26,7 b	3,7 ab
	6 hafta	54,0 a	34,7 a	4,7 a
Tadmor (Yazlık)	Kontrol	41,5 a	8,7 a	4,0 a
	4 hafta	40,3 a	9,0 a	4,3 a
	5 hafta	41,2 a	11,3 a	4,0 a
	6 hafta	40,8 a	10,3 a	4,0 a
Ortalama	Kontrol	43,6 b	13,3 b	3,5 c
	4 hafta	48,5 a	23,5 a	3,2 c
	5 hafta	49,3 a	22,0 a	4,6 b
	6 hafta	49,3 a	23,8 a	5,8 a
Vernalizasyon (V)		**	**	**
Çeşit (Ç)		**	**	**
V × Ç		**	**	*
VK(%)		4,4	21,0	37,4

VK: varyasyon katsayısı. \*\* sırasıyla %1 ve %5 düzeyinde istatistiki olarak önemlidir. Aynı çeşitte farklı harflerle gösterilen vernalizasyon uygulaması ortalamaları arasındaki farklar Duncan testine göre %1 düzeyinde önemlidir.

### **Başakta Tane Sayısı**

Başakta tane sayısı üzerine vernalizasyon uygulaması ve çeşidin önemli bir etkisi olmuştur (Çizelge 3). Bununla beraber çeşitlerin vernalizasyon süresine tepkilerinde önemli farklılık gözlenmiştir (vernalizasyon uygulaması x çeşit  $P < 0,01$  düzeyinde önemli). Çeşitler arasında en yüksek başakta tane sayısı Dicktoo, en düşük başakta tane sayısı ile Tadmor çeşidinden elde edilmiştir. Kışlık çeşitlerde en yüksek başakta tane sayısı; Dicktoo çeşidinde 4 haftalık vernalizasyon süresinde, Aydanhanım çeşidinde 6 haftalık vernalizasyon süresinde elde edilirken, Alba ve Sladoran çeşitlerinde ise vernalizasyon süresinin başakta tane sayısını etkilemediği gözlemlenmiştir. Alternatif çeşitler Tokak 157/37 ve Kearney'de en yüksek başakta tane sayıları 5 ve 6 haftalık vernalizasyon uygulamalarında elde edilmiş ve bu değerler ile diğer uygulamalardaki değerler arasındaki farklar da istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Yazlık çeşitlerden Tadmor vernalizasyon uygulamasına tepki vermezken, Steptoe 5 hafta vernalizasyonda kontrolden, 6 hafta vernalizasyonda diğer uygulamalardan daha yüksek başakta tane sayısı üretmiştir. Başakta tane sayısı önemli bir verim bileşenidir (Alkan & Kandemir, 2015). Fernández-Calleja ve ark., (2021) vernalizasyonun daha yüksek verim ile sonuçlanacağını bildirmiştir. Dolayısıyla genetik arka plana bağlı olarak çeşitlerin çeşitli vasıtalarla vernalizasyon sayesinde verimlerini geliştirdikleri söylenebilir. Bu yüzden çeşitlerdeki değişen başakta tane sayısı tepkileri verim bileşenlerinin varyasyonlarıyla ilgilidir.

### **Bin Tane Ağırlığı**

Hem çeşit hem de vernalizasyon uygulaması bin tane ağırlığını önemli şekilde etkilemiş fakat çeşitlerin vernalizasyon süresine tepkileri geniş bir varyasyon göstermiş ve bu nedenle vernalizasyon  $\times$  çeşit etkileşimi önemli bulunmuştur (Çizelge 3). Çeşitler arasında en yüksek bin tane ağırlığı Aydanhanım çeşidinden elde edilirken, en düşük bin tane ağırlığı ise Tadmor çeşidinden elde edilmiştir. Kışlık çeşitlerden Sladoran ve Aydanhanım'da bin tane ağırlığı vernalizasyon süresine göre değişmezken, Alba çeşidinde 4 ve 6 hafta, Dicktoo'da ise 4 ve 5 haftalık vernalizasyon süresinde diğer uygulamalara göre daha yüksek bin tane ağırlığı belirlenmiştir. Alternatif çeşitlerde vernalizasyon uygulamalarında kontrole göre daha yüksek bin tane ağırlığı belirlenmiştir. Vernalizasyon sürelerine göre değerlendirildiğine Kearney'de 6 hafta ve Tokak 157/37'de 5 hafta vernalizasyon uygulamasında daha yüksek bin tane ağırlığı belirlenmiştir. Söz konusu belirlenen bu artışlar istatistiki olarak da önemli bulunmuştur. Yazlık çeşitlerden Tadmor vernalizasyon uygulamasına ve sürelerine tepki vermezken, Steptoe çeşidinin bin tane ağırlığı ise vernalizasyon süresindeki artışa paralel olarak 5 haftalık uygulamaya kadar önemli derece artmış, 6 haftalık uygulama 5 haftalık uygulamadan farklı olmamıştır. Kışlık olmayan çeşitlerin (Tadmor çeşidi hariç) vernalizasyona maruz kalmasıyla bin tane ağırlığının arttığı gözlemlenmiştir. Bin tane ağırlığı verileri olan genotipe bağlı ve çevre şartlarından da etkilendiğini doğrular özelliğindedir. Ochagavia ve ark., (2022) vernalizasyon gereksinimi sağlayan genleri içeren ve içermeyen hatlarda vernalizasyon uygulamalarının bin tane ağırlığını önemli şekilde arttığı gözlemlenmiştir. Elde

edilen sonuçlardan vernalizasyonun doğrudan etkisinden çok, artan vejetasyon süresi sayesinde bin tane ağırlığının genetik potansiyele bağlı olarak arttığı söylenebilir.

### **Sonuç**

Tahıllarda birim alandan elde edilen verim; metrekarede başak sayısı, başaktaki tane sayısı ve bin tane ağırlığına bağlıdır. Verimi etkileyen diğer faktörler ise fenolojik dönemlerin hızlı gelişmesi ve buna istinaden bitkinin hassas olduğu generatif dönemleri stressiz bir şekilde geçirmesini sağlar. Vernalizasyon doğrudan fenolojik dönemlerin yönetimi ile ilişkilidir. Bu yüzden arpanın adaptasyonu vernalizasyon ve fotoperiyot tepkileri yanında sıcaklık gibi çevre faktörlerinin etkisiyle geniş bir varyasyona sahiptir. Bu çalışmada vernalizasyon uygulaması, fenolojik dönemlerde önemli değişikliklere neden olmuştur. Özellikle kışlık çeşitlerde daha erken başaklanma ve olgunlaşma sağlarken, alternatif çeşitlerde ise genotipe bağlı olarak etki göstermiş ve yazlık çeşitlerde önemli değişikliğe neden olmamıştır.

Vernalizasyon uygulanan süre fenolojik dönemlere dahil edilmediğinde Aydanhanım ve Sladoran 5 hafta vernalizasyonda 4 hafta vernalizasyona göre daha erkenciydi. Ancak 4 ve 5 hafta vernalizasyon uygulaması arasındaki 7 günlük fark 5 haftadaki erkenciliğin etkisini kapatmaktadır. Serada ya da bitki gelişme kabinesinde bitki yetiştirme sorunları (hastalık, zararlı ve bakım işlemleri) göz önüne alındığında bitkilerin daha zahmetsiz olan vernalizasyon uygulamasında beklemesi tercih edilebilir. Ancak toplam geçen sürenin yani tohum ekiminden ilgili fenolojik döneme kadar geçen sürenin dikkate alınması, araştırmanın amacı doğrultusunda 4 hafta vernalizasyon kışlık çeşitler için yeterli uygun olacaktır. Alternatif çeşitler için vernalizasyon uygulaması genotipe bağlı değişkendir. Bu yüzden alternatif çeşitlerin ıslah programlarında kullanımı için uygun vernalizasyon sürelerinin belirlenmesi gerekebilir. Vernalizasyon, verim bileşenlerinde (bin tane ağırlığı, başakta tane sayısı ve fertil kardeş sayısı) çeşitlere göre değişmekle birlikte gelişme tabiatından bağımsız olarak artışlara neden olmuştur. Bu yüzden alternatif çeşitlerin de vernalize edilmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir.

### **Beyan**

Bu bildiri III. Uluslararası (XV. Ulusal) Tarla Bitkileri Kongresi'nde sunulmuştur.

### **Çıkar çatışması**

Çıkar çatışması Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur

### **Yazar katkıları**

*Mazlum Erdem:* Araştırmanın yürütülmesi, gözlemlerinin alınması ve yazım aşamasında

*Fahri Sönmez:* Araştırmanın kurulması, istatistiki analizlerin yapılması ve yazım aşamasında

*Nurşel Yılmaz:* Araştırmanın yürütülmesi, gözlemlerinin alınması aşamasında

*İbrahim Saygılı:* Araştırmanın dizaynı, organizasyonu, istatistiki analizlerin yapılması ve yazım aşamasında katkı sağlamıştır.



## Kaynaklar

- Alkan, F., & Kandemir, N. (2015). Tokak yerel arpa çeşidi içinden seçilen safhatların bazı gıda, yem ve tarımsal özellikler bakımından varyasyonları. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 24(2), 124-139.
- Abdul Fiyaz, R., Ajay, B. C., Ramya, K. T., Aravind Kumar, J., Sundaram, R. M., & Subba Rao, L. V. (2020). Speed breeding: methods and applications. *Accelerated Plant Breeding, Cereal Crops*, 31-49. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-41866-3\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-030-41866-3_2)
- Bazzaz, M. M., Hossain, A., Khaliq, Q. A., Karim, M. A., Farooq, M., & Teixeira da Silva, J. A. (2019). Assessment of tolerance to drought stress of thirty-five bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes using boxplots and cluster analysis. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 84(4), 333-345. <https://hrcak.srce.hr/228922>
- Cha, J. K., O'Connor, K., Alahmad, S., Lee, J. H., Dinglasan, E., Park, H., Lee, S. M., Hirsz, D., Kwon, S. W., Kwon, Y., Kim, K. M., Ko, J. M., Hickey, L. T., Shin, D., & Dixon, L. E. (2021). A new protocol for speed vernalisation of winter cereals. *bioRxiv*, 2021-<https://doi.org/10.1101/2021.12.01.470717>
- Cha, J. K., O'Connor, K., Alahmad, S., Lee, J. H., Dinglasan, E., Park, H., & Dixon, L. E. (2022). Speed vernalization to accelerate generation advance in winter cereal crops. *Molecular Plant*, 15(8), 1300-1309. <https://doi.org/10.1016/j.molp.2022.06.012>
- Fernández-Calleja, M., Casas, A. M., & Igartua, E. (2021). Major flowering time genes of barley: allelic diversity, effects, and comparison with wheat. *Theoretical and Applied Genetic*, 134, 1867-1897. doi: 10.1007/s00122-021-03824-z
- Freed R., & Eisensmith S. P. (1986). MSTAT - Statistical Software for Agronomists. Agronomy Abstract.
- Kandemir, N., & Saygılı, I. (2023). Evaluation of a barley (*Hordeum vulgare*) chromosome 2 drought tolerance quantitative trait locus in genomic backgrounds of two cultivars. *Plant Breeding*, 142(2), 211-222. <https://doi.org/10.1111/pbr.13076>
- Kandemir N., Saygılı I., Sonmezoglu Ateş, O., & Yildirim, A. (2022). Evaluation of barley semi-dwarf allele *sdw1.d* in a near isogenic line. *Euphytica* 218(3), 31. <https://doi.org/10.1007/s10681-022-02983-4>
- Karsai, I., Szucs, P., Meszaros, K., Filichkina, T., Hayes, P.M., Skinner, J.S., Lang, L., & Bedo, Z. (2005). The Vrn-H2 locus is a major determinant of flowering time in a facultative x winter growth habit barley (*Hordeum vulgare* L.) mapping population. *Theoretical and Applied Genetic*, 110, 1458-1466. <https://doi.org/10.1007/s00122-005-1979-7>
- Laurie, D. A. (2009). Developmental and reproductive traits in the Triticeae. *Genetics and Genomics of the Triticeae*, 591-609. [http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-77489-3\\_20](http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-77489-3_20)
- Ochagavia, H., Kiss, T., Karsai, I., Casas, A. M., & Igartua, E. (2022). Responses of barley to high ambient temperature are modulated by vernalization. *Frontiers in Plant Science*, 12, 776982. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.776982>
- Sasani, S., Hemming, M. N., Oliver, S. N., Greenup, A., Tavakkol-Afshari, R., Mahfoozi, S., Poustini, K., Sharifi, H.R., Dennis, E.S., Peacock, W.J., & Trevaskis B., (2009). The influence of vernalization and daylength on expression of flowering-time genes in the shoot apex and leaves of barley (*Hordeum vulgare*). *Journal of Experimental Botany*, 60(7), 2169-2178. <https://doi.org/10.1093/jxb/erp098>
- Sanna, G., Giunta, F., Motzo, R., Mastrangelo, A. M. & De Vita, P. (2014). Genetic variation for the duration of pre-anthesis development in durum wheat and its interaction with vernalization treatment and photoperiod. *Journal of Experimental Botany*, 65(12), 3177-3188. <https://doi.org/10.1093/jxb/eru170>
- Saygılı, I. (2023). Barley yield and malt quality affected by fall and spring planting under rainfed conditions. *PeerJ*, 11, e15802. [10.7717/peerj.15802](https://doi.org/10.7717/peerj.15802)
- Saygılı, I., & Kandemir, N. (2021). Variations in spike traits among pure lines selected from a barley landrace. *Levantine Journal of Applied Sciences*, 1, 15-20. <https://doi.org/10.56917>
- Zadoks, J. C., Chang, T. T., & Konzak, C. F. (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, 14, 415-421.
- Von Zitzewitz, J., Szücs, P., Dubcovsky, J., Yan, L., Francia, E., Pecchioni, N., Casas, A., Chen Tony H. H., Hayes P. M., & Skinner, J. S. (2005). Molecular and structural characterization of barley vernalization genes. *Plant molecular biology*, 59, 449-467. <https://doi.org/10.1007/s11103-005-0351-2>
- Zheng, Z., Wang, H. B., Chen, G. D., Yan, G. J., & Liu, C. J. (2013). A procedure allowing up to eight generations of wheat and nine generations of barley per annum. *Euphytica Journal*, 191, 311-316. <https://doi.org/10.1007/s10681-013-0909-z>