

# IJEMAR

International Journal of Eastern Mediterranean Agricultural Research

ISSN: 2667-5102

Volume : 7 Number : 1 2024



Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü , Adana-Türkiye

Published by

TAGEM JOURNALS

Eastern Mediterranean Agricultural Research, Adana, Türkiye

# IJEMAR

International Journal of Eastern Mediterranean Agricultural Research

ISSN: 2667-5102

Volume : 7 Number : 1 2024



Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü , Adana-Türkiye

Published by

Eastern Mediterranean Agricultural Research, Adana, Türkiye

**TAGEM JOURNALS**

International Journal of Eastern Mediterranean Agricultural Research

Uluslararası Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi

Year (Yıl): 2024, Volume (Cilt): 7, Number (Sayı):1

ISSN: 2667-5102

**ENSTİTÜ MÜDÜRÜ**

**Dr. İbrahim CERİT**

**EDITOR IN CHIEF- BAŞ EDİTOR**

**Doç. Dr. Mehmet Emin BİLGİLİ**

**Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, ADANA**

**eminbilgili@yahoo.com**

**EDİTÖR YARDIMCISI**

**Dr. Hilal YILMAZ**

**hilal.yilmaz@tarimorman.gov.tr**

**Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, ADANA**

**EDITORS-EDİTÖRLER**

**Dr. Hasan MUTLU**

**Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, ADANA**

**hasan.mutlu@tarimorman.gov.tr**

**Deniz SEVLMİŞ**

**Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, ADANA**

**deniz.sevilmis@tarimorman.gov.tr**

**Dr. Celile Aylin OLUK**

**Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, ADANA**

**celileaylin.oluk@tarimorman.gov.tr**

**Dr. Meltem TÜRKERİ**

**Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, ADANA**

**meltem.turkeri@tarimorman.gov.tr**

**LANGUAGE EDITOR- DİL EDİTÖRÜ**

**Ali ŞENATEŞ**

**Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, ADANA**

**ali.senates@tarimorman.gov.tr**

**STATISTICS EDITOR- İSTATİSTİK EDİTÖRÜ**

**Doç. Dr. Hatice HIZLI**

Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırmalar Enstitüsü Müdürlüğü, ADANA

haticehizli@gmail.com

**JOURNAL SECRETARY- DERĐİ SEKRETERYASI**

**Dr. Nurten KURT**

Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırmalar Enstitüsü Müdürlüğü, ADANA

nurten.kurt@tarimorman.gov.tr

**EDITORIAL ADVISORY BOARD - BİLİMSSEL DANIşMA KURULU**

Prof. Dr. Rüştü HATİPOĞLU, Çukurova Üniversitesi, Adana, TÜRKİYE

Prof. Dr. Yaşar KARADAĞ, Muş Alparslan Üniversitesi, Muş, TÜRKİYE

Prof. Dr. Kağan KÖKTEN, Bingöl Üniversitesi, Bingöl, TÜRKİYE

Prof. Dr. Gamze SANER, Ege Üniversitesi, İzmir, TÜRKİYE

Prof. Dr. Çiğdem TAKMA, Ege Üniversitesi, İzmir, TÜRKİYE

Doç. Dr. F. Bihter ZAIMOĞLU ONAT, Çukurova Üniversitesi, Adana, TÜRKİYE

Doç. Dr. Gönül CÖMERTBAY, Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Adana, TÜRKİYE

Doç. Dr. Hatun BARUT, Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Adana, TÜRKİYE

Dr. İbrahim CERİT, Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Adana, TÜRKİYE

Doç. Dr. İlker İNAL, Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Adana, TÜRKİYE

Dr. Uğur KARA, Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Adana, TÜRKİYE

Dr. Celile Aylin OLUK, Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Adana, TÜRKİYE

Dr. Ayşe Nuran ÇİL, Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Adana, TÜRKİYE



## INFORMATION ABOUT JOURNAL

International Journal of Eastern Mediterranean Agricultural Research (IJEMAR) is a peer-reviewed journal.

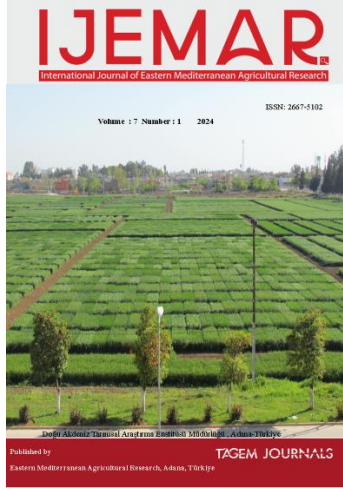
International Journal of Eastern Mediterranean Agricultural Research is published one time in a year.

**Uluslararası Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi (DATAEM)** hakemli bir dergidir.

**Uluslararası Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi** yılda 1 kez yayınlanmaktadır.

**Correspondence Address (Dergi için Yazışma Adresi):**  
**Doç. Dr. Mehmet Emin BİLGİLİ (Editor)**

Eastern Mediterranean Agricultural Research Institute, Adana-TÜRKİYE  
[eminbilgili@yahoo.com](mailto:eminbilgili@yahoo.com)



ISSN: 2667-5102

The referees list (Hakem listesi) Year 2024, Volume 7, Issue 1 list of referees is given below.

2024 yılı, Cilt 7, Sayı 1'deki hakemlerin listesi aşağıda verilmiştir.

(in Degree and Alphabetical order /Unvan ve Alfabetik sıralı)

(Dr.) Hakem Adı Soyadı	Adres	e-mail
Ahmet Korhan ŞAHAR	Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü	akorhansahar@gmail.com
Ali Beyhan UÇAK	Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi	abucak@siirt.edu.tr
Bülent ÇAKIR	Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü	bulentcakir31@gmail.com
Emine ARSLAN	Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü	emine.arslan23trm@gmail.com
Gönül CÖMERTPAY	Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü	gonul.comertpay@gmail.com
İrem Ayran ÇOLAK	Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi	irem.ayran@selcuk.edu.tr
Mithat DIREK	Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi	mdirek@selcuk.edu.tr
Sadiye Ayşe ÇELİK	Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi	sacelik@selcuk.edu.tr
Yeşim BOZKURT ÇOLAK	Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi	yesimcolak@ymail.com

International Journal of Eastern Mediterranean Agricultural Research  
Uluslararası Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi

Year (Yıl): 2024, Volume (Cilt): 7, Number (Sayı):1 ISSN: 2667-5102  
CONTENTS (İÇİNDEKİLER)

RESEARCH ARTICLES (ARAŞTIRMA MAKALELERİ)	Sayfalar
<b>Oluwatobi Segun ABIMBOLA</b> <i>Radiation Use Efficiency and Yield Response of Chili Pepper under Rainfed Agriculture in Akure, Nigeria.</i>	1-21
<b>Ali Alpaslan EZİCİ, Hatice HIZLI</b> <i>Doğu Akdeniz Bölgesinde Bazı İleri Kademe Ekmeklik Buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) Hatlarının Verim Performanslarında Parametrik Stabilitate ve Genetik Parametrelerinin Belirlenmesi</i> <i>Parametric Stability and Determination of Genetic Parameters in the Yield Performance of Some Advanced Bread Wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.) Lines in the Eastern Mediterranean Region</i>	22-35
<b>İhsan EMİRALİOĞLU, Ramazan ACAR</b> <i>Bazı Üçgül Türlerinde Ekim Öncesi Tohum Uygulamalarının (priming) Çimlenmeye Etkisi</i> Effect of Priming Applications on Germination in Some Clover Types	36-51

# **Radiation Use Efficiency and Yield Response of Chili Pepper under Rainfed Agriculture in Akure, Nigeria.**

**Oluwatobi Segun ABIMBOLA<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup>Department of Agricultural Engineering, Federal University of Technology,  
Akure, NIGERIA

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-2018-8069>

Sorumlu yazar: abimbolatobi57@gmail.com

**Geliş Tarihi: 02.11.2023, Kabul Tarihi: 06.12.2024**

---

**To Cite:** Abimbola, O.S. (2024). Radiation Use Efficiency and Yield Response of Chili Pepper under Rainfed Agriculture in Akure, Nigeria. International Journal of Eastern Mediterranean Agricultural Research,7(1):01.-21

---

## **Abstract**

Growing pepper extensively under rain-fed conditions is the oldest method of cultivation and widely accepted in most parts of Nigeria, yielding very high returns. However, its progress is hindered by the non-adoption of technology and efficient agricultural management practices, lack of information about soil conditions for cultivation, and inefficient radiation use by the crop. Reliable data specific to southwestern Nigeria for such practices is scarce. This research aims to evaluate the radiation use efficiency (RUE) and yield of chili pepper (*Capsicum Annum*) under rain-fed agriculture. To achieve this, an experiment was conducted on three different chili pepper plants transplanted with varying spacings: 40cm by 40cm on plot A, 35cm by 35cm on plot B, and 30cm by 30cm on plot C. Prior to planting, soil analysis was conducted to determine properties including pH, organic carbon, organic matter, and particle size. Evapotranspiration was determined using the soil and water balance method, considering rainfall, drainage, runoff, and changes in soil moisture. Agronomic and yield parameters such as plant height, stem girth, leaf area index, and photosynthetically active radiation (PAR) were measured using a meter rule, vernier caliper, and Ceptometer (PAR sensor). Radiation use efficiency was calculated based on intercepted photosynthetic active radiation, leaf area index, and yield. Results indicate that the soil pH was measured to be 6.0, classifying the soil as sandy loam, which is suitable for chili pepper cultivation. Evapotranspiration was lowest in the 16<sup>th</sup> week after transplanting (0.37mm) and highest in the 11<sup>th</sup> week (41.18mm). In terms of yield and RUE, chili pepper plants on plot A, plot



B, and plot C produced total fresh fruit yields of 2.45 tons/ha, 2.1 tons/ha, and 1.768 tons/ha, respectively. Radiation use efficiency was  $1.297b \pm 0.1487$  g/MJ for plot A,  $1.018ab \pm 0.0316$  g/MJ for plot B, and  $0.902a \pm 0.0624$  g/MJ for plot C. Significant differences were observed between these values ( $p < 0.05$ ). The results demonstrate a positive correlation between increased yield and higher RUE. To enhance chili pepper production, farmers can improve RUE by optimizing management practices such as adjusting plant spacing and plant density.

**Keywords:** Evapotranspiration, radiation use efficiency, growth variables, yield, chili pepper, rainfed agriculture

## 1. Introduction

*Capsicum annuum* L. is the most economically significant pepper and comes in a wide variety of horticultural forms, including sweet and spicy. Due to its economic significance as well as the fruit's mix of flavour, colour, and nutritional content, it is a significant and well-liked produce in agriculture (Al-Snafi, 2015). It is a member of the *Solanaceae* family, specifically the genus *Capsicum*. *Annuum*, *Baccatum*, *Chinense*, *Frutescens* and *Pubescens* are the five domesticated species among the roughly 31 species in the genus *Capsicum* (Moscone et al., 2007). The fruits are a valuable vegetable crop for both processed goods and the fresh market. There are hundreds of different types and species of peppers. They are consumed as fresh unripe fruits, ripened red or other colors and dried forms. The different species, varieties and consumption forms vary in their nutritional and anti-oxidant contents (Ganguly et al., 2017). While 25–30 °C is the ideal temperature range for seed germination, 18–30 °C is the ideal temperature range for growth and fruit production. According to Campiglia et al. (2010), flower buds are aborted at nighttime temperatures exceeding 32 °C, while delayed flowering occurs if daytime temperatures are less than 25 °C. Temperatures above 30 °C and below 15 °C significantly diminish pollen viability, although nighttime lows around 15 °C promote fruit setting. Despite being day-neutral, *Capsicum annuum* can exhibit photoperiodic reactions in some ways. Long days may cause a slight delay in the first blossoming (Grubben and El Tahir, 2004). Shade can delay flowering, but it can endure up to 45% of sun exposure. In Ethiopia, *Capsicum annuum* can grow up to 3,000 meters, although it can also grow lowland to 2,000 meters. An

annual rainfall of at least 600 mm is required in the absence of irrigation. Diseases, rotten fruit, and poor fruit setting are all increased by water logging. According to Gruben and El Tahir (2004), capsicum is quite susceptible to soil salt. Nigeria's favourable soil and climate make it easy for pepper to grow and produce. About half of all pepper produced in Africa comes from Nigeria, which is one of the world's leading producers (Mohammed et al., 2013). 80% of the world's cropland is used for rainfed farming, which also generates over 60% of the world's cereal grains and supports rural communities. Rainfed agriculture produces high yields in temperate regions with rich soils and somewhat consistent rainfall. Yields are further increased by supplemental watering techniques (Molden et al., 2011). The main energy source for life on Earth is solar radiation (Wild, 2009), and PAR, or the fraction of the global radiation with wavelengths between 400 and 700 nm, is essential for vegetation photosynthesis. In hydrological and agricultural research, as well as in the modelling of terrestrial photosynthesis, PAR is crucial (Niu et al., 2018). Even though PAR is a crucial variable in models of terrestrial photosynthesis, a global network for its measurement has not yet been built (Hu and Wang, 2012). The plant's LAI, canopy architecture (which influences how much LAI is successfully exposed to light), and physiological ability to absorb radiation are the primary determinants of an intercepted PAR. Accordingly, the canopy's capacity to absorb incoming PAR and transform it into biomass is the main factor influencing plant growth and production in field settings (Hangs et al., 2011). Radiation use efficiency (RUE) is a crucial component of crop development, along with intercepted photosynthetically active radiation (IPAR). RUE is the relationship between biomass accumulation and the amount of PAR, or the solar energy that the crop absorbs and its biomass production rate. It is frequently used to estimate biomass accumulation in crops like soybeans and maize (Lindquist et al., 2005) and wheat (Zhi-qiang et al., 2018). Given the importance of chili pepper for human consumption and the fact that RUE depends on light intensity, which varies by season, latitude, cloud cover, water application, and plant canopy architecture (leaf position, leaf shape, leaf size, leaf arrangement, LAI, and leaf angle) (Vos et al., 2010), it is imperative to conduct research on the efficiency of radiation and water use for optimal growth. Regarding the aforementioned claim, an effort was made to ascertain the effectiveness of radiation use and

evapotranspiration in relation to the development and productivity of chili peppers under rainfed agriculture in Akure, Nigeria.

### **1.1 Specific objectives**

The specific objectives of this research are to:

- i. investigate the fraction of the beam interception and RUE of chili pepper under rainfall water application and different plant spacing;
- ii. determine the yield and yield components of chili pepper under rainfall water application and different plant spacing;
- iii. investigate the relationship between the RUE and yield of chili pepper.

## **2. MATERIALS AND METHODS**

### **2.1 Site Description**

The study was carried out at the Research and Training Farm of Federal University of Technology, Akure, (FUTA). Akure is located on latitudes  $7^{\circ}014'N$  and  $7^{\circ}017'N$  and within longitudes  $5^{\circ}008'E$  and  $5^{\circ}013'E$ . Akure has a land area of about 2 303 km<sup>2</sup> and is situated in the western upland area within the humid region of Nigeria. The general elevation is 300 - 700 m. Local peaks rise to 1000 m; other hill-like structures which are less prominent rise only a few hundred meters above the general elevations. The average daily temperature is 26 °C with a range between 18 °C and 35 °C. Mean annual relative humidity of about 80% and relief is about 396 m above sea level (Odubanjo et al., 2011). The pattern of rainfall is bimodal, the first peak occurring in June and July, and the second in September, with a little dry spell in August. The mean annual rainfall ranges from 1300 mm to 1500 mm (Fasinmirinet and Oguntuase, 2008). The soils are light textured, fine sandy loam to fine sandy clay loam. The soil is moderately well supplied by organic matter and nutrients. Moisture holding capacity is moderately good (Fasinmirin and Olurunfemi, 2012). The soil generally becomes dry during the dry seasons which fall within November and March.

## 2.2 Experimental Setup and Layout

An experimental field of 3.14 m by 8 m was cleared, leveled using manual method and was divided into three portions of plot. The soil was sterilized through the direct heat application with firewood in order to eliminate nematode and other harmful microorganism. After, the field was divided into three plots (plot A, B, and C) of size 2 m by 2 m each. Twelve (12) stands of chili pepper plants were transplanted on each plot after being raised in the nursery for 4 weeks with 40cm by 40cm spacing on plot A, 35 cm by 35 cm spacing on plot B, and 30 cm by 30 cm after 4th week of raising the plants in the nursery. Three (3) plants out of the 12 transplanted plants were chosen on each plot as sample (T1, T2 and T3), and measurements were taken on them every week of the growth period. Periodic weeding was also carried out manually and agrochemicals such as pesticides and insecticides (Gly-Net 41) were applied on the farm to keep away insects and pests at regular intervals. The experiment was made on open field to study the leaf area index, RUE, growth and yield response pepper (*Capsicum* sp.) under a Rain fed condition.

## 2.3 Soil physiochemical properties and bulk density

Samples of sands were randomly taken from each experimental plot. In addition, soil samples were randomly collected within the depths of 0-15 cm using a hand auger from the agricultural engineering experimental farm where the open field farming was carried out. Each sample was separately labeled, air-dried, crushed to pass through a 2 mm sieve, and taken to the laboratory for physical and chemical analysis to determine their physical properties and nutrient level prior to application of inorganic nutrients/solution. The particle size analysis was done with two basic steps namely; the separation of all particles from each other (sieve analysis) and the other is the measurement of the quantities of each size group together (Ibitoye, 2006), The Walkley-Black wet oxidation method was used for determination of organic carbon and organic matter as described by Nelson and Sommers, (1996), total nitrogen content was determined with Kjeldahl method determines (AOAC, 2000). Determination of exchangeable bases such as, calcium (Ca), magnesium (Mg) are carried out by flame atomic absorption spectrophotometer

while potassium (K) and sodium (Na) determination is carried out in the laboratory using flame emission spectrophotometer

Also, soil samples each were taken at depths 10cm to 50cm with metal cans, taken to the laboratory to oven dry to determine the soil bulk density base on gravimetric soil core method. The bulk density was determined using the formula below (Agbede and Ojениyi, 2009)

$$\text{Bulk density} = \frac{M_5}{\pi r^2 h}$$

Mass of dried soil sample =  $M_5$

Radius of core sampler =  $r$

Diameter of core sampler =  $d$

Volume of core sampler =  $\pi r^2 h$

#### **2.4 Estimation of Crop Evapotranspiration**

Total crop evapotranspiration ( $ET_c$ ) was estimated using the soil water balance equation by (Allen et al., 1998).

$$ET_c = I + R \pm \Delta S - D - R$$

$I$  = irrigation (mm)

$R$  = precipitation (mm)

$\Delta S$  = change in soil water storage (mm)

$D$  = drainage (mm)

$R$  = runoff. (mm)

Throughout the growth weeks, the irrigation was zero due to non-application of water through irrigation. The rainfall/precipitation applied to the field was measured with rain gauge, the soil moisture was determined by the use of soil moisture sensor PR2, the deep drainage measurement was done by the use of lysimeter which was filled with fine sand to the brim and a plastic can place at the water outlet of the lysimeter, while the runoff on the experimental plot was measured with runoff meter The runoff meter was made from metal sheet plate opened at both ends. The device permits the flow of water within the catchments area to a runoff collector (plastic can) after rainfall through a 25.4 mm galvanized steel pipe.

## 2.5 Agronomic and Yield Measurements

At week three weeks after transplanting, three plants were selected randomly from each plot and tagged for measurement of growth characteristics. As for the agronomic parameters, plant height was measured by meter rule, number of leaves was measured by counting, stem girth was determined using Vernier caliper while the leaf area index, fraction of beam interception, and the PAR were measured with a Ceptometer. For the yield parameters, number of fruits was determined by counting, fruit diameter and length were measured by vernier caliper, and the weight of each fruit was also determined with weighing scale. All this was done after harvest

## 2.6 Radiation use efficiency

The RUE of the chili pepper plants were obtained based on the intercepted photosynthetic active radiation (IPAR), leaf area index and yield of the chili pepper plants on different planting plots (Plot A, Plot B, and Plot C). RUE can be calculated using the equation (Linderson et al,2007).

$$RUE = \frac{W_s}{IPAR}$$

$W_s$  = total above ground dry mass (AGDM) production (g DM m<sup>-2</sup>)

IPAR = Interception of PAR was evaluated using Lambert-Beer's Law function:

$$IPAR = PAR_{above}(1 - e^{-kLAI})$$

$PAR_{above}$  = Cumulated PAR above canopy

K = Constant which ranges from 0.4 – 0.6

The value of K that should be used for chili pepper may vary depending on several factors such as plant age, plant density, leaf angle, and leaf area index. In general, the value of K for chili pepper has been reported to range from 0.45 to 0.65 in various studies. A study by Al-Karaki et al. (2010) reported a value of 0.55 for K in a field experiment with chili pepper. Another study by Kumar et al. (2013) reported a value of 0.50 for K in a greenhouse experiment with chili pepper. For this study, 0.50 was chosen.

## 2.7 Statistical Analysis

Crop parameters were analyzed using the descriptive statistical approach such as mean, standard deviation and coefficient of variation. Analysis of variance (One-way ANOVA) and post hoc comparison was conducted to test the significant difference among treatments at ( $P \leq 0.05$ ). Homogeneity of means at ( $P \leq 0.05$ ) was tested using the Duncan test. Comparison among the treatment was achieved by using Microsoft Excel 16.00 (Microsoft Inc, USA) software package for windows.

## 3. Results and Discussions

### 3.1. Soil Analysis

The information soil's physical and chemical properties from the experimental site was as reported in (Table 1). The result showed the percentage proportion of sand, clay and silt to be 64.80%, 23.20% and 12.00% respectively. In comparison to USDA textural classification, the soil could be classified as sandy loam. Pepper performs in sandy loam soils rather than clay soil, although the loam and clay loam soils are also good for chili cultivation but the soil should be well drained and aerated as it gives a better yield (Savvas et al, 2013). The soil pH was 6.0, though acidic, it is the preferred soil range for good growth and optimum yield of pepper. Salako et al. (2007), reported that the best pH range for chili pepper production was 5.0 to 6.0. Organic matter had an average value of 1.58 while the nutrients constituents of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium were 4903.5 mg/kg, 373852.2 mg/kg, 16392 mg/kg, 52096 mg/kg, 24583.1 mg/kg respectively were in sufficient quantities for optimum production of pepper under standard environmental conditions.

**Table 1.** Result of physical and chemical analysis

S/N	Soil Properties	Value
1	Loam %	64.67
2	Clay %	23.20
3	Sand %	13.19
4	pH	6.0
5	Organic carbon (mg/kg)	165600
6	Organic matter (mg/kg)	284400
7	N <sup>3-</sup> (mg/kg)	4903.5
8	P <sup>3-</sup> (mg/kg)	373852.2
9	K <sup>+</sup> (mg/kg)	16392
10	Na <sup>+</sup> (mg/kg)	11934.8
11	Ca <sup>2+</sup> (mg/kg)	52096
12	Mg <sup>2+</sup> (mg/kg)	24583.1

### 3. 2. Soil Bulk Density

Based on the data provided in Table 2, it was seen that the bulk density varied between the different plots and depths. The plot A bulk density ranges from 1.93g/cm<sup>3</sup> at a depth of 10 cm to 2.19 g/cm<sup>3</sup> at a depth of 40 cm. Overall, the bulk density for Plot A is relatively high, and it shows an increasing trend with depth until 40 cm, where it reaches the highest value. This is quite similar to study of Awotoye et al. (2013) that, “The bulk density of the topsoil (0-15 cm) varied between 1.65 and 1.93 g/cm<sup>3</sup>, and increased significantly ( $p < 0.05$ ) with soil depth from 1.65 to 2.15 g/cm<sup>3</sup> at 15-30 cm depth, and remained relatively constant between 2.05 and 2.19 g/cm<sup>3</sup> at 30-45cm depth”. The plot B bulk density ranges from 1.96g/cm<sup>3</sup> at a depth of 10cm to 2.30 g/cm<sup>3</sup> at a depth of 30cm. Overall, the bulk density for Plot B is also relatively high, and it shows an increasing trend with depth until 30 cm, where it reaches the highest value similar to the study of Awotoye et al. (2013). The Plot C, the bulk density ranges from 2.02 g/cm<sup>3</sup> at a depth of 40cm to 2.26 g/cm<sup>3</sup> at a depth of 50 cm. Overall, the bulk density for Plot C is lower compared to the other plots, and it does not show a clear trend with depth. In general, the data suggest that the soil in Plots A and B is more compacted than that in Plot C. This could be due to differences in soil management practices, such as tillage or compaction from heavy equipment. The high bulk density in Plots A and B could limit plant growth and reduce soil fertility, while the lower bulk density in Plot C could indicate better soil structure and a more favorable environment for plant



growth. Akinbile and Yussouf (2011) stated that, "The soil bulk density varied from 1.58 g/cm<sup>3</sup> to 1.93 g/cm<sup>3</sup>, indicating moderate compaction at 15-30 cm depth". Therefore, there is moderate compaction at the topsoil of the plot A and B. Compaction increases bulk density and reduces total pore volume, consequently reducing available water holding capacity (Fasinminrin et al., 2018).

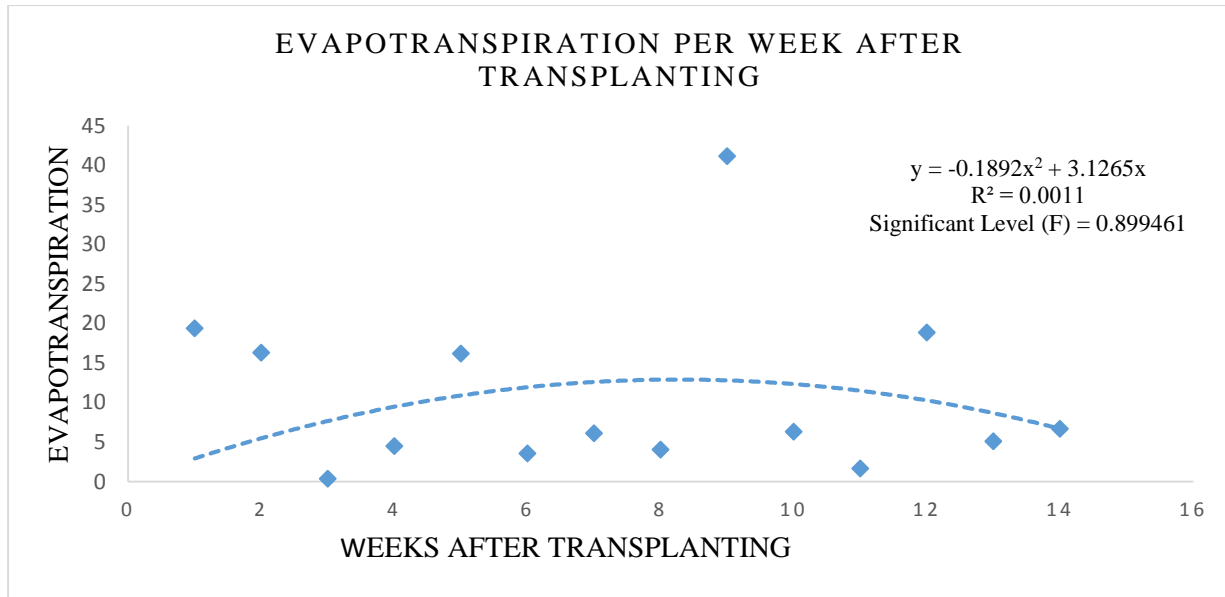
### 3. 3. Evapotranspiration and Climatic Condition

The climatic parameters (rainfall and runoff), change in soil moisture level, soil drainage and irrigation application were collected on the farm, to estimate the evapotranspiration.

**Table 2.** Bulk density of the soils on each plot at different depths

Depths	Bulk Density (g/cm <sup>3</sup> )		
	Plot A	Plot B	Plot C
10cm	1.93	1.96	2.09
20cm	2.15	2.20	2.13
30cm	2.05	2.30	2.05
40cm	2.19	2.05	2.02
50cm	2.07	2.20	2.26

Evapotranspiration of the plants on all the plots were dependent mostly on rainfall water application. Figure 1 shows the graph and trend of the evapotranspiration of the crops. Rise in ET<sub>o</sub> was observed from 3<sup>rd</sup> week after transplanting to week 11 and took a gradual downturn from 11<sup>th</sup> to the 16<sup>th</sup> week. The estimated evapotranspiration (ET<sub>o</sub>) ranges between 0.32 mm recorded at the 16<sup>th</sup> week after transplanting the crops and 41.18 in week 11<sup>th</sup> week. It was maximum in the 11<sup>th</sup> week due to heavy rainfall and must have been caused by high solar radiation which is accompanied by high temperature that often results in quick evaporation of water from soil and water surfaces (Fasinminrin et al., 2009).



**Figure 1.** Evapotranspiration throughout the planting weeks

**Table 3.** Evapotranspiration of plants weeks after transplanting

weeks	Rainfall (mm)	Runoff (mm)	Drainage (mm)	Change in soil moisture storage (mm)	Irrigation (mm)	Evapotranspiration (mm)
3	70	24	26	0	0	19.41
4	53	16	21	-1.35	0	16.34
5	14	6	6	-0.37	0	0.37
6	18	8	6	-0.52	0	4.52
7	61	20	21	3.79	0	16.21
8	23	14	10	-4.57	0	3.57
9	18	6	8	-2.11	0	6.11
10	25	6	10	4.93	0	4.07
11	142	44	52	4.82	0	41.18
12	69	31	31	0.66	0	6.34
13	23	7	14	0.33	0	1.67
14	71	33	20	-1.86	0	18.86
15	63	21	29	5.89	0	5.11
16	69	28	34	0.32	0	6.68

### 3. 4. Agronomic Parameter

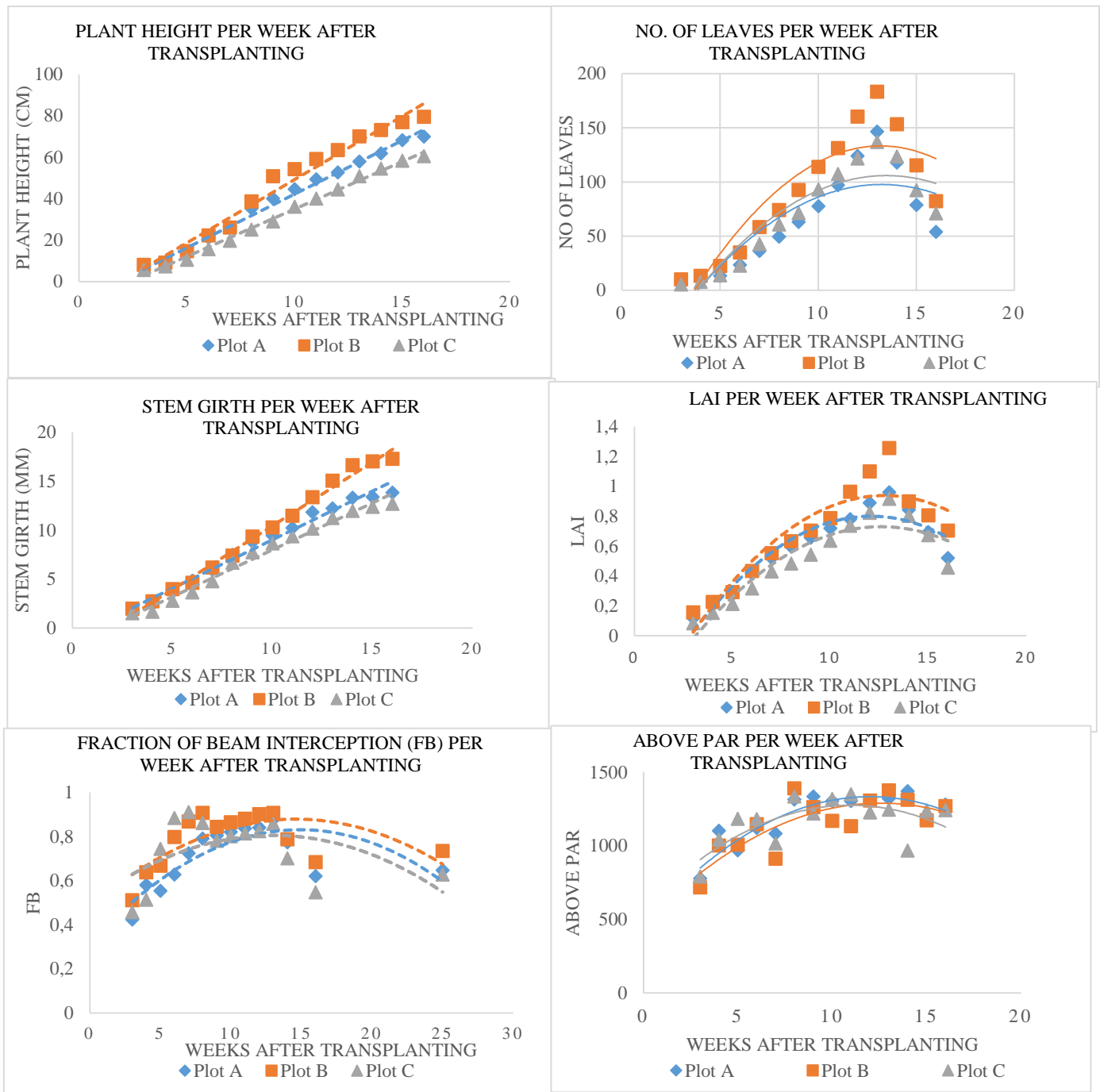
The result of measured average plant heights in all the treatments with the corresponding Weeks After Planting (WAT) is as shown in Figure 2. Although the plant growth pattern shows an initial slow growth and then accelerated as observed in Figure 1, after the normal slow establishment of the plant. This result agreed with the findings of other researchers (Olaniyi et al., 2010) who found that the plant showed growth in height at the beginning rather slowly, increasing to a maximum then slow down again. The maximum mean plant heights in Plot A, B, and C were approximately 70, 79, and 61 cm, respectively which showed that planting the pepper on different farming plot with different spacing under rainfall did not really affect the plant heights. There are possibilities that, the soil on the plots has same properties or same quantity of rainfall was applied on all the plots. The means number of leaves of the plots were highest at week 13 before the number of leaves started reducing, and this can mean the average number of leaves has direct relationship with the amount of rainfall applied on the plots. At week 11 of the growth period, there was much rainfall, poor percolation, and this affected the plant growth. Akinbile and Yussouf (2011) noted that, under well-watered conditions, photosynthesis with chlorophyll brings out the lush green and radiant colorations of leaves and its width is also a function of nutrients and water availability for uptake from the root zones. Therefore, for ideal growth of crops, water application must be optimum. There was also a significant but gradual increase in average stem diameters in all the three farming plots during the growth period of the plants. The mean stem girth value for plot B was the highest ranging from 1.97 to 17.27 mm, followed by plot A with mean stem girth ranging from 1.81 to 13.83 mm, and the lowest mean stem girth value of 1.49 to 12.69mm which was found to be for plot C as shown in figure 1. This result is similar to Akinbile and Yussouf (2011), in their study of the “Growth, Yield and water use pattern of chili pepper under different irrigation scheduling and management”, where it was noted that average stem diameter ranged from 0.7 to 1.7cm which is equivalent to 7 to 17 mm. This shows that there was a direct relationship between plant height and stem diameter when compared with the quantity of rainfall or water used. According to figure 1, the highest average leaf area index mean value (1.2567) was obtained for peppers on farming plot B in week 13 after transplanting, at this week the Leaf area index of the pepper on plot B was 23.6% greater than the

pepper on plot A (0.9600), and 24.6% greater than the pepper on plot C (0.9167) which was the lowest average mean value among the plots. Oyewole et al. (2020) reported the LAI values to ranging from 0.9 to 1.3 for chili pepper under rainfed conditions with mulching. The leaf area index peak value for all plants on all the plots was recorded in week 13 of the growth week before it started decreasing gradually till week 16. this was due to loss of plant leaves and poor growth during the period due to much water in the soil. Also, water stress can affect plant's LAI as reported by Karam et al. (2009), that water stress reduces the IPAR and RUE of the crop. Plot B has the peak average FB (1.900) among the farming plots as shown in Figure 6 and this was attributed to the plot B having the highest leaf area index (LAI), Jonckheere et al. (2004), reported that leaf area has a significant impact on photosynthesis and PAR interception. Figure 1, the graph of above PAR against weeks after transplanting of the peppers on each plot, shows that above PAR for all the plots were at peak in week 8 with over  $1350 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ , while the lowest value was recorded in week 3 of the growth period. The above PAR increase haphazardly from week 3 to 8 before it became stable and decrease. This goes against the findings of Shrarifi et al. (2020), they found that a PAR level of  $1000 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$  was optimum for chili pepper plant growth and photosynthesis. However, Du et al. (2021), found out that the PAR can range from  $500 - 1600 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ , but  $1600 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$  is excessive light intensity which can cause photoinhibition and reduced plant growth and yield.

### 3. 5. Yield Parameters

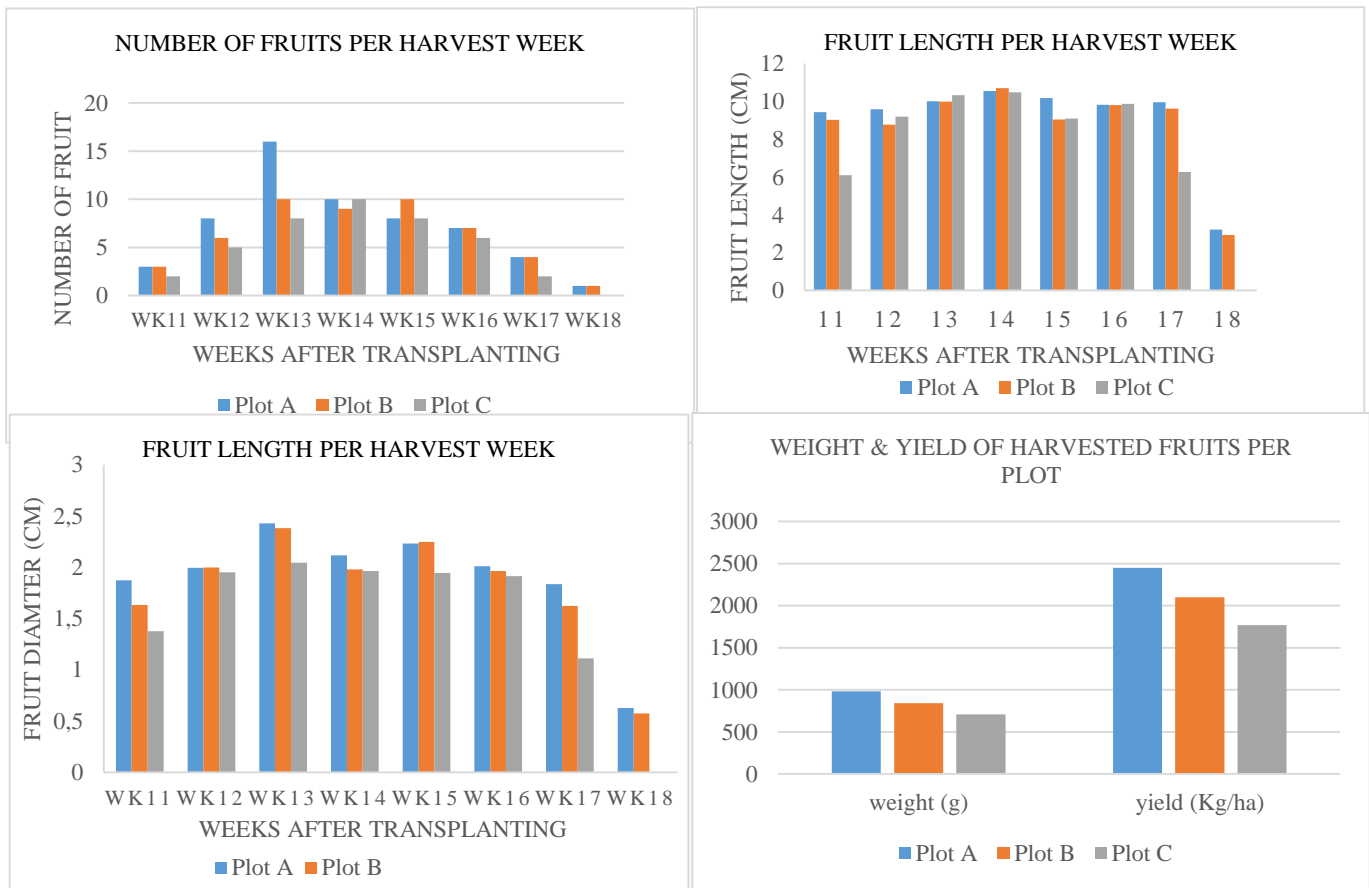
The size of the chili pepper fruit was obtained based on the fruit diameter and the fruit length on weekly basis under different plots (A, B and C) are presented in Figure 2. it shows that the fruit length ranges from 9.433 cm - 10.543 cm, 9.023 cm - 10.700 cm, 6.017 cm - 10.477 cm on plot A, plot B, and plot C respectively, this clearly shows that the pepper fruits obtained on plot A has the biggest length compared to other plots. Those values are close to what some other researchers reported on fruit lengths of chili pepper. Yang et al. (2018), reported the fruit length of hot pepper under rainfed agriculture ranges from 8.78 to 10.44cm, and Canan et al. (2019), reported that it ranges from 8.28 to 10.15cm Also, Figure 3 shows that the fruit diameter ranges from 0.627 cm – 2.427 cm, 0.573 cm – 2.380 cm, 1.110 cm – 2.043 cm on plot A, plot B, and

plot C respectively, this clearly shows that the pepper fruits obtained on plot A has the biggest diameter compared to other plots. The range of fruit diameter gotten was the almost the same to that of some researchers. Yang et al. (2018), reported the fruit length of hot pepper under rainfed agriculture ranges from 1.46 to 1.68cm, and Canan et al. (2019), reported that it ranges from 1.49 to 1.76cm. The total weight of the harvested fruits on each plot was recorded and presented in figure 13. It can be seen that plot A has the highest harvested fruit weight of 983.0g, followed by plot B with 840.4g average fruit weight, while plot C has the lowest average harvested fruits weight of 707.3g. The yield of the pepper was also presented on figure 13, the plot A was seen to have the highest yield of 2450 kg/ha which is equivalent to 2.45ton/ha, followed by plot B with yield of 2100 kg/ha equivalent to 2.1ton/ha, and plot C with the lowest yield of 1768 kg/ha equivalent to 1.768 ton/ha. Similar results were obtained by Akinbile and Yussouf (2011) in their study of growth, yield and water use pattern of chili pepper under different irrigation scheduling and management, with pepper yield ranging from 1.28 to 2.64 ton/ha. Difference in the yield is due to the planting space between the pepper on the plots. Plot C has the smallest planting space and the lowest yield, and this may be due to competition for nutrient between the plants.



**Figure 2.** Graphics of agronomic parameter (plant height, stem girth, number of leaves, LAI, FB, and above PAR) against weeks after transplanting

This shows that plant spacing and density affect yield of chili pepper plants. Liu et al. (2008), concluded that pepper yield varied significantly from one region to the other and several factors such as topography, soil type, water quality, soil tillage and fertilizer application. For the yield of chili pepper on sandy loam soil, average 2.45ton/ha is desirable but a much higher yield could be obtained under similar soil conditions with fertilizer application as stated by Liu et al. (2008).



**Figure 3.** Graphics of yield parameters (number of harvested fruit, fruit length and diameter, fruit weight and yield) against weeks after transplanting.

### 3. 6. Radiation Use Efficiency (RUE)

The RUE of the chili pepper plants were obtained based on the intercepted photosynthetic active radiation (IPAR), leaf area index and yield of the chili pepper plants on different planting plots (Plot A, Plot B, and Plot C). From Table 4., the average RUE value of 1.297g/MJ, 1.018g/MJ, and 0.902g/MJ, were recorded for the chili pepper plant grown on plot A, plot B, and plot C respectively, the obtained result clearly shows that the plants with spacing of 40 cm by 40 cm on plot A has the highest RUE compared to other plots, also it was seen that the same plot has highest yield compared to the other plots. This shows that there is linear relationship between the plant spacing, yield of the pepper, and the RUE. The result is nearly similar to the study of Santos et al. (2014), that found that the RUE of chili pepper in open-field production can range from 0.92 to 1.67 g/MJ, depending on the cultivar and growing conditions. However, it is quite different from Lee et al. (2018), in their finding that, that the average RUE of chili pepper in greenhouse production can range from 1.24 to 1.76 g/MJ, with higher RUE observed in plants grown under high light intensity and supplemental LED lighting.

**Table 4.** Average RUE of plants on the plots

Plots	RUE (g/MJm <sup>-2</sup> )
Plot A	0.997 <sup>b</sup> ±0.1487
Plot B	0.898 <sup>ab</sup> ±0.0316
Plot C	0.682 <sup>a</sup> ±0.0624

### 3. 7. Test of Significance of the Parameters (ANOVA)

The significance level of the parameters tested by using one-way ANOVA is as shown in Table 5. Out of the parameters that were tested, 4 had significant differences between the plots. The average plant height, Number of leaves, stem girth, fraction of beam interception, below PAR, fruit length, and fruit diameter of the plants of the plots were found to be insignificantly different because the P-value is greater than 0.05 alpha level ( $p > 0.05$ ) considering 95% confidence level. However, the LAI, Above PAR, number of fruits, and the RUE of the plants of between the plots were found to be significantly different considering 95% confidence level, ( $p < 0.05$ ).



**Table 5.** Test of Significance of the Parameters (ANOVA)

<b>Parameters</b>	<b>P-value</b>
Plant height	0.311
Number of leaves	0.499
Stem girth	0.743
Leaf area index	0.043
Fraction of beam interception	0.051
Above PAR	0.042
Below PAR	0.123
Number of fruits	0.049
Fruit length	0.566
Fruit diameter	0.713
RUE	0.017

#### 4. Conclusion

In this study, RUE and yield response of chili pepper under rainfed agriculture in Akure, Nigeria was investigated. The ability to capture PAR by a canopy has a positive impact on biomass accumulation and crop production. The results show that RUE and yield response of chili pepper was significantly affected by the growth stage of the plant. The differences in RUE and yield of the farming plots can be attributed to plant stress, plant density, water stress, temperature, canopy structure, etc. within the growing season, hence, it showed that RUE can be applicable under growth-limiting conditions.

The research indicates that there is significant relationship between RUE, evapotranspiration, plant spacing, and yield response of chili pepper under rainfed agriculture. In addition, the RUE and yield recorded in this research is constituent with previous studies under any planting condition. Thus, chili pepper cultivation is good under rainfed condition.

#### References

- Awotoye, O.O., Adebola, S.I., & Matthew, O.J. (2013). The effects of land-use changes on soil properties in humid tropical location; Little-Ose forest reserve, south-western Nigeria. *Research Journal of Agricultural and Environmental Management*, 2(6):176-182.
- Akinbile, C.O. (2010). Behavioral pattern of upland rice agronomic parameters to variable water supply in Nigeria. *Journal of Plant Breeding and Crop Science*, 2: 73-80.

- Akinbile, C.O, & Yussouf, M.S. (2011) Growth and water use pattern of chilli pepper under different irrigation scheduling and management. *Asian Journal of Agricultural Research*, 5:154-163.
- Al-Snafi, A.E. (2015). The pharmacological importance of *Capsicum* Species (*Capsicum annuum* and *Capsicum frutescens*) grown in Iraq. *Journal of Pharmaceutical Biology*, 5(3): 124 - 142.
- Allen, R., Smith, M., Perrier, A., & Pereira, L. (1998). *Crop Evapotranspiration, Guidelines for Computing Crop Water Requirements*, Rome, Italy. FAO Irrigation and drainage paper 56.
- Campiglia, E., Mancinelli, R., Radicetti, E. & Marinari, S. (2010). Legume cover crops and mulches: Effects on nitrate leaching and nitrogen input in a pepper crop (*Capsicum annuum*). *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 89(3):399-412.
- Canan, İ., Güler, Z., Özey, H. M., & Yılmaz, K. U. (2019). Evaluation of hot pepper genotypes for yield, yield components and quality traits under rainfed conditions in Turkey. *Agricultural Science and Technology*, 11(1): 20-28.
- Du, J., Zhou, J., Li, X., Sun, X., Zhang, Z., & Wang, X. (2021). Effects of different light intensities on morphology, physiology, yield, and quality of greenhouse-grown sweet pepper. *Horticulturae*, 7(2): 40.
- Fasinmirin, J., & Oguntuase, A. (2008). Soil moisture distribution pattern in *Amaranthus cruentus* field under drip irrigation system. *African Journal of Agricultural Research*, 3:486 - 493.
- Fasinmirin, J., & Olorunfemi, I. E. (2012). Comparison of hydraulic conductivity of soils of the forest vegetative zone of Nigeria. *Application Tropical Agriculture*, 17: 64–77.
- Ganguly, S., Praveen, K.P., & Para, P.A. (2017). Medicinal properties of chilli pepper in human diet. *ARC Journal of Public Health and Community Medicine*. 2(1):6-7.
- Grubben, G. J. H., & El Tahir, I. M. (2004). *Capsicum annuum* L. In G. J. H. Grubben, & O.A. Denton (Eds.), *PROTA2: Vegetables/ Légumes* (pp. 154–163). Wageningen, The Netherlands: PROTA.
- Hangs, R.D., Van Rees, K.C.J., Schoenau, J.J., & Guo, X. (2011). A simple technique for estimating above-ground biomass in short-rotation willow plantations. *Biomass Bioenergy*, 35: 2156 - 2162
- Hu, B., & Wang, Y. (2012). The climatological characteristics of photosynthetically active radiation in arid and semi-arid regions of China. *Journal of Atmospheric Chemistry*, 69: 175-186.

- Jonckheere, I., Fleck, S., Nackaerts, K., Muys, B., Coppin, P., Weiss, M., & Baret, F. (2004). Review of methods for in situ leaf area index determination. Part I. Theories, sensors and hemispherical photography. *Agricultural and Forest Meteorology*, 121: 19-35.
- Karam, F., Masaad, R., Bachour, R., Rhayem, C., & Roupael, Y. (2009). Water and radiation use efficiencies in drip irrigated pepper (*Capsicum annum* L.): Response to full and deficit irrigation regimes. *European Journal of Horticultural Science*, 74(2): 79-85.
- Kumar, S., Pandey, S., & Sharma, S. (2013). Estimation of radiation use efficiency of greenhouse grown chili (*Capsicum annum* L.) under different growing conditions. *Journal of Agricultural Science*, 5(1): 144-152.
- Lee, J. H., Son, J. E., & Oh, M. M. (2018). Effects of light intensity and light quality on the growth and morphology of pepper plantlets in vitro. *PlosOne*, 13(11), e0207871
- Linderson, M.L. Iritz, Z., & Lindroth, A. (2007). The effect of water availability on stand level productivity, transpiration, water use efficiency and radiation use efficiency of field-grown willow clones. *Biomass Bioenergy*, 31: 460-468
- Lindquist, J.L. Arkebauer, T.J., Walters, D.T., Cassman, K.G., Dobermann, A. (2005). Maize radiation use efficiency under optimal growth conditions. *Agronomic Journal*, 97: 72-78.
- Molden, D.J., Meththika, V., de Fraiture C., Fauresean J. M., Gordon L. J., Molle F., Peden, D. (2011). Water availability and its uses in agriculture: *Treatise on Water Science*, 707-733.
- Moscone, E., Scaldaferrro, M.A., & Grabile, M. (2007). The evolution of chili peppers (*Capsicum Solanaceae*): A cytogenetic perspective. *Acta Horticulturae*, 745:137-170.
- Mohammed, A.B., Ayanlere, A.F., Ekenta, C.M., & Mohammed, S.A. (2013). Cost and return analysis of pepper production in Ethiopie West Local Government Area of Delta State, Nigeria. *International Journal of Applied Research and Technology*, 2(2):3-7.
- Niu Z, Wang L, Niu Y, Hu B, Zhang M, & Qin W. (2018). Spatiotemporal variations of photosynthetically active radiation and the influencing factors in China from 1961 to 2016. *Theoretical and Applied Climatology*, 137: 2049-2067.
- Odubanjo, O.O., Olufayo, A.A., & Oguntunde, P.G. (2011). Crop water productivity of an irrigated cassava in South Western Nigeria. *Journal of Applied Tropical Agriculture*, 17(2): 203-214.
- Olaniyi, J. O, & Ojetayo, A.E. (2010). The effect of organomineral and inorganic fertilizers on the growth, fruit yield and quality of pepper (*Capsicum frutescense*). *Journal of Animal and Plant Sciences*, 8 (3): 1070-1076.
- Oyewole, O. I., Idowu, A. A., Olasantan, F. O., & Ajiboye, B. O. (2020). Growth and yield response of *Capsicum annum* L. to irrigation and mulching under semi-arid tropical climate. *Agricultural Water Management*, 232, 106082.

- Salako, F.K., Dada, P.O., Adesodun, J.K., Olowokere, F.A., & Adekunle, I.O. (2007). Variation in soil strength, bulk density and gravel concentration along a toposequence in Abeokuta, south western Nigeria. *Australian Journal of Soil Research*, 45: 643-650.
- Santos, B. M., Medeiros, J. F., Costa, A. M., Cavalcante, Í. H. L., Neto, M. B. D., & Silva, M. G. (2014). Radiation use efficiency and growth analysis of two cultivars of sweet pepper grown under protected cultivation. *Journal of HortScience*, 49(6), 731-738.
- Savvas, D., Gianquinto, G., Tuzel, Y., & Grunda, N. (2013). Soilless culture. Good Agricultural Practices for greenhouse vegetable crops Principles for Mediterranean climate areas. FAO plant production and protection paper No. 217: 303-355.
- Sharifi, M., Mohsenpour, S., Nikbakht, A., & Ghorbanpour, M. (2020). The effect of different light intensities on the growth and photosynthesis of chilli pepper plants. *Horticulturae*, 8(5): 13.
- Vos, J., Evers, J.B., Buck-Sorlin, G.H., Andrieu, B., Chelle, M., & de Visser, P.H.B. (2010). Functional structural plant modelling: a new versatile tool for crop science. *Journal of Experimental Botany*, 61(8):2101– 2115.
- Wild, M. (2009). How well do IPCC-AR4/CMIP3 climate models simulate global dimming/brightening and twentieth- century daytime and nighttime warming? *Journal of Geophysical Research*, 114(10):. D00D11.
- Yang, L., Gao, Y., Chen, X., Zhan, H., Zhang, Y., & Li, H. (2018). Effect of plant density and rainfed condition on the growth, yield, and fruit quality of hot pepper (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 16(3-4): 167-171.
- Zhi-qiang, T., De-mei, W., Shao-kang, M., Yu-shuang, Y., Guang-cai, Z., & Xu-hong, C. (2018). Light interception and radiation use efficiency response to tridimensional uniform sowing in winter wheat. *Journal of Integrative Agriculture*, 17(3): 566–578.

# Doğu Akdeniz Bölgesinde Bazı İleri Kademe Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Hatlarının Verim Performanslarında Parametrik Stabilite ve Genetik Parametrelerinin Belirlenmesi

Ali Alpaslan EZİCİ<sup>1\*</sup>, Hatice HIZLI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana, Türkiye.

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-4371-4367>

<sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-5451-1397>

Sorumlu yazar: ezicalp@yahoo.com.tr

Geliş Tarihi: 08.03.2024, Kabul Tarihi: 06.12.2024

---

**To Cite:** Ezici, A. A., Hızlı, H. (2024). Doğu Akdeniz Bölgesinde Bazı İleri Kademe Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Hatlarının Verim Performanslarında Parametrik Stabilite ve Genetik Parametrelerinin Belirlenmesi. International Journal of Eastern Mediterranean Agricultural Research,7(1): 22-35.

---

## Özet

Bu çalışmayla ileri kademe 20 ekmeklik buğday genotipinin ve 5 standart çeşidin tane verimi yönünden performansının ve genotip x çevre interaksyonu ile birlikte stabilitelerinin ve genetik varyabilitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma tesadüf blokları deneme deseninde 4 tekerrürlü olarak 2018-2019 yılında Adana ve Hatay çevrelerinde yürütülmüştür. Stabilite parametreleri olarak genotiplerin tane verimleri ortalaması, regresyon katsayısı (bi), regresyon sabitesi (a), belirleme katsayısı ( $r^2$ ), regresyondan sapma ( $S^2d$ ) ve varyasyon katsayısı (VK) kullanılmıştır. Denemede her iki çevrede ele alınan genotiplerin tane verimleri 221.4-842.9 kg/da arasında değişmiş ve ortalaması 593.2 kg/da olarak tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda tüm stabilite parametreleri dikkate alındığında 4, 14 ve 16 nolu hatların diğerlerine göre daha stabil olduğu saptanmıştır. Genetik varyabiliteyi değerlendirmek için gözlemlenen varyasyonun kalıtsal olan ve olmayan unsurlara göre ayrılmasında PVC, GVC, h<sup>2</sup>, GA ve GAM parametreleri kullanılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Ekmeklik buğday, verim, genotip x çevre interaksyonu, stabilite, genetik çeşitlilik.

## Abstract

### Parametric Stability and Determination of Genetic Parameters in the Yield Performance of Some Advanced Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Lines in the Eastern Mediterranean Region

The aim of this study was to determine the performance and genotype x environment interaction, stability and genetic variability of 20 bread wheat genotypes and 5 standard varieties. The research was conducted in Adana and Hatay locations in 2018-2019 with 4 replications in randomized block design. Moreover, the stability parameters evaluated in this study included the mean yield of genotypes, the regression coefficient (bi), the regression intercept (a), the coefficient of determination ( $r^2$ ), the deviation from regression ( $S^2d$ ), and the coefficient of variation (CV). The grain yields of the genotypes obtained in the experiment ranged between 221.4-842.9 kg / da and the average was determined to be 593.2 kg/da. As a result of the research, when all the stability parameters were taken into consideration, 4, 14 ve 16 lines were found to be more stable than the others. PVC, GVC, h<sup>2</sup>, GA and GAM parameters were used to differentiate the observed variation according to hereditary and non-hereditary factors in order to evaluate genetic variability.

**Keywords:** Bread wheat, yield, genotype x environment interaction, stability, genetic variability.

## 1. Giriş

Buğday dünyada 40'dan fazla ülkenin ana beslenme kaynağı olması ve yüksek adaptasyon yeteneği nedeniyle en fazla üretimi yapılan tarla bitkileri arasındadır (Özkan ve ark. 2011). Mısır ve çeltikle beraber insan beslenmesinde ihtiyaç duyulan kalorinin %60'ını buğday sağlamaktadır (Gill ve ark. 2004).

Doğu Akdeniz Bölgesi ekmeklik buğday ekim alanı 577.221 hektar, üretimi ise 2,0 milyon tondur. Bu durum ile bölge, Türkiye ekmeklik buğday ekim alanının yaklaşık %9.47'ni, üretimin ise % 12.12'sini karşılamaktadır. Bölgede ekilen buğdayın %88.6'sını ekmeklik buğday oluşturmaktadır (TÜİK 2018). Bazı yıllar iklim koşullarına bağlı olarak üretimde ve kalitede yaşanan sorunlardan dolayı sektörün ihtiyacını karşılamak için yılda makarnalık buğday dahil yaklaşık 5.781.000 ton buğday ithal edilmektedir (TMO Hububat Raporu 2018).

Akdeniz bölgesinde bazı yıllar gerçekleşen düşük ve düzensiz yağışlar ve özellikle çiçeklenme ve dane doldurma döneminde gerçekleşen yüksek sıcaklıklar buğday veriminde yüksek varyasyonlara neden olmaktadır (Del Moral ve ark. 2003). Bu nedenle yüksek verimli

ve kaliteli ekmeklik buğday çeşitlerin geliştirilmesinde üretime katkı sağlayacak tarımsal metotlarla birlikte adaptasyonu yüksek stabil çeşitlerin geliştirilmesi oldukça önemlidir.

Bitki ıslahında verim ve kalite performansı genotipik ve çevre faktörlerinin etkisi ile ortaya çıkmaktadır. Çevre faktörleri farklı iklim, toprak yapısı, bitki besleme ve tarım teknolojilerinin uygulama yöntemleri gibi doğrudan hesaplayamadığımız birçok etkileri kapsamaktadır. Aynı genotiplerle farklı çevre koşullarında kurulan denemelerde elde edilen veriler ile yapılan varyans analizlerinde hem genotiplerhem de genotiplerin farklı çevrelerde önemli reaksiyon göstermeleri sonucunda ortaya çıkan genotip x çevre interaksiyonları incelenmekte ve söz konusu interaksiyonların önemli çıkması durumunda da stabilite kavramı gündeme gelmektedir (Keser ve ark., 1999).

Genotip x çevre interaksiyonlarının klasik varyans analiz metotlarıyla analizi matematiksel olarak önemlilik düzeyini göstermekte ama genotiplerin farklı çevre koşullarında stabilite hakkında bilgi vermemektedir. Bu nedenle genotiplerin verim performansı stabilitesini gösterecek bazı parametrelere ihtiyaç duyulmaktadır (Sirat ve Sezer, 2011).

Genotip çevre interaksiyonu, toprak, su kullanımı, sıcaklık, kültürel işlemlerdeki farklılıklar gibi çevre faktörlerinin varyasyonlarına karşı genotipin gösterdiği verim tepkisinin bir sonucudur (Crossa ve ark. 1991). Çok lokasyonlu denemelerde en uygun genotipi seçebilmek için genellikle değişik stabilite metotları örneğin parametrik ve parametrik olmayan metotlar kullanılmaktadır (Annicchiarico 2002). Bu metotlardan en çok kullanılanları, regresyon katsayısı (bi) ve regresyon sabitesi (a) (Finley ve Wilkinson 1963) ile verim ortalaması (x), regresyon katsayısı (bi) ve regresyondan sapma varyansı ( $S_2d$ ) parametreleridir (Eberhart ve Russell 1966). Benzer şekilde Perkins ve Jinks (1968) stabilite parametreleri olarak regresyon katsayısı ve regresyondan sapma varyansı parametrelerinin kullanılmasını önermiştir. Diğer parametreler ise çevresel varyans (Becker ve Leon, 1988), stabilite varyansı (Shukla 1972), Wricke'nin ekovalansı (Wricke 1962) ve varyasyon katsayıları (Francis ve Kananberg 1978) olarak sayılabilir.

Herhangi bir bitki ıslah programında germplazma toplanması ve genetik varyabilitenin değerlendirilmesi önemli bir adımdır. Kompleks bir karakter olan verim, verime katkı sağlayan karakterler, çevre ve poligenlerin etkisi altındadır. Böylece bu karakterlerin kolleksiyonlarındaki varyabilite, ilgili genlerin kalıtım etkisi ile çevre etkisinin toplamını oluşturmaktadır. Bundan dolayı gözlemlenen varyasyonu kalıtsal olan ve kalıtsal olmayan unsurlara göre ayırabilmek için GCV, PCV, GA, GAM ve  $h^2$ 'yi hesaplamak oldukça önemlidir (Mishra ve ark. 2015). Genetik ilerleme (GA), temel popülasyon içinde seçilen ebeveynlerin ortalama genotipik değerlerindeki ilerlemeyi gösterir ve daha erken

generasyonlarda ıslahçıya seleksiyon imkanı sağlar. Kalıtım derecesi fenotipik varyasyon içerisindeki genotiplerin etkisini gösterir ve ıslahçıya belli bir karakterin seleksiyonunda yardım eder ama seleksiyonun bir generasyonundaki beklenen genetik ilerlemeyi tek başına gösteremez (Sidhya ve ark. 2014). Bu araştırma, Doğu Akdeniz Bölgesinde bazı ekmeklik ileri kademe hatlarının ve bölgede ekimi yapılan standart çeşitlerin verim performanslarının test etmek ve stabilite parametrelerini kullanarak genotip x çevre interaksiyonlarının incelenmesi ve stabilite analizlerinin yapılması ve her iki lokasyondaki genetik parametrelerinin tespiti amacıyla yürütülmüştür.

## 2. Materyal ve Metot

Araştırma 2018-2019 yetiştirme sezonunda iki çevrede (Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Doğan kent-Adana ve Hatay) yağışa dayalı şartlarda yürütülmüştür. Tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak kurulan denemede materyal olarak bölge verim denemesi seviyesinde yazlık karakterli 20 ekmeklik ileri hat ve 5 standart çeşit kullanılmıştır (Tablo 1). Standart çeşit olarak Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından farklı yıllarda tescil ettirilmiş olan Ceyhan 99, Yakamoz, Gökkan, Osmaniye ve Seri 2013 ekmeklik buğday çeşitleri kullanılmıştır.

Herbir blok 8 sıra ve 5 m uzunluğunda 25 parselden oluşmaktadır. Parsel alanı (1.4x5 m) 7 m<sup>2</sup> olarak düzenlenmiştir. Kasım ayı başında parsellere m<sup>2</sup>'ye 500 adet tohum düşecek şekilde deneme mibzeriyle 8 sıra ekim yapılmıştır. Denemede toprak tahlil sonuçları dikkate alınarak her parsele yaklaşık 80 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve 160 kg/ha saf azot uygulaması yapılmıştır. Azotun bir kısmı ekimle birlikte DAP formunda verilirken kalan kısmı sapa kalkma başlangıcında üre formunda uygulanmıştır.

Buğday kardeşlenme döneminde dar ve geniş yapraklı yabancı otlara karşı kimyasal mücadele yapılmıştır. Hasatlar Haziran ayının ilk haftasında parsel biçerdöveriyle yapılmış ve deneme parselleri hasat alanı 7 m<sup>2</sup> olarak hesaplanmıştır. Denemenin yürütüldüğü Doğan kent lokasyonu toprakları, hafif alkali-tuzsuz ve killi tınlı yapıdadır. Kireç, demir bakımından yüksek; potasyum ve bakır bakımından orta; organik madde, azot, fosfor, mangan ve çinko bakımından ise düşük içeriklidir (Tablo 2). Hatay lokasyonu toprakları kireç yönünden orta-yüksek kireçli ve organik madde içeriği yüksektir. Toprakların büyük kısmında yayışlı fosfor, çinko az bir kısmında ise potasyum ve kalsiyum yönünden eksik değerlere sahiptir. Demir, bakır ve mangan açısından noksanlık yoktur (Yalçın ve ark. 2018).



Tablo 1. Deneme Materyal Listesi

Hat	Pedigrii/Origin
1	TUKURU//BAV92/RAYON/6/NG8201/KAUZ/4/SHA7//PRL/VEE#6/3/FASAN/ 5/MILAN/KAUZ/7/TRCH/SRTU//KACHU
2	MUTUS//ND643/2*WBLL1
3	SUP152/3/INQALAB 91*2/TUKURU//WHEAR
4	ATTILA*2/PBW65*2//KACHU
5	CEYHAN 99
6	ROLF07/KINGBIRD #1//MUNAL #1
7	KACHU/CHONTE
8	CNO79//PF70354/MUS/3/PASTOR/4/BAV92/5/WBLL1*2/BRAMBLING
9	KACHU*2/BECARD
10	YAKAMOZ
11	MUTUS*2/HARIL #1
12	MUTUS*2/CHONTE
13	MUTUS*2/HARIL #1
14	MUTUS*2/JUCHI
15	SERİ 2013
16	IRENA/BABAX//PASTOR/5/ THB//MAYA/NAC/3/RABE/4/MILAN
17	MUTUS*2//ND643/2*WBLL1
18	FALCIN/AE.SQUARROSA(312)/3/THB/CEP7780//SHA4/LIRA/4/FRET2/5/MU U/6/ MILAN/KAUZ//DHARWAR DRY/3/BAV92
19	SOKOLL/3/PASTOR//HXL7573/2*BAU/4/2*PASTOR//HXL7573/2*BAU/3/SO KOLL/WBLL1
20	OSMANİYEM
21	TACUPETO F2001/6/CNDO/R143//ENTE/MEXI_2/3/AEGILOPS SQUARROSA (TAUS)/4/WEAVER/5/PASTOR/7/ROLF07
22	BABAX/LR42//BABAX*2/4/SNI/TRAP#1/3/KAUZ*2/TRAP//KAUZ*2/5/PRL/ 2*PASTOR/4/CHOIX/STAR/3/HE1/3*CNO79//2*SERI
23	BABAX/LR42//BABAX*2/4/SNI/TRAP#1/3/KAUZ*2/TRAP//KAUZ*2/5/PRL/ 2*PASTOR/4/CHOIX/STAR/3/HE1/3*CNO79//2*SERI
24	WBLL1*2/BRAMBLING//ND643/2*WBLL1
25	GÖKKAN

Tablo 2. Hatay ve Adana çevrelerinde bulunan deneme arazilerinin toprak analiz sonuçları

Çevre	pH	Tuz %	Kil %	Bünye Sınıfı	Kireç %	O.M. %	K ppm	Zn ppm	Fe ppm	Cu ppm	Mn ppm	P ppm
Hatay	7.14	0.06	47.3	Killi	32.97	3.6	545	0.31	12	2.58	6	0.4
Adana	7.98	0.04	18.7	Killi Tın	18.73	1.9	47	0.42	6	0.98	5	2.8

\*Adana lokasyonunda toprak analizleri kurum tarafından yaptırılmıştır. Hatay Lokasyonu toprak analizleri Yalçın ve ark. (2018) tarafından Mustafa Kemal Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü laboratuvarında yapılmıştır.

Tablo 3. Doğan kent ve Hatay Çevrelerine ait Yağış verileri

Çevreler		Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Toplam
Hatay	2018-19	27.4	63.4	196.0	160.0	129.0	87.0	54.0	716.8
	Uzun Yıllar*	101.6	183.7	193.0	167.6	142.3	102.7	80.1	971.0
Doğan kent	2018-19	45.8	204.6	306.0	96.6	104.2	102.2	6.9	866.3
	Uzun Yıllar*	71.1	121.2	110.0	89.7	65.1	51.1	47.1	555.3

Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü. \*: Uzun yıllar periyodu 1920-2018 yılları arasındaki verileri kapsamaktadır.

Adana-Doğan kent meteorolojik veriler incelendiğinde 2018-2019 sezonunda ise yağış miktarının uzun yıllar ortalamasına göre oldukça fazla gerçekleştiği görülmüştür (Tablo 3). Aşırı yağışlar arazilerde yer yer göllenmelere ve su baskınlarına neden olmuş kardeşlenmeyi olumsuz yönde etkilemiş ve septoria yaprak lekesi başta olmak üzere yaprak hastalıklarını teşvik etmiştir. Mayıs ayında yağışların yetersiz oluşu ve birkaç gün süren aşırı sıcak günlerden dolayı dane doldurma ve olum döneminde olan buğday olumsuz etkilenmiştir. Hatay lokasyonunda ise 2018-19 ekiliş üzeri yağışlar uzun yıllara yakın olarak gerçekleşmiştir.

Bu çalışmadan elde edilen veriler SPSS 20 istatistik programı kullanılarak analiz edilmiş, karşılaştırmalar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre değerlendirilmiştir. Genotip x çevre interaksiyonunun önemli çıkması nedeniyle genotiplerin stabilite durumlarının tespiti için Finlay ve Wilkinson (1963), Eberhart ve Russel (1966) ve Francis ve Kannaberg (1978)'in önerdiği parametrik metotlar kullanılmıştır. Buna göre bu araştırmacıların yöntemleri kullanılarak ortalama verim (x), regresyon katsayısı (bi), regresyon sabitesi (a), belirtme

katsayısı ( $r^2$ ), regresyondan sapma değeri ( $S^2d$ ) ve varyasyon katsayısı (VK) stabilite parametreleri elde edilmiştir.

Lokasyon verimleri ile ilgili olarak genetik ve fenotipik varyasyon katsayıları (GCV, PCV) Burton ve De Vane (1953) metodu kullanılarak hesaplanmıştır.

$$PCV = (\sqrt{\sigma^2 p / X}) \times 100 \quad GCV = (\sqrt{\sigma^2 g / X}) \times 100.$$

Dar anlamda kalıtım derecesi ( $h^2$ ) Allard (1960)'a göre genotipik varyansın fenotipik varyansa oranı baz alınarak hesaplanmıştır.

$$h^2 = V_p / V_g \times 100$$

Genetik ilerleme (GA) ve ortalamanın yüzdesi olarak genetik ilerleme (GAM) tahminleri Singh ve Chaudhary (1996)'nin genişletilmiş prosedürüne göre hesaplanmıştır.

$$GA = K(\sqrt{\sigma^2 p}) (h^2)$$

$$GAM (\%) = (GA/X) \times 100$$

K: constant = 2.06 at 5% selection intensity

GCV ve PCV, Sivasubramanian & Madhavamenon, (1973) tarafından önerilen skalaya göre (düşük <10%; orta 10-20%; yüksek >20%), kalıtım derecesi, Robinson ve ark., (1949)'nın önerdiği skalaya göre (düşük <30%; orta 30-60%; yüksek >60%) ve GAM, Johnson ve ark., (1955) tarafından önerilen (düşük <10%, orta 0-20%, yüksek >20%) skalaya göre değerlendirilmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

İki çevrede yürütülen bu çalışmada standart çeşitlerle birlikte 25 adet genotipin tane verimleriyle ilgili varyans analiz sonuçları Tablo 4'de, genotiplerin lokasyonlardaki ortalama tane verim değerleri Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 4. Lokasyonlar ve Genotiplerin Birleştirilmiş Varyans Analiz Tablosu

Kaynak	Type III Kareler		Kareler	
	Toplamı	df	Ortalaması	F
Model	73269287.737 <sup>a</sup>	50	1465385.755	353.858**
Hat	1385056.775	24	57710.699	13.936**
Lokasyon	223506.294	1	223506.294	53.972**
Hat * Lokasyon	1280510.637	24	53354.610	12.884**
Hata	621175.473	150	4141.170	
Total	73890463.210	200		

\*\* : 0.01

Tablo 5. Her iki çevreden elde edilen verim ortalamalarının (kg/da) karşılaştırılması

Line	Doğankent	Hatay	Ortalama
1	444.7	553.6	499.1
2	557.2	698.2	627.7
3	485.7	653.6	569.6
4	625.0	842.9	733.9
5	376.8	655.4	516.1
6	594.7	500.0	547.3
7	510.7	755.4	633.0
8	528.6	626.8	577.7
9	387.5	680.4	533.9
10	710.7	550.0	630.3
11	635.7	460.7	548.2
12	612.5	714.3	663.4
13	803.6	709.0	756.3
14	660.7	653.6	657.2
15	519.7	650.0	584.8
16	614.3	678.6	646.4
17	632.1	451.8	542.0
18	537.5	510.7	524.1
19	630.4	621.4	625.9
20	619.6	591.1	605.4
21	467.9	578.6	523.2
22	742.9	766.1	754.5
23	555.4	371.4	463.4
24	519.7	766.1	642.9
25	221.4	626.8	424.1
Total	559.8	626.6	593.2
CV	7.3494	12.9229	17.8067
St.Error	20.5704	40.4902	37.3463

Çevrelerden elde edilen varyans analiz sonuçlarına göre tane verimi bakımından çevre ve genotipler arasında farklılıklar bulunmuştur. Farklı çevrelerde yetiştirilen genotiplerin stabilite parametrelerinin belirlenebilmesi için varyans analizinde genotip x çevre interaksiyonlarının önemli çıkması beklenmektedir. Varyans analiz tablosu incelendiğinde genotip x çevre interaksiyonunun önemli olduğu tespit edilmiştir.

Her iki çevreye ait verim ortalamaları incelendiğinde (Tablo 5), genel ortalama 593.2 kg/da olarak bulunurken en yüksek verim ortalaması Hatay çevresinde 842.9 kg/da ile 4 nolu genotipte en düşük verim ortalaması ise 221.4 kg/da ile Doğan kent lokasyonunda tespit edilmiştir. 2, 4, 7, 10, 12, 13, 14, 16, 19, 20, 22, ve 24 nolu genotipler deneme verim ortalamasının üzerinde performans göstermişlerdir.

Bu çalışmada kullanılan genotiplerin birleştirilmiş ortalama verimleri ve stabilite parametreleri Tablo 6'da regresyon katsayısı (bi) ve ortalama verim rakamları kullanılarak hazırlanmış stabilite grafiği ise Şekil 1'de verilmiştir.

Genotiplerin stabil olarak sayılabilmesi; verimlerinin ortalama verimin üzerinde, regresyon katsayısı (bi) nin 1 e yakın, regresyondan sapma değerinin ise 0'a yakın olması ile açıklanmaktadır (Yıldırım ve ark. 1992). Bu denemede kullanılan genotipler arasında verim değerleri deneme ortalamasının üzerinde ve regresyon katsayısı 1'e en yakın olan stabil hatlar sırasıyla 16, ve 22 nolu hatlardır. 12, 20, 19 ve 14 nolu hatların regresyon katsayısı 1'in altında olup iyi uyumlu, kötü şartlarda yüksek verim veren hatlar olmuşlardır. Yine 13 nolu hat orta uyumlu olup denemedeki hatlar içinde kötü şartlarda en yüksek verim alınan hat olmuştur. Regresyon katsayısı 1'in üzerinde ve verimleri deneme ortalamasından yüksek olan hatlar iyi koşullarda yüksek verim veren orta uyumlu bulunan hatlar ise 2 ve 4 nolu genotipler olmuştur. Regresyon katsayısı 1'in altında ve deneme ortalamasından daha düşük verime sahip hatlar ise kötü koşullarda özel adaptasyona sahip hatlar olarak kabul edilir. Şekil 1 incelendiğinde deneme ortalamasının altında kalan 1, 21, 8 ve 18 nolu genotiplerin orta uyumlu oldukları tespit edilmiştir. 6, 11, 17 ve 23 nolu hatlar kötü koşullarda gerçekleşen düşük verimleri ile stabil olmayan hatlardır.

Hatların regresyondan sapma değeri ( $S^2d$ ) incelendiğinde 0.271 ile 3.874 arasında değişmiş, sifıra yakın olan hatlar sırasıyla 4, 6, 8, 14, 15, 16, 18 ve 23 nolu genotipler olmuştur. Bu hatlardan deneme verim ortalamasını geçen hatlar ise 4, 14, ve 16 olmuştur.

Tablo 6. Genotiplerin ortalama verimleri ve Stabilite Parametreleri

Hatlar	x	bi	a	r <sup>2</sup>	S <sup>2</sup> d	VK
1	499.1	2.4	18.695	.469	2.148	17.31
2	627.7	2.8	20.808	.536	2.234	16.56
3	569.6	3.5	18.488	.735	1.221	18.01
4	733.9	4.0	20.998	.848	.962	17.41
5	516.1	6.1	13.293	.803	3.046	33.13
6	547.3	-2.0	26.403	.768	.414	10.53
7	633.0	4.8	17.755	.825	1.656	23.08
8	577.7	2.0	20.953	.836	.271	9.94
9	533.9	6.4	13.313	.911	1.328	31.07
10	630.3	-3.2	29.875	.649	1.883	16.86
11	548.2	-3.8	28.985	.713	1.924	20.16
12	663.4	2.0	22.778	.363	2.229	13.64
13	756.3	-1.8	30.108	.350	1.930	11.27
14	657.2	-0.2	25.855	.013	.609	5.63
15	584.8	2.7	20.103	.752	.794	13.79
16	646.4	1.3	23.508	.385	.851	8.58
17	542.0	-3.9	29.073	.671	2.539	21.5
18	524.1	-0.6	23.773	.193	.489	6.26
19	625.9	-0.2	25.270	.007	1.543	9.11
20	605.4	-0.6	25.473	.048	2.428	11.91
21	523.2	2.4	19.220	.515	1.798	15.71
22	754.5	0.4	26.843	.012	3.874	13.29
23	463.4	-4.3	27.868	.886	.795	22.41
24	642.9	4.8	17.950	.821	1.704	23.05
25	424.1	10.1	4.775	.941	2.151	53.37

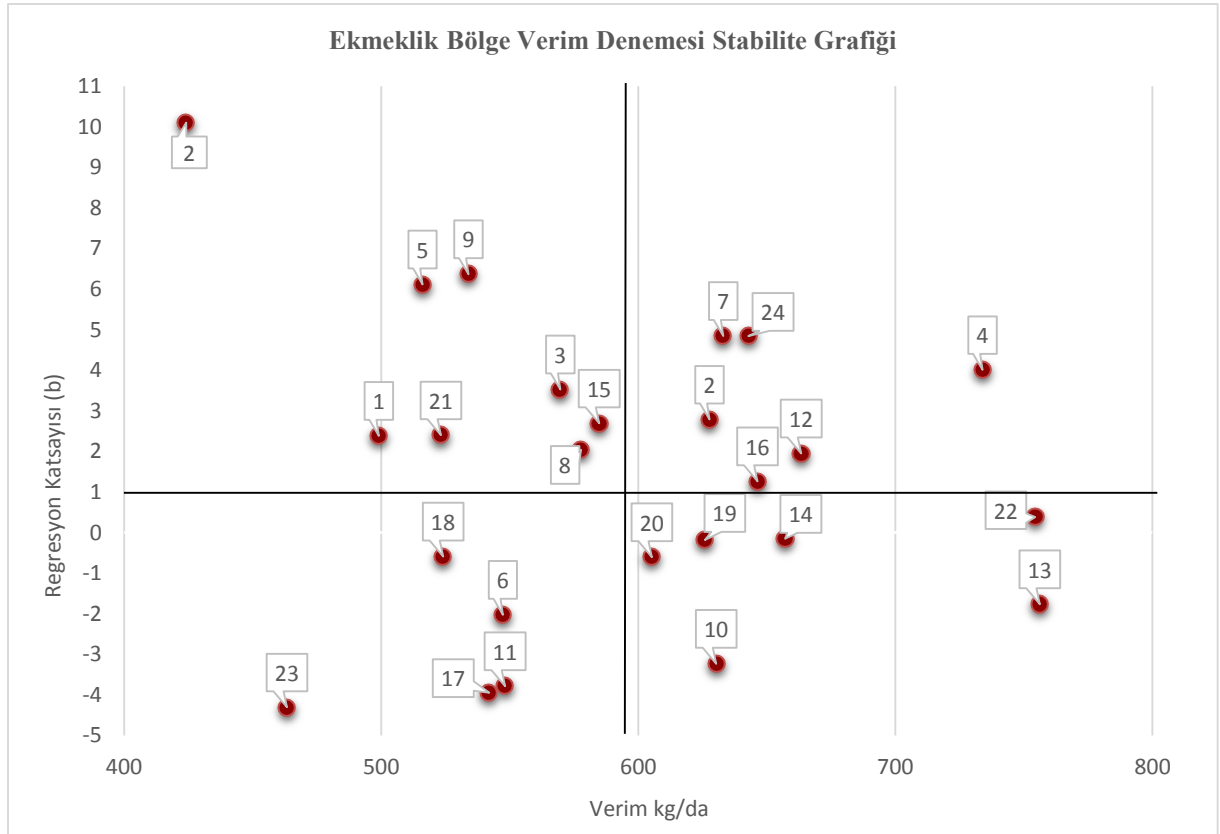
x:ortalama verim.bi:regresyon katsayısı.a: regresyon sabitesi. r<sup>2</sup>: belirtme katsayısı. S<sup>2</sup>d: regresyondan sapma kareler ortalaması. VK: varyasyon katsayısı

Belirtme katsayısı (r<sup>2</sup>) incelendiğinde 4, 5, 7, 8, 9, 23, 24, ve 25 nolu genotiplerin diğerlerine göre yüksek değerlere sahip oldukları ve genotiplerden 4, 7 ve 24 nolu hatların deneme verim ortalamasının üzerinde verime sahip oldukları tespit edilmiştir. Genotiplerin

stabil olarak kabul edilmesi için önemli parametrelerden biri olan belirtme katsayısının yüksek olması gerekmektedir (Teich 1983).

Pozitif ve yüksek değerli olduğunda genotipin her çevre koşulunda iyi performans gösterdiği anlamına gelen regresyon sabitesi (a) 13.293 ile 30.108 arasında değişim göstermiştir. En yüksek regresyon sabitesine sahip olan ve stabil olarak kabul edilen hatlar 6, 10, 11, 13, ve 17 nolu hatlar olup bu genotiplerden sadece 10 ve 13 numaralı genotipler deneme ortalamasının üzerinde verim göstermiştir.

Düşük varyasyon katsayısı (CV) ve düşük çevresel varyasyon ( $S^2_i$ ) gösteren genotipler stabil olarak kabul edilir (Franciss ve Kannenberg 1978). Bu denemede varyasyon katsayısı en düşük hatlar 6, 8, 14, 16, ve 19 olmuştur. Bu hatlardan 14, 16 ve 19 nolu genotipler deneme verim ortalamasının üzerinde bir performans göstermişlerdir.



Şekil 1. Regresyon katsayısı ve ortalama verim değerlerine göre ekmeklik buğday genotiplerinin stabilite durumu

Adana-Doğankent ve Hatay çevrelerinde yürütülen denemede kullanılan genotiplerin verim üzerindeki etkisinin belirlenmesi amacıyla hesaplanan genetik parametreler Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Adana ve Hatay çevrelerinde kullanılan deneme materyallerinin genetik parametreleri

Çevre	Ortalama	Fratio	PV	GV	PCV(%)	GCV(%)	h <sup>2</sup> (%)	GA	GAM(%)	C.D.(5%)
Adana	559.783	36.3036	16630.97	14938.41	23.0377	21.834	89.8228	238.6232	42.6278	57.6001
Hatay	626.642	7.5664	17323.15	10765.33	21.0036	16.5575	62.1442	168.4927	26.8882	113.3783

PV:fenotipik varyans, GV: genotipik varyans, PCV: fenotipik varyasyon katsayısı, GCV:genotipik varyasyon katsayısı, h<sup>2</sup>: Kalıtım derecesi, GA: genetik ilerleme, GAM: Ortalama genetik ilerleme,

Adana lokasyonunda tane verim ortalaması 559.7 kg/da olarak gerçekleşmiştir. PCV ve GCV değerleri arasında küçük farklılıklar gözlemlenmiştir (sırasıyla %23.0 ve 21.8). Böylece genotiplerin verim değerlerinde çevrenin etkisinin daha küçük olduğu anlaşılmaktadır. Genotiplerin dane verimi ile ilgili olarak kalıtım derecesinin yüksek bulunması (%89.8) fenotipik performans baz alınarak yapılan seleksiyonun daha etkili olabileceğini göstermiştir. Genotipler verim açısından değerlendirildiğinde GAM %42.6 olarak tespit edilmiştir. Yüksek GAM değeriyle birlikte yüksek kalıtım, verim üzerinde güçlü eklemeli gen etkisi olduğunu göstermektedir. Bundan dolayı verimle ilgili fenotipik varyasyon baz alınarak yapılacak basit seleksiyon oldukça etkili olabilecektir.

Hatay lokasyonunda tane verim ortalaması 626.6 kg/da, PCV ve GCV değerleri sırasıyla %21.0 ve 16.5 olarak gerçekleşmiştir. Yüksek kalıtım derecesi (%62.1) ve yüksek GAM değeri (%26.8) dane verimi üzerinde eklemeli gen etkisini göstermektedir. Hatay lokasyonunda çevre etkisinin biraz daha arttığı görülmüştür.

#### 4. Sonuç

2018-2019 yetiştirme yılında Doğu Akdeniz Bölgesinde 20 ekmeklik ileri hat ve 5 standart çeşidin Adana-Doğankent ve Hatay çevrelerinde verim ve genotip çevre interaksiyonu ile ilgili olarak stabilite durumları araştırılmıştır. 2, 4, 7, 10, 12, 13, 14, 16, 19, 20, 22, ve 24 nolu genotiplerin ortalama verimlerinin deneme ortalamasından yüksek olduğu tespit edilmiştir. Genotipxçevre ilişkisinin önemli çıkması nedeniyle yapılan stabilite analizinde verimleri deneme ortalamasını geçen ve regresyon katsayısı bakımından 16 ve 22, regresyondan sapma değeri (S<sup>2</sup>d) ile ilgili olarak 4, 14, ve 16, regresyon sabitesi (a) bakımından 4, 14, ve 16, belirtme katsayısı (r<sup>2</sup>) dikkate alındığında 4, 7 ve 24, varyasyon katsayısına (VK) bakıldığında 14, 16 ve 19 nolu hatlar öne çıkmıştır. Tüm stabilite parametreleri birlikte değerlendirildiğinde 4, 14, 22 ve 16 nolu genotiplerinin diğerlerine göre



daha stabil olduğu önerilmektedir. Genetik parametreler incelendiğinde her iki lokasyonda da yüksek kalıtım derecesi ve yüksek GAM değeri eklemeli gen etkisini işaret etmektedir.

## 5. Kaynaklar

- Allard, R. W. (1960). Selection under self-fertilization. Principles of Plant Breeding, John Wiley & Sons, Inc, 55.
- Annicchiarico, P. (2002). Genotype x environment interactions: challenges and opportunities for plant breeding and cultivar recommendations FAO Plant Production and Protection Paper No. 174, FAO, Rome.
- Becker, H. C. & Leon, J. (1988). Stability analysis in plant breeding. Plant Breeding, 101(1): 1-23.
- Burton, G.W. & Devane, E.H. (1953). Estimation of heritability in tall *Festuca arundinacea* from replicated clonal material. Agronomy Journal, 45: 478-481.
- Crossa J., Fox P.N., Pfeiffer W.H., Rajaram S. & Gauch H.G. (1991). AMMI adjustment for statistical analysis of an international wheat yield trial. Theoretical Applied Genetics, 81:27-37.
- Del Moral, L. F., Rharrabti, Y., Villegas, D. & Royo, C. (2003). Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under Mediterranean conditions. Agronomy Journal, 95(2): 266-274.
- Eberhart, S.A. & Russell, W. (1966). Stability parameters for comparing varieties. Crop Science, 6 (1): 36-40.
- Finley, K.W. & Wilkinson, G.N. (1963). The analysis of adaptation in plant breeding program. Australian Journal of Agricultural Research, 14:742-754.
- Francis, T.R. & Kanneberg, L.W. (1978). Yield stability in short-season maize. I. A descriptive method for grouping genotypes. Canadian Journal of Plant Science, 58: 1029-1034.
- Gill, B.S., Appels, R., Botha-Oberholster, A.M., Buell, C.R., Bennetzen, J.L., Chalhoub, B., Chumley, F., Dvorak, J., Iwanaga, M., Keller B., Li, W., McCombie, W.R., Ogihara, Y., Quetier, F. & Sasaki, T. (2004) A workshop report on wheat genome sequencing: international genome research on wheat consortium. Genetics, 168:1087-1096.
- Keser, M., Bolat, N., Altay, F., Çetinel, M. T., Çolak, N. & Sever, A. L. (1999). Çeşit geliştirme çalışmalarında bazı stabilite parametrelerinin kullanımı. Hububat Sempozyumu, 8-11 Haziran 1999, Konya, s. 64-69.
- Mishra, C. N., Tiwari, V., Kumar, S., Gupta, V. & Sharma, I. (2015). Genetic diversity and genotype by trait analysis for agromorphological and physiological traits of wheat (*Triticum aestivum* L.). Sabrao Journal of Breeding and Genetics, 47(1): 40-48.

- Özkan, H., Willcox, G., Graner, A., Salamini, F. & Kilian, B. (2011). Geographic distribution and domestication of wild emmer wheat (*Triticum dicoccoides*). *Genetic Resources and Crop Evolution*, 58(1): 11-53.
- Perkins, J.M. & Jinks, J. L. (1968). Environmental and genotype-environmental components of variability III. Multiple lines and crosses. *Heredity*, 23(3): 339.
- Robinson, H. F., Comstock, R. E. & Harvey, P. H. (1949). Estimates of heritability and the degree of dominance in corn. *Agronomy Journal*, 41(8): 353-359.
- Shukla, G. K. (1972). Some statistical aspects of partitioning genotype environmental components of variability. *Heredity*, 29(2): 237-245.
- Sidhya, P., Koundinya A. V.V. & Pandit M. K. (2014). Genetic variability, heritability and genetic advance in tomato. *Environment & Ecology*, 32 (4B): 1737-1740.
- Singh, R.K. & Chaudhury, B.D. (1996). *Biometrical method in quantitative genetic analysis*. Kalyani publisher, Ludhiana, India. pp: 388.
- Sirat, A. & Sezer, İ. (2013). Samsun ekolojik koşullarında bazı iki ve altı sıralı arpa (*Hordeum vulgare* L.) genotiplerinin verim ve verim unsurları ile kalite özelliklerinin belirlenmesi. *YYÜ Tarım Bilimleri Dergisi*, 23(1): 10-17.
- Sivasubramanian, S. & Madhavamenon, P. (1973). Genotypic and phenotypic variability in rice. *Madras Agricultural Journal*, 60(9-13): 1093-1096.
- Teich, A. H. (1983). Yield stability of cultivars and lines of winter wheat. *Cereal Research Communications*, 197-202.
- TMO (2018). *Toprak Mahsülleri Ofisi Hububat Sektör Raporu*, Ankara.
- TÜİK (2018). *Statistical databases*, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>.
- Wricke, G. (1962). Über eine methode zur erfassung der ökologischen streubreite in feldversuchen. *Z. Pflanzenzucht*, 47: 92-96.
- Yalçın, M., Çimrin, K. M. & Tutuş, Y. (2018). Hatay İli Kırıkhan–Reyhanlı Bölgesi çayır-mera topraklarının besin elementi durumları ve bazı toprak özellikleri ile ilişkileri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(3): 385-396.
- Yıldırım, M. B., Çalışkan, C. F. & Arshad, Y., (1992). Farklı stabilite parametrelerini kullanarak bazı patates genotiplerinin çevreye uyum yeteneklerinin belirlenmesi. *Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi* 16: 621-629.

## Bazı Üçgül Türlerinde Ekim Öncesi Tohum Uygulamalarının (priming) Çimlenmeye Etkisi

İhsan EMİRALİOĞLU<sup>1\*</sup>, Ramazan ACAR<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tarım ve Orman Bakanlığı Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye.

<sup>2</sup>Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Konya, Türkiye.

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-002-3131-4083>

<sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-3347-6537>

Sorumlu yazar: emiralihsan@gmail.com

Geliş Tarihi: 11.09.2024, Kabul Tarihi: 18.11.2024

---

**To Cite:** Emiralioglu, I., Acar, R. (2024). Bazı Üçgül Türlerinde Ekim Öncesi Tohum Uygulamalarının (priming) Çimlenmeye Etkisi. International Journal of Eastern Mediterranean Agricultural Research, 7(1):36-51

---

### Özet

Bu çalışma kapsamında bazı üçgül tohumlarının [Ak üçgül (*Trifolium repens*), İskenderiye üçgülü (*Trifolium alexandrinum*), İran üçgülü (*Trifolium resupinatum*)] en iyi çimlenme koşullarının belirlenmesi için uygun ön tohum uygulaması (priming) yöntemlerinin bulunması amaçlanmıştır. Tohumlar çimlenme öncesinde 7 farklı ön tohum uygulaması ve kontrolle birlikte 8 farklı uygulamaya tabi tutulmuş ve bu uygulamalar sonucunda çimlenme süresi, hızı ve miktarı belirlenmiştir. İkinci aşamada kontrollü sera ortamında sürgün ve kök uzunluklarıyla bunların kuru ve yaş ağırlıkları ölçülmüştür. Yapılan araştırma sonucu ön tohum uygulamalarının birçoğunun üçgül tohumlarının çimlenme süresi, hızı ve oranı üzerinde önemli farklılıklar gösterdiği, kontrol grubuna göre önemli avantajlar sağladığı ve tohumların çimlenme performanslarını artırdığı tespit edilmiş olup elde edilen sonuçlar türler arasında ve uygulamalar arasında önemli farklılıklar göstermiştir. Ortalama değerlere baktığımızda çimlenme süresi (gün) açısından sıcak su – mekanik uygulaması (4,01 gün), çimlenme hızı (%) bakımından donma çözülme (%48.66) ve sıcak hava – mekanik uygulaması (% 48.66) ve çimlenme gücü (%) bakımından mekanik aşındırma (%59.33) uygulamasında en iyi sonuçlar elde edilmiştir. Sürgün ve kök uzunluklarında İran üçgülü diğer türlere oranla daha iyi performans göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Ön tohum uygulaması, çimlenme hızı, çimlenme gücü, çimlenme süresi, üçgül

## Abstract

### Effect of Priming Applications on Germination in Some Clover Types

In this study, it was aimed to find the most suitable pre-seed application (priming) methods to determine the best germination conditions of some clover seeds [whiteclover (*Trifolium repens*), Alexandria clover (*Trifolium alexandrinum*), persian clover (*Trifolium resupinatum*)]. Before germination, the seeds were subjected to 8 different applications with 7 different pre-seed applications and controls, and as a result of these applications, the germination time, speed and amount were determined. In these condstage, shoot and root lengths and their dry and fresh weights were measured in a controlled greenhouse environment. As a result of the research, it was determined that most of the pre-seed applications showed significant differences on the germination time, speed and rate of clover seeds, provided significant advantages compared to the control group, and increased the germination performance of the seeds. When we look at the average values, hot water – mechanical application (4.01 days) in terms of germination time (days), freeze-thaw (48.66%) and hot air – mechanical application (48.66%) and germination power (%) in terms of germination rate (%) in terms of mechanical abrasion (59.33%) the best results were obtained. Persian clover performed better than other species in shoot and root lengths.

**Keywords:** Pre-seed application, germination rate, germination power, germination time, clover

## 1.Giriş

Tohumluk, tarım sektörünün önemli bir girdisi olmasının yanında, ürün verim ve kalitesini doğrudan belirleyen stratejik bir öneme sahiptir. Kaliteli bir tohumda bulunması gereken özellikler arasında, tür ve çeşit saflıkları, fiziksel saflık, tohum sağlığı, çimlenme gücü, tohum nem içeriği yer alır (Sivritepe, 2012). Üçgül, yonca, köpek dişi ve domuz ayrığı gibi küçük tohumlu ve küçük embriyoya sahip yem bitkilerinde, heterojen bir çimlenme ve çıkış daha önemli bir problem olarak görüldüğünden, bu tohumlarda çimlenme ve çıkış oranlarını artırmaya yönelik yöntemler yaygın olarak kullanılmaktadır oluşturmaktadır (Muhyaddin ve Wiebe, 1989). Vejetasyon süresinin sınırlı olduğu alanlarda priming gibi tohumların çimlenme ve çıkış performansını artıracak çalışmalar tohum ekim zamanını erkene alarak, vejetasyon süresinin uzatılmasına çok önemli katkılar sağlayacaktır. Çevresel koşullara hassasiyeti ya da tohumlukların kendi özel yapıları nedeniyle çimlenme sorunu yaşanan tohumluklarda ön tohum (priming) uygulamalarının bilinmesi ve uygulanması gerekebilmektedir. Özellikle Üçgüllerde

küçük tohumlu bitkilerin uygun çimlenme ortamlarının tespit edilmesi çoğu zaman hayati önem taşımaktadır. Demir ve ark, (1994) Priming uygulamalarının tohumda bulunan depo maddelerinin parçalanmasını sağlayan enzimleri aktive ederek depo maddelerinin optimum şekilde kullanımını sağlamadığını ifade etmişlerdir. Tomer ve Maguire (1989), yonca tohumlarının 60 °C ile 80 °C arasındaki sıcaklıklar maruz bırakıldıklarında daha iyi çimlendiklerine dair olumlu sonuçlar almışlardır. Ashraf (2011), tarafından, “tohum ön uygulamalarının yağlık ve çerezlik ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) tohumlarının stres sıcaklıklarında çimlenme ve çıkış performansı üzerine etkileri” üzerine yapılan çalışmada 25°C sıcaklıkta en uzun kök 10.84 cm ile tohumların 8 saat KNO<sub>3</sub> ile uygulanmasından elde edilmiştir. Ghiyasi ve ark., (2019) tarafından *Citrullus colocynthis* tohumlarının çimlenme ve fide büyümesi üzerine etkileri isimli çalışmada dormansi giderici uygulamaların kullanımı tohumda çimlenme kabiliyetine ve canlılığın yükselmesine neden olarak fide büyümesini sağlayıp sonuçta kuru ağırlığı yükseltmiştir.

Yapılan çalışmada, İran üçgülü, İskenderiye üçgülü ve Ak üçgül için en iyi ön tohum uygulamaların tespiti ve uygulamalarının çimlenme ve çimlenme sonrası bitki gelişimine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2. 1. Materyal

Projede bitki materyali olarak, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsünden temin edilen Ak Üçgül (*Trifolium repens*), İskenderiye üçgülü (*Trifolium alexandrinum*) ve İran üçgülü (*Trifolium resupinatum*) türlerinin tohumları populasyon olarak kullanılmıştır. Çalışma Ankara’da Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü laboratuvarlarında ve seralarında gerçekleştirilmiştir.

### 2. 2. Metot

Bu çalışma Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre dört tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çalışmada ısı, donma-çözülme, mekanik ve asit uygulamaları ile bunların kombinasyonlarını içeren 10 farklı priming uygulamasının tohuma etkisine bakılmıştır. Her tekerrürde için 25 adet tohum test edilmiş olup, toplamda tek tür için 1000 adet tohum kullanılmıştır. Çimlenme oranları bulunurken sayım gününde çimlenme hızı ve kullanılan sıcaklık değerleri Uluslararası Tohum Test Birliği (ISTA) kurallarına göre belirlenmiştir.

Çalışmada 10 farklı ön tohum uygulama yöntemi kullanılmıştır. Ön uygulamadan alınan tohumların hepsi aynı anda 20 °C sıcaklıkta, 20×20 cm ebadında çimlenme kâğıtları arasında çimlendirme ortamına alınmıştır. Çimlenme olup olmadığına göre düzenli takip edilmiştir. Çimlendirme çalışması tamamlanan tohumlardan çıkan fideler ikinci aşama olarak kök ve sürgün uzunluğuna bakılmak üzere kum ortamında viyollere alınmıştır. Çimlenme süresi (gün) (Bewley ve Black, 1994), çimlenme hızı (%), çimlenme gücü (%), kök ve sürgün uzunluğu (mm) (Gençtan ve ark., 1994), fide yaş ve fide kuru ağırlığı (g/fide) (Kaçar ve İnal, 2008) analizleri ilgili kaynaklara göre yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar, MSTAT-C istatistik programında faktöriyel deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Uygulamalar arasındaki farklılıkların önem düzeylerini belirleyebilmek için Asgari Önemli Fark (AÖF) testi uygulanmıştır (Düzgüneş ve ark., 1987).

**Tablo 1.** Üçgül türlerinde kullanılacak olan ön tohum uygulamaları

No	Uygulamalar	Açıklama
1	Sıcaklık uygulaması (1)	Tohumlar bir kap içerisinde sıcak su banyosunda 90°C sıcaklıkta 5 saniye boyunca bekletilmiştir. Tohumlar 90 °C sıcak suda 5 saniye banyo yaptırdıktan sonra çimlenmeye alınmıştır (Tiryaki ve Topu, 2014)
2	Sıcaklık uygulaması (2)	Tohumlar 80°C' sıcaklıktaki fırında 2 saat boyunca sıcak havaya maruz bırakılmıştır (Islam ve Kimura, 2012).
3	Donma-çözülme uygulaması	Tohumlar -80°C'de soğuk hava deposunda 1 gün boyunca bekletildikten sonra oda sıcaklığında çimlendirme ortamına alınmıştır (Islam ve Kimura, 2012).
4	Mekanik uygulama	Tohumlar fiziksel ya da mekanik olarak aşındırılmıştır. Aşındırma işlemi zımpara kağıtları arasında yapılmış olup tüm tohumlara zımparalama işlemi eşit sayıda uygulanmıştır (Islam ve Kimura, 2012).
5	Sülfürik asit uygulaması	Tohumlar %36'lık sülfürik asitte 30 dakika boyunca bekletilmiş ve daha sonra çimlenme ortamına alınmıştır. Kırmızı yonca tohumlarında yapılan çalışmada %36'lık sülfürik asitte 30 dakika boyunca yapılan uygulamalarda en iyi sonuç alınmıştır (Zuk-Golaszewska ve ark., 2007).
6	Sıcaklık uygulaması(1) + Mekanik uygulama	Tohumlar öncelikle fiziksel olarak aşındırılıp daha sonra sıcaklık 1 uygulaması yapılmıştır (Efe ve Ünal, 2019).
7	Sıcaklık uygulaması(2)+ Mekanik	Tohumlar öncelikle fiziksel olarak aşındırılıp daha sonra sıcaklık 2 uygulaması yapılmıştır (Efe ve Ünal, 2019).
8	Donma-çözülme uygulaması + Mekanik	Tohumlar öncelikle fiziksel olarak aşındırılıp daha sonra donma-çözülme uygulaması yapılmıştır (Efe ve Ünal, 2019).
9	Sülfürik asit + Mekanik uygulama	Tohumlar öncelikle fiziksel olarak aşındırılıp daha sonra asit uygulaması yapılmıştır.
10	Kontrol	Herhangi bir ön uygulama yapılmayan tohumlar oda sıcaklığında çimlendirme ortamına konulmuştur.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmamızda kontrol uygulamasıyla birlikte 10 farklı priming yöntemi (Tablo 1) denenmiştir. Ancak tohumların %36'lık sülfürik asitte 30 dakika boyunca bekletmiş olduğumuz ve bunun mekanik aşındırma ile kombinasyonu olan uygulamada tohumların hiçbir türde çimlenme göstermediğinden istatistiki değerlendirmelerde bu uygulamaya ait veri kullanılmamış olup değerlendirme 8 uygulama üzerinden yapılmıştır. Çimlenme hızı ve çimlenme gücü sayım günleri (ISTA ya göre) Tablo 2'de gösterilmiştir.

**Tablo 2.** Üçgül türlerinde çimlenme hızı ve çimlenme gücü sayım günleri

Türler	Sayım (Gün)	
	Çimlenme Hızı	Çimlenme Gücü
Ak üçgül	4	10
İran üçgülü	4	7
İskenderiye üçgülü	3	7

Araştırmada kullanılan üçgül türleri için uygulanan ön tohum uygulamalarına ilişkin elde edilen bulguların istatistiki analiz sonuçları ve önemlilik durumları Tablo 3'te verilmektedir.

**Tablo 3.** Elde edilen değerler ile ilgili istatistiki analiz sonuçları

Konular	F değerleri ve önemlilik durumu			VK %
	Tür	Uygulama	Tür x Uygulama İnt.	
Çimlenme süresi (gün)	8.986 **	4.445 **	4.451 **	9.23
Çimlenme hızı (%)	1309.157 **	5.612 **	11.627 **	12.26
Çimlenme gücü (%)	703.515 **	6.600 **	10.250 **	13.28
Sürgün uzunluğu (mm)	483.769 **	3.974 **	1.623	11.29
Kök uzunluğu (mm)	134.598 **	8.286 **	1.278	21.36
Sürgün yaş ağırlığı (g/fide)	217.460 **	8.678 **	1.918 *	17.40
Kök yaş ağırlığı (g/fide)	333.216 **	24.338 **	10.960 **	14.06
Sürgün kuru ağırlığı (g/fide)	591.903 *	6.781 *	4.241 *	13.70
Kök kuru ağırlığı (g/fide)	387.569 *	13.012 *	4.448 *	12.54

\*\* P< 0.01(%1), \* P< 0.05(%5), VK= Varyasyon Katsayısı

### 3. 1. Çimlenme süresi

**Tablo 4.** Üçgül türlerinin çimlenme sürelerine ilişkin ortalama değerler ve gruplar

Uygulamalar	İran Üçgülü	Ak Üçgül	İskenderiye Üçgülü	Ortalama
Sıcak su	4.25 <sup>cdf</sup>	4.43 <sup>cdef</sup>	3.98 <sup>f</sup>	4.21 <sup>de</sup>
Sıcak hava	4.72 <sup>bcd</sup>	4.00 <sup>f</sup>	5.43 <sup>a</sup>	4.72 <sup>a</sup>
Donma-Çözülme	4.32 <sup>cdef</sup>	4.00 <sup>f</sup>	4.80 <sup>bc</sup>	4.38 <sup>bcd</sup>
Mekanik aşındırma	4.00 <sup>f</sup>	4.59 <sup>bcde</sup>	5.44 <sup>a</sup>	4.68 <sup>ab</sup>
Sıcak su ve mekanik	4.00 <sup>f</sup>	4.09 <sup>ef</sup>	3.95 <sup>f</sup>	4.01 <sup>e</sup>
Sıcak hava ve mekanik	4.25 <sup>cdef</sup>	4.07 <sup>ef</sup>	4.36 <sup>cdef</sup>	4.23 <sup>de</sup>
Donma-çözülme ve mekanik	4.68 <sup>bcd</sup>	4.33 <sup>cdef</sup>	3.94 <sup>f</sup>	4.32 <sup>cde</sup>
Kontrol	4.68 <sup>bcd</sup>	4.33 <sup>cdef</sup>	5.16 <sup>ab</sup>	4.57 <sup>abc</sup>
<b>Ortalama</b>	<b>4.30<sup>b</sup></b>	<b>4.23<sup>b</sup></b>	<b>4.63<sup>a</sup></b>	<b>4.39</b>

AÖF (Tür): 0.20; AÖF(Uygulama): 0.33; AÖF (Tür × Uygulama): 0.57

Tablo 4’de görüldüğü üzere uygulamalar arasındaki ortalama değerler incelendiğinde, çimlenme süreleri 4.21 ile 4.72 gün arasında değişmiştir. En uzun çimlenme süresi olarak 4.72 gün ile sıcak hava uygulaması 1. gruba (a) girerken son gruba (e) 4.01 gün ile sıcak su- mekanik uygulamasının girdiği tespit edilmiştir. Üçgül türleri bakımından ise en üst değer 4.63 gün ile İskenderiye Üçgülü 1. grubu (a) oluştururken, diğer üçgül türleri ise son grubu (b) oluşturmuştur.

Uygulamalar ve türler arasındaki interaksyona bakıldığında ise; sıcak hava × İskenderiye Üçgülü ve mekanik aşındırma × İskenderiye üçgülü interaksyonu 1. grupta (a) yer alırken, sıcak su × İskenderiye Üçgülü, sıcak hava × Ak üçgül, donma çözülme × Aküçgül, mekanik aşındırma × İran üçgülü, sıcak su- mekanik aşındırma × İran üçgülü, sıcak su- mekanik aşındırma × İskenderiye üçgülü donma çözülme ve mekanik aşındırma × İskenderiye üçgülü uygulamaları son grupta (f) yer almaktadır. Diğerleri ise bu iki grup arasında sıralanmaktadır.

Tolan ve ark., (2017) çayır üçgülünde ortalama çimlenme sürelerinin 1.31 – 3.87 gün arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Bu çalışmada daha uzun çimlenme süreleri elde edilmesinin sebebinin tür ve farklı uygulamalardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Elde edilen sonuçlara göre; İran üçgülünde sıcak hava uygulaması dışında tüm uygulamalarda, Ak üçgülde; sıcak su ve mekanik aşındırma dışındaki tüm uygulamalarda, İskenderiye üçgülünde; sıcak hava ve mekanik aşındırma uygulaması dışındaki uygulamalarda çimlenme süresi kontrol grubuna göre daha kısa sürede gerçekleşmiştir.



### 3. 2. Çimlenme hızı

Ön tohum uygulama yöntemleri uygulanan İran üçgülü, Ak üçgül ve İskenderiye üçgülünün çimlenme hızlarına ait ortalama değerler ve AÖF gruplandırmaları ise Tablo 5'te verilmiştir. Elde edilen varyans analiz sonuçlarına göre üçgül türü, uygulama, üçgül türü × uygulama interaksiyonu %1 seviyesinde önemli bulunmuştur.

**Tablo 5.** Farklı ön uygulamalarında üçgül türlerinin çimlenme hızlarına ilişkin ortalama değerler ve gruplar

Uygulamalar	İran Üçgülü	Ak Üçgül	İskenderiye Üçgülü	Ortalama Üçgülü
Sıcak su	92 <sup>a</sup>	24 <sup>gh</sup>	14 <sup>j</sup>	43.33 <sup>bc</sup>
Sıcak hava	80 <sup>bc</sup>	38 <sup>f</sup>	6 <sup>k</sup>	41.33 <sup>cd</sup>
Donma-çözülme	82 <sup>b</sup>	50 <sup>e</sup>	14 <sup>j</sup>	48.66 <sup>a</sup>
Mekanik aşındırma	92 <sup>a</sup>	26 <sup>gh</sup>	20 <sup>hij</sup>	46.00 <sup>ab</sup>
Sıcak su ve mekanik	74 <sup>cd</sup>	31 <sup>fg</sup>	18 <sup>ij</sup>	41.00 <sup>cd</sup>
Sıcak hava ve mekanik	92 <sup>a</sup>	38 <sup>f</sup>	16 <sup>j</sup>	48.66 <sup>a</sup>
Donma-çözülme ve mekanik	72 <sup>d</sup>	46 <sup>e</sup>	20 <sup>hij</sup>	46.00 <sup>ab</sup>
Kontrol	79 <sup>bcd</sup>	18 <sup>j</sup>	19 <sup>hij</sup>	38.66 <sup>d</sup>
<b>Genel Ortalama</b>	<b>82.87<sup>a</sup></b>	<b>33.87<sup>b</sup></b>	<b>15.87<sup>c</sup></b>	<b>44.20</b>

AÖF (Tür) 2.70; AÖF(Uygulama) 4.41; AÖF (Tür × Uygulama) 7.64

Tablo 5'te görüldüğü üzere uygulamalar arasındaki ortalama değerler incelendiğinde, çimlenme hızları %38.66 ile %48.66 arasında değişmiştir. Uygulamalar arasındaki ortalama değerlere bakıldığında en yüksek çimlenme hızı olarak 1. gruba (a) donma çözülme (%48.66) ve sıcak hava- mekanik (%48.66) uygulamaları girerken, son gruba (d) ise %38.66 ile kontrol grubunun girdiği tespit belirlenmiştir.

Üçgül türleri arasında ise en üst değer %82.87 ile İran üçgülü 1. grubu (a) oluştururken, %33.87 ile Ak üçgül 2. grubu (b) ve %15.87 ile de İskenderiye üçgülü son grubu (c) oluşturmuştur. Uygulamalar ve türler arasındaki interaksiyonda ise sıcak hava × İran üçgülü mekanik aşındırma × İran üçgülü ve sıcak hava – mekanik × İran üçgülü uygulaması 1. grubu (a) oluştururken, sıcak hava × İskenderiye üçgülü son grubu (k) oluşturmuş olup diğer uygulamalarda bu iki grup arasında sıralanmıştır. En yüksek çimlenme hızı İran üçgülünde ve sıcak su (%92), mekanik aşındırma (%92) ile bu iki uygulamanın kombinasyonunda (%92) gerçekleşmiştir. En düşük çimlenme hızı ise İskenderiye üçgülünde sıcak hava (%6) uygulamasında elde edilmiştir.

Bu çalışmada ise sıcak hava uygulamasında İskenderiye ve İran üçgülünde çimlenme hızının arttığı tespit edilmiştir. İran üçgülü ve Ak üçgülde çimlenme hızı İran üçgülüne oranla

oldukça düşük gerçekleşmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda olduğu gibi bu çalışmada da ön tohum uygulamalarından elde edilen sonuçlar türler arasında önemli farklılıklar oluşturmuştur. Türlerin uygulamalara verdiği tepkiler birbirinden farklı olmuştur.

### 3. 3. Çimlenme gücü

Ön tohum uygulama yöntemleri uygulanan İran üçgülü, Ak üçgül ve İskenderiye üçgülünün çimlenme miktarlarına ait ortalama değerler ve AÖF gruplandırmaları ise Tablo 6'da verilmiştir. Elde edilen varyans analiz sonuçlarına göre üçgül türü, uygulama ve üçgül türü × uygulama interaksiyonu %1 seviyesinde önemli bulunmuştur.

**Tablo 6.** Üçgül türlerinin çimlenme gücüne ilişkin ortalama değerler ve gruplar

Uygulamalar	İran Üçgülü	Ak Üçgül	İskenderiye Üçgülü	Ortalama
Sıcak su	96 <sup>a</sup>	29 <sup>hijk</sup>	19 <sup>lm</sup>	48.00 <sup>cd</sup>
Sıcak hava	91 <sup>ab</sup>	38 <sup>gh</sup>	15 <sup>m</sup>	48.00 <sup>cd</sup>
Donma-çözülme	87 <sup>abc</sup>	50 <sup>ef</sup>	27 <sup>ijkl</sup>	54.66 <sup>ab</sup>
Mekanik aşındırma	92 <sup>a</sup>	35 <sup>ghi</sup>	51 <sup>e</sup>	59.33 <sup>a</sup>
Sıcak su ve mekanik	74 <sup>d</sup>	32 <sup>ghj</sup>	25 <sup>jkl</sup>	43.67 <sup>d</sup>
Sıcak hava ve mekanik	96 <sup>a</sup>	39 <sup>g</sup>	25 <sup>jkl</sup>	53.33 <sup>bc</sup>
Donma-çözülme ve mekanik	81 <sup>cd</sup>	52 <sup>e</sup>	27 <sup>ijkl</sup>	53.33 <sup>bc</sup>
Kontrol	82 <sup>bcd</sup>	20 <sup>klm</sup>	41 <sup>fg</sup>	47.67 <sup>d</sup>
<b>Genel Ortalama</b>	<b>87.37<sup>a</sup></b>	<b>36.87<sup>b</sup></b>	<b>28.75<sup>c</sup></b>	<b>51.00</b>

AÖF (Tür) 0.32; AÖF(Uygulama) 0.52; AÖF (Tür × Uygulama) 0.91

Tablo 5'de görüldüğü üzere uygulamalar arasındaki ortalama değerlere bakıldığında en yüksek çimlenme gücüne sahip 1. grupta yer alan (a) mekanik aşındırma (%59.33) uygulaması %43.67 ile ortalama değer ile sıcak su ve mekanik uygulamasının iseson gruba (d) girdiği tespit edilmiştir. Diğer uygulamalar farklı gruplar şeklinde bu iki grup arasında sıralanmışlardır.

Üçgül türleri bakımından ise en üst değer %88.37 ile İran üçgülü 1. grubu (a) oluştururken, %36.87 ile Ak üçgül 2. grubu (b) ve %28.85 ile de İskenderiye üçgülü son grubu (c) oluşturmuştur.

Uygulamalar ve türler arasındaki interaksiyonda çimlenme gücü %15 (İskenderiye üçgülünün sıcak hava uygulamasında) ile %96 (İran üçgülünün sıcak su ve sıcak hava- mekanik uygulamalarında) arasında değişmiştir. Sıcak su × İran üçgülü, mekanik aşındırma × İran üçgülü, sıcak hava – mekanik × İran üçgülü interaksiyonu 1. grubu (a) oluştururken, sıcak hava × İskenderiye üçgülü son grubu (m) oluşturmuştur.

### 3. 4. Sürgün uzunluğu

Ön tohum uygulama yöntemleri uygulanan İran üçgülü, Ak üçgül ve İskenderiye üçgülünün sürgün uzunluklarına ait ortalama değerler ve AÖF gruplandırmaları ise Tablo 7’de verilmiştir. Elde edilen varyans analiz sonuçlarına göre üçgül türü, uygulama %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Üçgül türü × uygulama interaksyonunun sürgün uzunluğuna etkisi önemsiz bulunmuştur.

**Tablo 7.** Üçgül türlerinin sürgün uzunluklarına ilişkin ortalama değerler ve gruplar

Uygulamalar	İran Üçgülü	Ak Üçgül	İskenderiye Üçgülü	Ortalama Üçgülü
Sıcak su	5.15 <sup>de</sup>	3.50 <sup>jk</sup>	8.65 <sup>ab</sup>	5.76 <sup>abc</sup>
Sıcak hava	4.36 <sup>efgh</sup>	4.25 <sup>fghı</sup>	7.90 <sup>bc</sup>	5.50 <sup>bcd</sup>
Donma-çözülme	5.15 <sup>de</sup>	4.00 <sup>ghij</sup>	9.15 <sup>a</sup>	6.10 <sup>a</sup>
Mekanik aşındırma	5.15 <sup>de</sup>	2.75 <sup>k</sup>	7.90 <sup>bc</sup>	5.27 <sup>cd</sup>
Sıcak su ve mekanik	4.80 <sup>defg</sup>	4.25 <sup>fghı</sup>	9.05 <sup>a</sup>	6.03 <sup>ab</sup>
Sıcak hava ve mekanik	4.58 <sup>efgh</sup>	3.25 <sup>jk</sup>	7.83 <sup>c</sup>	5.22 <sup>d</sup>
Donma-çözülme ve mekanik	5.40 <sup>d</sup>	3.85 <sup>hij</sup>	9.25 <sup>a</sup>	6.17 <sup>a</sup>
Kontrol	4.90 <sup>def</sup>	3.98 <sup>hij</sup>	8.88 <sup>a</sup>	5.92 <sup>ab</sup>
<b>Genel Toplam</b>	<b>4.93<sup>b</sup></b>	<b>3.72<sup>c</sup></b>	<b>8.57<sup>a</sup></b>	<b>5.75</b>

AÖF (Tür) 0.32; AÖF(Uygulama) 0.52; AÖF (Tür × Uygulama) 0.91

Tablo 5’te görüldüğü üzere, uygulamalar arasındaki ortalama değerlere bakıldığında en yüksek sürgün uzunluğu 1. grupta (a) donma çözülme (6.10 cm) ve donma çözülme – mekanik (6.17 cm) uygulamalarında elde edilirken, 5.22 cm ile son grupta (d) sıcak hava- mekanik uygulamasından elde edilmiştir. Diğer uygulamalar farklı gruplar şeklinde bu iki grup arasında yer almışlardır. Üçgül türleri bakımından ise en üst değer 8.57 cm ile İskenderiye üçgülü 1. grubu (a) oluştururken, 4.93 cm ile İran üçgülü 2. grubu (b) ve 3.72 cm ile de Ak üçgül son grubu (c) oluşturmuştur.

Uygulamalar ve türler arasındaki interaksiyon istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. En yüksek sürgün uzunluğu İskenderiye üçgülünde, donma çözülme- mekanik uygulama kombinasyonundan elde edilmiştir. En kısa sürgün uzunluğu ise Ak üçgülde mekanik aşındırma uygulamasından elde edilmiştir. Ancak sürgün uzunluğunun türler arasında önemli farklar gösterdiği özellikle İskenderiye üçgülünde genetik olarak sürgün uzunluklarının fazla olduğu buna karşılık İran üçgülünün ve Ak üçgülün daha kısa sürgün uzunlukları verdiği görülmüştür. Donma-çözülme ve mekanik uygulama kombinasyonunun İskenderiye ve Ak üçgülde kendi türleri içerisinde en yüksek sürgün uzunluğuna ulaşılmasını sağlarken, Ak üçgülde en yüksek sürgün uzunluğu sıcak hava ve sıcak su-mekanik uygulama kombinasyonlarından elde

edilmiştir. Ortalama sürgün uzunluklarında donma çözülme, sıcak su – mekanik ve donma çözülme – mekanik uygulamaları daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir.

### 3. 5. Kök uzunluğu (cm)

Ön tohum uygulama yöntemleri uygulanan İran üçgülü, Ak üçgül ve İskenderiye üçgülünün kök uzunluklarına ait ortalama değerler ve AÖF gruplandırmaları ise Tablo 8’de verilmiştir. Elde edilen varyans analiz sonuçlarına göre üçgül türü, uygulama %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Üçgül türü × uygulama interaksyonunun kök uzunluğuna etkisi önemsiz bulunmuştur.

**Tablo 8.** Üçgül türlerinin kök uzunluklarına ilişkin ortalama değerler ve gruplar

Uygulamalar	İran Üçgülü	Ak Üçgül	İskenderiye Üçgülü	Ortalama
Sıcak su	16.40 <sup>cd</sup>	7.88 <sup>ghi</sup>	24.28 <sup>a</sup>	16.18 <sup>ab</sup>
Sıcak hava	10.33 <sup>fgh</sup>	10.50 <sup>fg</sup>	19.00 <sup>bc</sup>	13.28 <sup>cde</sup>
Donma-çözülme	14.50 <sup>de</sup>	12.38 <sup>ef</sup>	24.50 <sup>a</sup>	17.13 <sup>a</sup>
Mekanik aşındırma	10.88 <sup>efg</sup>	6.63 <sup>i</sup>	17.50 <sup>bcd</sup>	11.66 <sup>ef</sup>
Sıcak su ve mekanik	12.13 <sup>ef</sup>	10.88 <sup>efg</sup>	23.00 <sup>a</sup>	15.33 <sup>abc</sup>
Sıcak hava ve mekanik	6.33 <sup>i</sup>	6.75 <sup>hi</sup>	16.50 <sup>cd</sup>	9.86 <sup>f</sup>
Donma-çözülme ve mekanik	10.63 <sup>fg</sup>	7.88 <sup>ghi</sup>	18.50 <sup>bc</sup>	12.33 <sup>de</sup>
Kontrol	10.75 <sup>fg</sup>	10.38 <sup>fgh</sup>	21.13 <sup>ab</sup>	14.08 <sup>bcd</sup>
<b>Ortalama</b>	<b>11.50<sup>b</sup></b>	<b>9.15<sup>c</sup></b>	<b>20.55<sup>a</sup></b>	<b>13.73</b>

AÖF (Tür) 1.46; AÖF(Uygulama) 2.38; AÖF (Tür × Uygulama) 4.13

Tablo 5’de görüldüğü üzere uygulamalar arasındaki ortalama değerlere bakıldığında en yüksek kök uzunluğu 17.13 cm ile donma çözülme uygulamasında elde edilirken, en düşük kök uzunluğu 9.86 cm ile sıcak hava- mekanik uygulamasından elde edilmiştir. Diğer uygulamalar farklı gruplar şeklinde bu iki grup arasında yer almışlardır. Üçgül türleri bakımından ise İskenderiye üçgülü 20.55 cm ile en üst değeri alırken, İran üçgülü 11.50 cm ile 2. grubu (b) ve Ak üçgül ise 9.15 cm ile de son grubu (c) oluşturmuştur. Uygulamalar ve türler arasındaki interaksyon istatistikî açıdan önemli bulunmamıştır.

### 3. 6. Sürgün yaş ağırlığı

Ön tohum uygulama yöntemleri uygulanan İran Üçgülü, Ak üçgül ve İskenderiye üçgülünün sürgün yaş ağırlıklarına ait ortalama değerler ve AÖF gruplandırmaları ise Tablo 9’da verilmiştir. Elde edilen varyans analiz sonuçlarına göre Üçgül türü, uygulama %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Üçgül türü × uygulama interaksyonunun sürgün yaş ağırlığına etkisi %5 seviyesinde önemli bulunmuştur. Uygulamalar arasındaki ortalama değerlere bakıldığında en yüksek sürgün yaş ağırlığı olarak 1. gruba (a) mekanik aşındırma

(0.080 g) uygulaması girerken, son gruba (c) sıcak su (0.0653 g), sıcak hava (0.064 g), sıcak hava – mekanik (0.063 g) ve donma çözülme – mekanik (0.062 g) uygulamaları girdiği tespit edilmiştir. Diğer uygulamalar farklı gruplar şeklinde bu iki grup arasında sıralanmışlardır. Üçgül türleri bakımından ise en üst değer 0.109 g ile İskenderiye üçgülü 1. Grubu (a) oluştururken, İran üçgülü ve Ak üçgülü 0.055 g ile %2. grubu (b) oluşturmuştur.

Uygulamalar ve türler arasındaki interaksiyonunda ise mekanik aşındırma × İskenderiye üçgülü 1. grubu (a) oluştururken, sıcak hava – mekanik × İran üçgülü interaksiyonu son grubu (k) oluşturmuştur.

**Tablo 9.** Üçgül türlerinin sürgün yaş ağırlıklarına ilişkin ortalama değerler ve gruplar

Uygulamalar	İranÜçgülü	Ak Üçgül	İskenderiye Üçgülü	Ortalama
Sıcak su	0.039 <sup>gh</sup>	0.056 <sup>fg</sup>	0.095 <sup>c</sup>	0.063 <sup>c</sup>
Sıcak hava	0.055 <sup>fgh</sup>	0.041 <sup>gh</sup>	0.096 <sup>c</sup>	0.064 <sup>c</sup>
Donma-çözülme	0.062 <sup>ef</sup>	0.054 <sup>fgh</sup>	0.116 <sup>b</sup>	0.077 <sup>b</sup>
Mekanik aşındırma	0.077 <sup>de</sup>	0.055 <sup>fgh</sup>	0.143 <sup>a</sup>	0.092 <sup>a</sup>
Sıcak su ve mekanik	0.059 <sup>ef</sup>	0.060 <sup>ef</sup>	0.120 <sup>b</sup>	0.080 <sup>b</sup>
Sıcak hava ve mekanik	0.038 <sup>h</sup>	0.048 <sup>fgh</sup>	0.103 <sup>bc</sup>	0.063 <sup>c</sup>
Donma-çözülme ve mekanik	0.053 <sup>fgh</sup>	0.040 <sup>gh</sup>	0.093 <sup>cd</sup>	0.062 <sup>c</sup>
Kontrol	0.055 <sup>fgh</sup>	0.052 <sup>fgh</sup>	0.107 <sup>bc</sup>	0.072 <sup>bc</sup>
<b>Genel Toplam</b>	<b>0.055<sup>b</sup></b>	<b>0.055<sup>b</sup></b>	<b>0.109<sup>a</sup></b>	<b>0.07</b>

AÖF (Tür) 0.006; AÖF(Uygulama) 0.010; AÖF (Tür × Uygulama) 0.017

Tuz konsantrasyonlarıyla ilgili yapılan çalışmada çayır üçgülü genotiplerinde artan tuz konsantrasyonlarında çimlenme yüzdesi, çıkış yüzdesi, sürgün uzunluğu, kök uzunluğu ve fide yaş ağırlığı değerlerinde düşüş olduğu; ortalama çimlenme süresi, ortalama çıkış süresi ve kuru maddedeki Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> değerlerinde artış olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Tolan ve ark., 2017). Bu çalışmada bazı uygulamalar fide yaş ağırlığını etkilerken, bir kısım uygulamalarda daha düşük değerler alınmıştır.

### 3. 7. Kök yaş ağırlığı

Ön tohum uygulama yöntemleri uygulanan İran üçgülü, Ak üçgülü ve İskenderiye üçgülünün kök yaş ağırlıklarına ait ortalama değerler ve AÖF gruplandırmaları ise Tablo 10'da verilmiştir. Elde edilen varyans analiz sonuçlarına göre üçgül türü, uygulama, üçgül türü × uygulama interaksiyonu %1 seviyesinde önemli bulunmuştur.

**Tablo 10.** Farklı priming uygulamalarında üçgül türlerinin kök yaş ağırlıklarına ilişkin ortalama değerler ve gruplar

Uygulamalar	İran Üçgülü	Ak Üçgül	İskenderiye Üçgülü	Ortalama
Sıcak su	0.198 <sup>cd</sup>	0.081 <sup>ghi</sup>	0.279 <sup>a</sup>	0.186 <sup>a</sup>
Sıcak hava	0.108 <sup>g</sup>	0.084 <sup>ghi</sup>	0.192 <sup>d</sup>	0.128 <sup>c</sup>
Donma-çözülme	0.140 <sup>f</sup>	0.082 <sup>ghi</sup>	0.222 <sup>bc</sup>	0.148 <sup>b</sup>
Mekanik aşındırma	0.180 <sup>de</sup>	0.082 <sup>ghi</sup>	0.263 <sup>a</sup>	0.175 <sup>a</sup>
Sıcak su ve mekanik	0.143 <sup>f</sup>	0.098 <sup>gh</sup>	0.155 <sup>ef</sup>	0.132 <sup>bc</sup>
Sıcak hava ve mekanik	0.065 <sup>i</sup>	0.083 <sup>ghi</sup>	0.227 <sup>b</sup>	0.125 <sup>c</sup>
Donma-çözülme ve mekanik	0.073 <sup>hi</sup>	0.073 <sup>hi</sup>	0.147 <sup>f</sup>	0.098 <sup>d</sup>
Kontrol	0.106 <sup>g</sup>	0.098 <sup>gh</sup>	0.204 <sup>bcd</sup>	0.136 <sup>bc</sup>
<b>Genel Toplam</b>	<b>0.127<sup>b</sup></b>	<b>0.085<sup>c</sup></b>	<b>0.211<sup>a</sup></b>	<b>0.141</b>

AÖF (Tür) 0.009; AÖF(Uygulama) 0.016; AÖF (Tür × Uygulama) 0.028

Kök yaş ağırlığı bakımından uygulamalar arasındaki ortalama değerlere bakıldığında 1. gruba (a) sıcak su (0.186 g) mekanik aşındırma (0.175 g) uygulamaları girmektedir. Son grupta (d) ise donma çözülme – mekanik uygulaması (0.098 g) yer almaktadır. Diğer uygulamalar bu iki grup arasında yer almıştır. Üçgül türleri bakımından 1. gruba (a) İskenderiye üçgülü (0.211 g), 2. gruba(b) İran üçgülü (0.127 g) ve 3. gruba (c) Ak üçgül (0.085 g) girmektedir. Uygulamalar ve türler arasındaki etkileşimde ise sıcak su × İskenderiye üçgülü (0.279) ve mekanik aşındırma × İskenderiye üçgülü (0.263 g) 1. grubu (a) oluşturmaktadır. Sıcak hava – mekanik × İran üçgülü etkileşimi ise son grubu (i) oluşturmuştur.

### 3.8. Sürgün kuru ağırlığı

Ön tohum uygulama yöntemleri uygulanan İran üçgülü, Ak üçgül ve İskenderiye üçgülünün sürgün kuru ağırlıklarına ait ortalama değerler ve AÖF gruplandırmaları ise Tablo 11’de verilmiştir. Elde edilen varyans analiz sonuçlarına göre Üçgül türü, uygulama, üçgül türü × uygulama etkileşimi %1 seviyesinde önemli bulunmuştur.

**Tablo 11.** Üçgül türlerinin sürgün kuru ağırlıklarına ilişkin ortalama değerler ve gruplar

Uygulamalar	İran Üçgülü	Ak Üçgül	İskenderiye Üçgülü	Ortalama
Sıcak su	0.006 <sup>ghij</sup>	0.009 <sup>efgh</sup>	0.019 <sup>bc</sup>	0.012 <sup>cd</sup>
Sıcak hava	0.008 <sup>fghi</sup>	0.009 <sup>efgh</sup>	0.018 <sup>c</sup>	0.012 <sup>cde</sup>
Donma-çözülme	0.008 <sup>fghi</sup>	0.010 <sup>def</sup>	0.021 <sup>b</sup>	0.013 <sup>ab</sup>
Mekanik aşındırma	0.007 <sup>hij</sup>	0.010 <sup>de</sup>	0.019 <sup>c</sup>	0.012 <sup>bc</sup>
Sıcak su ve mekanik	0.008 <sup>efghi</sup>	0.011 <sup>d</sup>	0.021 <sup>b</sup>	0.014 <sup>a</sup>
Sıcak hava ve mekanik	0.004 <sup>jk</sup>	0.009 <sup>efg</sup>	0.018 <sup>c</sup>	0.010 <sup>de</sup>
Donma-çözülme ve mekanik	0.006 <sup>ij</sup>	0.007 <sup>ghi</sup>	0.018 <sup>c</sup>	0.010 <sup>e</sup>
Kontrol	0.003 <sup>k</sup>	0.009 <sup>def</sup>	0.024 <sup>a</sup>	0.012 <sup>abc</sup>
<b>Genel Toplam</b>	<b>0.006<sup>c</sup></b>	<b>0.009<sup>b</sup></b>	<b>0.019<sup>a</sup></b>	<b>0.012</b>

AÖF (Tür) 0.0008; AÖF(Uygulama) 0.013; AÖF (Tür × Uygulama) 0.023

Sürgün kuru ağırlığı bakımından uygulamalar arasındaki ortalama değerlere bakıldığında 1. gruba (a) sıcak su - mekanik (0.014 g) uygulaması girmektedir. Son gruba (e) ise donma çözülme – mekanik uygulaması (0.010 g) girmektedir. Diğer uygulamalar bu iki grup arasında yer almıştır.

Üçgül türleri bakımından 1. gruba (a) İskenderiye üçgülü (0.019 g), 2. gruba (b) Ak üçgül (0.009 g) ve 3. gruba (c) İran üçgülü (0.006 g) girmektedir. Uygulamalar ve türler arasındaki etkileşimde ise kontrol × İskenderiye üçgülü (0.024 g) 1. grubu (a) oluşturmaktadır. Kontrol × İran üçgülü etkileşimi (0.006 g) ise son grubu (k) oluşturmuştur.

### 3. 9. Kök kuru ağırlığı

Ön tohum uygulama yöntemleri uygulanan İran üçgülü, Ak üçgül ve İskenderiye üçgülünün kök kuru ağırlıklarına ait ortalama değerler ve AÖF gruplandırmaları ise Tablo 12’de verilmiştir. Elde edilen varyans analiz sonuçlarına göre üçgül türü, uygulama, üçgül türü × uygulama etkileşimi %1 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Kök kuru ağırlığı bakımından uygulamalar arasındaki ortalama değerlere bakıldığında 1. gruba (a) sıcak su (0.025 g) uygulaması girmektedir. Son gruba (def) ise donma çözülme (0.018 g) uygulaması (0.010 g) girmektedir. Diğer uygulamalar bu iki grup arasında yer almıştır.

Üçgül türleri arasında 1. gruba (a) İskenderiye üçgülü (0.029 g), 2. gruba(b) İran üçgülü (0.017 g) ve 3. gruba (c) Ak üçgül (0.013 g) girmektedir. Uygulamalar ve türler arasındaki etkileşimde ise sıcak su × İskenderiye üçgülü (0.037 g) 1. grubu (a) oluşturmaktadır. Sıcak hava × ak üçgül etkileşimi (0.010 g) ise son grubu (j) oluşturmuştur.

**Tablo 12.** Farklı priming uygulamalarında üçgül türlerinin kök kuru ağırlıklarına ilişkin ortalama değerler ve gruplar

Uygulamalar	İran Üçgülü	Ak Üçgül	İskenderiye Üçgülü	Ortalama
Sıcak su	0.024 <sup>d</sup>	0.013 <sup>ghij</sup>	0.037 <sup>a</sup>	0.025 <sup>a</sup>
Sıcak hava	0.015 <sup>fghı</sup>	0.010 <sup>j</sup>	0.025 <sup>d</sup>	0.016 <sup>f</sup>
Donma-çözülme	0.015 <sup>fghı</sup>	0.013 <sup>ghij</sup>	0.027 <sup>cd</sup>	0.018 <sup>def</sup>
Mekanik aşındırma	0.019 <sup>e</sup>	0.012 <sup>hij</sup>	0.032 <sup>b</sup>	0.021 <sup>bc</sup>
Sıcak su ve mekanik	0.016 <sup>efg</sup>	0.018 <sup>ef</sup>	0.031 <sup>b</sup>	0.022 <sup>b</sup>
Sıcak hava ve mekanik	0.013 <sup>ghı</sup>	0.013 <sup>ghij</sup>	0.027 <sup>cd</sup>	0.018 <sup>ef</sup>
Donma-çözülme ve mekanik	0.018 <sup>ef</sup>	0.011 <sup>ij</sup>	0.030 <sup>bc</sup>	0.020 <sup>cde</sup>
Kontrol	0.013 <sup>ghij</sup>	0.016 <sup>efgh</sup>	0.031 <sup>b</sup>	0.020 <sup>bcd</sup>
<b>Genel Toplam</b>	<b>0.017<sup>b</sup></b>	<b>0.013<sup>c</sup></b>	<b>0.029<sup>a</sup></b>	<b>0.020</b>

AÖF (Tür) 0.0012; AÖF(Uygulama) 0.0020; AÖF (Tür × Uygulama) 0.0035

#### 4. Sonuçlar

Yapılan araştırmadan elde edilen sonuçlara göre İnan glnde; çimlenme süresi bakımından mekanik aşındırma (4 gün) ve sıcak su – mekanik (4 gün); çimlenme hızı bakımından sıcak su (%92), mekanik aşındırma (%92) ve sıcak hava – mekanik aşındırma (%92); çimlenme gücü bakımından sıcak su (%96) ve sıcak hava –mekanik (%96) uygulamaları en faydalı uygulamalar olmuştur. Ak glde; çimlenme süresi bakımından sıcak hava (4 gün) ve donma çözülme (4 gün); çimlenme hızı bakımından donma çözülme (%50) ve donma çözülme mekanik (%46); çimlenme gücü bakımından donma çözülme ve mekanik (%52) uygulamaları en iyi sonuçları vermiştir. İskenderiye glnde; çimlenme süresi bakımından donma çözülme- mekanik (3.94 gün), sıcak su (3.98 gün) ve sıcak su – mekanik (3.95 gün); çimlenme hızı bakımından mekanik aşındırma (%20) ve donma çözülme – mekanik (% 20); çimlenme gücü bakımından mekanik aşındırma (%51) uygulamalarından en iyi sonuçlar elde edilmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda %36'lık sülfürik asit uygulamasından bazı türlerde olumlu sonuçlar alındığı bilinmektedir. Ancak sülfürik asitle yapılan ön tohum uygulamasında yapılan bazı çalışmalarda olumsuz sonuçlar alınmış ve araştırmacılar çalışma yaptıkları türler açısından bu uygulamayı nermemişlerdir. Bu çalışmada ise %36'lık sülfürik asit uygulamasında hem de mekanik aşındırmayla yapılan kombinasyonunda çimlenme gerçekleşmemiştir.

Sürgün uzunluğu verileri türler açısından kontrol grubuna göre değerlendirildiğinde İnan glnde sıcak hava, sıcak su – mekanik ve sıcak hava – mekanik, Ak glde; sıcak su, mekanik aşındırma, sıcak su – mekanik ve sıcak hava – mekanik ve İskenderiye glnde ise sıcak su, sıcak hava, mekanik aşındırma ve sıcak hava – mekanik uygulamalarında daha kısa sürgün uzunlukları elde edilirken diğer uygulamaların sürgün uzunlukları kontrol grubundan fazla olmuştur. Kök sürgün ve uzunluğu, fide yaş ve kuru ağırlığı bakımından İskenderiye gl diğer iki tre göre daha iyi performans göstermiştir. n tohum uygulamaları kök kuru ağırlığını kontrol grubuna göre artırmıştır. Ancak bu durum türler ve uygulamalar arasında değerkenlik göstermektedir.

Tohum uygulamalarının bu türler açısından çimlenme sonrası etkilerinin değerlendirilebilmesi ve verime etkilerinin belirlenebilmesi son derece önemlidir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar gl türlerinde en iyi çimlenme şartlarının belirlenmesi açısından fayda sağlayacaktır. n tohum uygulamalarının etkileri ile ilgili daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulduğu ve bu çalışmaların bu türlerin n tohum uygulamaları sonrası elde edilen sonuçların



daha etkili değerlendirilmesini sağlayacağı düşünülmektedir. Aynı zamanda bu çalışmanın başka bitki türlerinde yapılacak çalışmalara model oluşturacağı öngörülmektedir.

## Teşekkür

Bu makale Ziraat Yüksek Mühendisi İhsan EMİRALİOĞLU'nun 2022 de kabul edilen Yüksek Lisans tez çalışmasından elde edilmiştir. Tez yazımında elli dokuz adet kaynak kullanılmış olup, makale yazımında sayfa kısıtlaması nedeniyle ancak belirtilen kaynaklar kullanılmıştır. Daha fazla bilgi için teze müracaat edilebilir. Çalışma Ankara Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü laboratuvarlarında ve seralarında gerçekleştirilmiş olup, bu imkânı sağlayan enstitü yönetimine teşekkür ederiz.

**Çıkar Çatışması Beyanı:** Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

**Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti:** Araştırmada “Katkı Oranına” göre yazar sıralamasına uyulmuştur.

## Kaynaklar

- Ashraf A. (2011). Bazı tohum ön uygulamalarının yağlık ve çerezlik ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) tohumlarının stres sıcaklıklarında çimlenme ve çıkış performansı üzerine etkileri. 77 s. Yüksek Lisans Tezi, Tez no: 299707. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Ankara.
- Bewley, J.D., Black, M. (1994). Seeds: Physiology of development and germination. Plenum Press, New York, pp.445.
- Demir, I., Ellialtıoğlu, S., & Tipirdamaz, R. (1994). The effect of different priming treatments on reparability of aged eggplant seeds. *Acta Horticulturae*, 362:205-212.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., ve Morrone, F. (1987). Araştırma ve deneme metotları (İstatistik Metotları II). Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yay. No: 1021, 381 s., Ankara.
- Efe, B. ve Ünal, S. (2019). Nohut geveninde (*Astragalus cicer*) Sert tohumluğun azaltılması için çeşitli tohum kabuğu inceltme metotları. II. Uluslararası Tarım Kongresi, Ankara
- Gençtan, T., Başer, O., ve Baharöz, E. (1994). Ekmeklik buğday çeşitlerinde fide döneminde kök ve sürgün gelişmesi üzerine araştırmalar. *Tekirdağ Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3 (1-2):131-138.
- Ghiyasi, M., Amirnia, R., Rahimi, A., & Özyazıcı, G. (2019). Farklı dormansi giderme ve priming uygulamalarının *Citrullus colocynthis* tohumlarının çimlenme ve fide büyümesi üzerine etkileri. *EJONS International Journal on Mathematic, Engineering and Natural Sciences*, 11(3):21-32.

- Kacar, B. ve İnal, A. (2008). Bitki Analizleri, Nobel Yayın Dağıtım Ltd. Şti. Yayınları, Yayın No: 1241; Fen Bilimleri: 63, (I. Basım) Ankara.
- Kimura, E. & Islam, M.A. (2012). Seed scarification methods and their use in forage legumes. *Research Journal of Seed Science*, 5 (2): 38-50.
- Muhyaddin, T., & Wiebe, H. J. (1989). Effect of seed treatments with polyethyleneglycol (PEG) on emergence of vegetable crops. *Seed Science & Technology*, 17: 49-56.
- Sivritepe, H. Ö. (2012). Tohum gücünün değerlendirilmesi, *ALATARIM*, 11 (2): 33-44.
- Tiryaki, I., Korkmaz, A., Özbay, N., & Nas, M. N. (2005). Priming combined with plant growth regulators promotes germination and emergence of dormant *Amaranthus cruentus* L. seed. *Seed Science & Technology*, 33: 571-579.
- Tomer, R. & Maguire, J.D. (1989). Hard seed studies in alfalfa. *Seed Research*, 17: 29-31.
- Zuk-Golaszewska, K., Bochenek, A., & Golaaszewski, J. (2007). Effect of scarification on seed germination of redclover in hydrotime model terms, *Seed Science & Technology*, 35: 326-336.