

CİLT: 2 SAYI: 1 2022

# Ereğli Tarım Bilimleri Dergisi

ISSN: 2822-4167

## EREĞLİ TARIM BİLİMLERİ DERGİSİ

Eregli Journal of Agricultural Sciences (EJAS)

**Cilt/Volume: 2, Sayı / Issue: 1 (Haziran / June 2022)**

Ulusal Hakemli Dergi / National Peer Reviewed Journal

### **Sahibi / Owner**

Necmettin Erbakan Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dekanlığı Adına /  
On Behalf of Necmettin Erbakan University The Faculty of Agriculture  
Prof. Dr. Önder TÜRKMEN

### **Baş Editör / Editor-in-Chief**

Doç. Dr. Çeknas ERDİNÇ  
Dr. Öğr. Üyesi Hasan CAN  
Dr. Öğr. Üyesi Çetin PALTA

### **Yayın Türü / Publication Type**

Ulusal Süreli Yayın / National Periodical

### **Yayın Periyodu / Publication Period**

Yılda iki kez (Mart ve Eylül) yayınlanır / Published second-annual (March and September)

### **Baskı Tarihi / Print Date**

Haziran/ June2022

### **Yazışma Adresi / Correspondence Address**

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Orhaniye Mah. Üniversite Cad. no: 15 PK: 42310  
Ereğli/KONYA

**Tel / Phone:** 0332 777 00 30

**Web:** <http://ereglitarimbilimleri.com>

**E-posta / E-mail:** [info@ereglitarimbilimleri.com](mailto:info@ereglitarimbilimleri.com)

Ereğli Tarım Bilimleri Dergisi yılda iki kez yayınlanan ulusal hakemli bir dergidir /  
Eregli Journal of Agricultural Sciences - EJASS is a national peer reviewed second-annual journal

**E- ISSN: 2822-4167**

## **YAYIN KURULU**

Prof. Dr. Adem AKSOY  
Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi  
Tarım Ekonomisi Bölümü  
aaksoy@atauni.edu.tr

Prof. Dr. Atilla DURSUN  
Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi  
Bahçe Bitkileri Bölümü  
atiladursun@atauni.edu.tr

Prof. Dr. Babak Abdollahi MANDOULAKANI  
Urmia University, Faculty of Agriculture and Natural Resources  
Department of Plant Production and Genetics, Urmia, Iran  
b.abdollahi@urmia.ac.ir

Prof. Dr. Hossein Shahsavand HASSANI  
Shiraz University, College of Agriculture  
Department of Agronomy and Plant Breeding, Iran  
Shahsavand@shirazu.ac.ir

Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ  
Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi  
Gıda Mühendisliği Bölümü  
nerminbilgicli@erbakan.edu.tr

Prof. Dr. Yusuf UÇAR  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi  
Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü,  
yusufucar@isparta.edu.tr

Doç. Dr. Ali Tefrik UNCU  
Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Fakültesi  
Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü  
atuncu@erbakan.edu.tr

Doç. Dr. Emre DEMİRER DURAK  
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi  
Bitki Koruma Bölümü  
emredemirer@yyu.edu.tr

Doç. Dr. Musa SEYMEN  
Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi  
Bahçe Bitkileri Bölümü  
mseymen@selcuk.edu.tr

Doç. Dr. Neşe OKUT  
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi  
Tarla Bitkileri Bölümü  
neseokut@yyu.edu.tr

Doç. Dr. Serhat KARACA  
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi  
Zootečni Bölümü  
skaraca@yyu.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Akife DALDA ŞEKERCİ  
Erciyes Üniversitesi, Seyrani Ziraat Fakültesi  
BAHçe Bitkileri Bölümü  
akifedalda@erciyes.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Aras TÜRKOĞLU  
Necmettin Erbakan Üniversitesi, Ereğli Ziraat Fakültesi  
Tarla Bitkileri Bölümü  
aras.turkoglu@erbakan.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Gamze PEKBEY  
Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi  
Bitki Koruma Bölümü  
gamze.pekbey@yobu.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Gonca ÖZMEN ÖZBAKIR  
Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi  
Zootečni Bölümü  
gozmenozbakr@harran.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Zahid MALASLI  
Necmettin Erbakan Üniversitesi, Ereğli Ziraat Fakültesi  
Biyosistem Mühendisliği Bölümü  
mzmalasli@erbakan.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa TERİN  
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi  
Tarım Ekonomisi Bölümü  
mustafaterin@yyu.edu.tr

Dr. Kazım GÜR  
Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü  
Bitki Yetiştirme Teknikleri Bölümü  
kazimgurl@yahoo.com

Dr. Onur İLERİ  
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat fakültesi  
Tarla Bitkileri Bölümü  
oileri@ogu.edu.tr

#### **Yabancı Dil Editörü / Foreign Language Editor**

Dr. Öğr. Üyesi Zeliha ÜSTÜN ARGON  
Necmettin Erbakan Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Konya/Türkiye  
ustun.zeliha@gmail.com

#### **Yazım ve Dil Editörleri / Spelling and Language Editors**

Araş. Gör. Muhammet İslam IŞIK  
Necmettin Erbakan Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Konya/Türkiye  
Muhammetisik33@gmail.com

#### **Mizanpaj Editörü/Layout Editor**

Dr. Öğr. Üyesi Aras TÜRKOĞLU  
Necmettin Erbakan Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Konya/Türkiye  
arash8643@gmail.com

**Sayı Hakemleri / Reviewers of The Issue**

- Prof Dr. Burhan KARA (Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi)  
Prof. Dr. Derya ARSLAN DANACIOĞLU (Necmettin Erbakan Üniversitesi)  
Prof. Dr. Halit YETİŞİR (Erciyes Üniversitesi)  
Prof. Dr. Suat ŞENSOY (Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi)  
Doç. Dr. Reyyan YERGİN ÖZKAN (Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi)  
Doç. Dr. İsmail TONTUL (Necmettin Erbakan Üniversitesi)  
Doç. Dr. Turgay KABAY (Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi)  
Dr. Öğr. Üyesi Hasan Ali İRİK (Erciyes Üniversitesi)  
Dr. Öğr. Üyesi Kübra Sultan ÖZDEMİR (Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi)  
Dr. Öğr. Üyesi Ömer Faruk COŞKUN (Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi)  
Dr. Öğr. Üyesi Rabia KÜÇÜK (Malatya Turgut Özal Üniversitesi)  
Dr. Öğr. Üyesi Raziye KUL (Atatürk Üniversitesi)

## İÇİNDEKİLER/CONTENTS

### **Araştırma Makalesi/Research Article**

<i>Determination of Imazamox Herbicide Dose in in vivo Selection in Wheat (Triticum aestivumL.)</i> Kamil HALILOĞLU, Aras TÜRKOĞLU, Murat AYDIN.....	1
<i>Determination of Some Morphological Features of Spinach Populations</i> Yeşim DAL, Önder TÜRKMEN.....	12
<i>Determination of Root Structures and Element Contents of Two Pumpkins (Cucurbita pepo L.) Genotypes Under Drought Stress</i> Mehmet HAMURCU, Fevzi ELBASAN, Zuhale Zeynep AVŞAROĞLU, Ayşe Humeyra OMAZ, Ayşe TORUN, Fatma Gökmen YILMAZ .....	25
<i>Sıcak Suya Daldırma İşleminin Kalite Özellikleri ve Kuruma Kinetiği Parametrelerine Etkisi: Mor Havuç Örneği</i> Burcu AKSÜT, Samet Kaya DURSUN, Muhammed TAŞOVA.....	32
<i>Konya Ekolojik Koşullarında Farklı Dolmalık Hibrit Biber Çeşidi Adaylarının Verim, Kalite ve Bazı Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesi</i> Necibe KAYAK, Banu Çiçek ARI, Yeşim DAL, Ünal KAL, Musa SEYMEN, Önder TÜRKMEN.....	40

## Determination of Imazamox Herbicide Dose in in vivo Selection in Wheat (*Triticum aestivum* L.)

Kamil HALILOĞLU<sup>1,a</sup>, Aras TÜRKÖĞLU<sup>2,\*b</sup>, Murat AYDIN<sup>3,c</sup>

<sup>1</sup>Ataturk University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Erzurum, Turkey

<sup>2</sup>Necmettin Erbakan University, Faculty of Agriculture, Department of of Field Crops, Konya-Ereğli, Turkey

<sup>3</sup>Ataturk University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Biotechnology, Erzurum, Turkey

\*Corresponding author e-mail: [aras.turkoglu@erbakan.edu.tr](mailto:aras.turkoglu@erbakan.edu.tr)

<sup>a</sup>ORCID: (<https://orcid.org/0000-0002-4014-491X>), <sup>b</sup>ORCID: (<https://orcid.org/0000-0003-2611-8034>),

<sup>c</sup>ORCID: (<https://orcid.org/0000-0003-1091-0609>)

### Article Info

### ABSTRACT

#### Article History

Received: 12.03.2022

Accepted: 11.05.2022

Published: 30.06.2022

#### Keywords:

Imazamox (IMI),  
Germination,  
Wheat.

A weed competes with crop plants for light, nutrition, water and air. They cause significant loss to agriculture and also reduce the productive capacity of land. Aim of this study is to evaluate effects of herbicide imazamox (IMI) on germination and seedling growth parameters and determine the optimal herbicide imazamox (IMI) dose which can be used in wheat breeding programs. In this study, 4 IMI doses [0 (control), 40, 50, 60 ppm], 3 buffer solutions (pH = 7.0) [MES hydrate, phosphate buffer and pure water] and 2 different pre-applications (seeds were kept either in herbicide solution for 24 hours or germinated in media containing herbicide) were applied as randomized plots design with two factors and three replications according randomized block in factorial design. Germination rate, average germination time, germination rate index and germination vigor index, root and shoot length and weights were measured. Control application with 24 h kept in water in all tested buffers resulted in increase in average germination time whereas decrease in all other germination parameters. No differences were observed between buffer applications regarding to Control treatment in germination media containing herbicide. When herbicide doses were compared based on average values of buffer applications, average germination time was elevated in respect to increase concentration of herbicide doses, on the other hand, common decrease was observed in other parameters. Effect of herbicide was observed on seedling parameters such as root and shoot length and weight rather than germination parameters. The highest adverse effect on plant growth and development was observed in phosphate buffer with 60 ppm imazomax application.

## Buğdayda (*Triticum aestivum* L.) Imazamox (IMI) Herbisit Dozunun in vivo Seleksiyon İçin Belirlenmesi

### Makale Bilgileri

### ÖZ

#### Makale Geçmişi

Geliş: 12.03.2022

Kabul: 11.05.2022

Yayın: 30.06.2022

#### Anahtar Kelimeler:

Imazamox (IMI),  
Çimlenme,  
Buğday

Yabancı otlar, kültür bitkileriyle su, mineral maddeler ve alan yönünden rekabete girerek çeşitli oranlarda verim kayıplarına yol açmaktadırlar. Bu çalışma, ekmeclik buğdayın kırık çeşitinde imazamox (IMI) herbisitinin; çimlenme ve fide ile ilgili etkilerini ve ıslah amaçlı çalışmalarda uygulanabilecek optimum dozu belirlemek amacıyla yapılmıştır. Araştırma tesadüf parsellerinde 4 farklı IMI uygulama konsantrasyonu [0 (kontrol), 40, 50, 60 ppm], 3 farklı tampon solüsyonu (pH=7.0) [MES hydrate, Fosfat Buffer ve Saf su] ve 2 farklı ön uygulama [24 saat herbisit solüsyonunda bekletme ve daha sonra saf su içeren çimlenme kaplarında çimlendirme ve çimlendirme ortamında sürekli bulundurma] faktöriyel deneme desenine göre 4 tekrarlı olarak yürütülmüştür. Araştırma sonunda, çimlenme oranı (ÇÖ), ortalama çimlenme zamanı (OÇZ), çimlenme hızı indeksi ve çimlenme gücü indeksi (ÇGİ), kök ve sürgün uzunluğu ve ağırlıkları ile ilgili veriler elde edilmiştir. Yapılan incelemeler sonunda tüm çözütilerdeki kontrol uygulamalarında 24 saat süreyle bekletme işleminde OÇZ zamanında artışa, diğer incelenen özelliklerin tamamında bir azalmaya neden olduğu gözlenmiştir. Çimlenme ortamında herbisit devamlı olarak bekletildiği uygulama şeklinde yapılan incelemeler sonunda tampon solüsyonların kontrol uygulamaları karşılaştırıldığında aralarında bir fark olmadığı gözlenmiştir. Tampon çözütilerinin ortalamasına göre herbisit dozları karşılaştırıldığında herbisit dozundaki artışa bağlı olarak OÇZ'de artış, bu özellik dışındaki diğer özelliklerde ise genelde önemli bir azalma kaydedilmiştir. Herbisit etkisi tohumun çimlenmesinden ziyade bitki gelişimiyle yakından ilgili olan fide özelliklerinde (kök ve sürgün uzunluğu ve ağırlıkları) daha fazla olmuştur. Yapılan

incelemeler sonunda en fazla büyüme ve gelişim engellenmesi fosfat tampon çözeltisinde hazırlanmış ve 60 ppm imazomax içeren ortamda meydana gelmiştir.



**Atf/Citation:** Haliloglu, K., Turkoglu, A. & Aydin, M. (2022). Determination of Herbicide Tolerance of Wheat (*Triticum aestivum* L.) for in vivo Selection, *Eregli Journal of Agricultural Science*, 2(1), 1-11

“This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) (CC BY-NC 4.0)”

\* We thank TUBITAK (Project No: TOVAG 113O940) for their support of the study.

## 1. Introduction

Wheat is one of the first cultivated food products and is the most important staple food. However, weeds are a significant barrier to high wheat productivity and cause 48% more loss of wheat yield (Khan and Haq, 2002). In Turkey, up to 30% reductions in wheat yield have been detected, especially in areas where wheat is planted in winter and where weed control is not done (Anonymous, 2012). Weeds compete with cultivated plants in terms of water, mineral substances and area and cause yield losses at various rates. One of the effective ways used to control weeds is the use of chemicals herbicide.

Winter annual weeds in wheat farming including, *Aegilops cylindrica*, *Bromus tectorum*, *Secale cereale*, *Lolium multiflorum*, *Avena fatua*, *Agrostemma githago*, *Alopecurus myosuroides*, *Anagallis arvensis*, *Avena sterilis*, *Bifora radians*, *Boreava orientalis*, *Briza humulis*, *Capsella bursa pastoris*, *Cardaria draba*, *Centaurea spp*, *Cephalaria syriaca*, *Hordeum murinum* causes significant losses. These weeds have the same or very similar life cycle as the wheat plant and it is very difficult to combat with classical wheat-fallow or other crop rotation methods. It does not have the power to distinguish the wheat plant from the damaging grass weeds by chemical methods (Ball and Peterson, 2007; Tursun, 2012). The competitiveness of weeds is generally high and especially early germination and development increase crop losses. In addition, the decrease in the quality of the product, the decrease in the seed value, the deterioration of its technological properties, the mixing of weed seeds in the product with the flour, spoiling the color, smell and taste of the flour products, and sometimes causing poisoning are among the other damages. Another negative aspect is that weeds make harvesting difficult, they create shelter, shelter and feeding place for many disease factors and harmful insects (Tursun, 2012).

Today, it is getting harder to discover a new herbicide and it is very difficult to find an herbicide with a new mode of action (Gressel, 2002). Given the difficulty of finding a new herbicide, developing herbicide-resistant cultivars and expanding the use of existing herbicides with a broad spectrum of weed control and environmental profile is a useful strategy. Three strategies are followed in conferring resistance to herbicides: resistance in the area of effect, metabolic detoxification and preventing the herbicide from reaching its area of action (Sherman et al. 1996). By improving one or more of these three mechanisms through genetic modification, a crop can be resistant to herbicide. Imidazolinone herbicides control weeds by inhibiting acetohydroxyacid synthase (Kita et al., 2007), also called acetolactate synthase (ALS), which is a critical enzyme for the biosynthesis of branched-chain amino acids in plants (Lee et al., 2011). These herbicides are used successfully in the control of broad-spectrum grass crops (grassaceae), broad-leaved weeds. In addition, these herbicides are highly effective at low application rates, have low mammalian toxicity, and an environmentally preferable profile. Therefore, imidazolinone herbicides have many ideal properties for use in an herbicide resistant crop.

However, for a system in which all weeds are removed as a result of the use of herbicides and only the wheat plant survives, the appropriate selection method is at the beginning of this process. This research was carried out to determine the effect of imazomax herbicide on wheat germination and seedling and to determine the optimum dose for *in vivo*.

## 2. Material and Methods

Bread wheat (*Triticum aestivum* L.) Kirik genotype seeds were used as plant material in the study. The seeds were counted and after washing these seeds in tap water, they were mixed in 70% ethyl alcohol (EtOH) for 3 minutes, washed 3 times with sterile distilled water in a sterile cabinet, and surface sterilization by mixing in 20% sodium hypochlorite containing a few drops of Tween 20 (Sigma) for 25 minutes. In this experiment, 4 different IMI concentrations [0 (control), 40, 50, 60 ppm], 3 different buffer solutions (PH=7.0) [MES hydrate, phosphate buffer and purified water] and 2 different pre-



treatments [Soaking in herbicide solution for 24 hours and then continuous keeping in germination and germination medium in germination containers containing pure water] was carried out in 4 repetitions according to the factorial trial design. The seeds were taken to germinate in the germination cabinet between papers in petri dishes. 14 ml of distilled water was placed in each petri dish. During germination, the temperature was adjusted to 25 °C and 16 hours of light and 8 hours of dark periods were applied. After the seeds were placed in the germination medium, germination data were obtained by counting every day for 14 days (the ones with a root length of 1 mm and above were considered germinated). The petri dishes were covered to prevent the loss of moisture by evaporation and were kept in 16:8 h light: dark photoperiod and germinated at 25±1 °C.

#### **Germination-Related Characters**

Germination rate (%) (GR), mean germination time (MGT), germination rate index (GRI), and seedling vigor index (SVI) characters were obtained at the end of the 14th day (Hosseinpour *et al.*, 2021).

#### **Seedling-Related Characters**

14 days after the seeds were placed in the germination medium, 10 seedlings were randomly taken from each petri dish, including root length (cm) (RL), shoot length (cm) (SL), root dry weight (g) (RDW), shoot dry weight (g) (SDW) characters were measured (Hosseinpour *et al.*, 2021).

#### **Statistical Analysis**

The effect of the herbicide dose, buffer solution type and herbicide application method were analyzed in a 4×3×2 according randomized block in factorial design. Differences between the means of variation sources in terms of germination and seedling growth characteristics were determined by LSD multiple comparison test at 5% significance level.

### **3. Results**

#### **Germination Characters**

When GR, MGT, GRI, and SVI were examined, the main effect of the sources of variation and the effects of the double and triple interactions of these sources of variation differed according to the examined characteristics (Table 1 and Figure 1).

When evaluated according to the method of application on the basis of the averages, the highest GR, GRI and SVI were obtained in the form of herbicide application in the germination medium with 97.86%, 49.47 and 559.21, and the longest MGT was obtained in the form of 24 hours pre-application to the seed with 2.26 days. The lowest GR, GRI and SVI were obtained as 84.25%, 43.61 and 51.97 seed pre-application herbicides, respectively, and the lowest MGT was obtained in the form of herbicide application in the germination medium with 1.65 days (Table 2).

Based on the averages according to the buffer type, the highest GR, MGT, GRI and SVI were found to be 92.21% (pure water), 2.05 days (phosphate buffer), 47.73 (pure water) and 559.40 (pure water), respectively. The lowest GR, MGT, GRI and SVI were determined as 88.79% (Mes Hydrate), 1.89 days (Mes hydrate), 45.61 (phosphate buffer) and 521.44 (Mes hydrate) (Table 2). When evaluated according to the imazamox dose on the basis of the averages, the highest GR, GRI and SVI were obtained in the control (0 ppm) with 93.78%, 48.15 and 1454.86, and the longest MGT was obtained at 60 ppm imazamox dose with 2.04 days. The lowest GR, GRI and SVI were obtained in the control (0 ppm) with 88.06%, 45.20 and 200.77%, respectively, and the lowest MGT was obtained at 0 ppm Imazamox dose with 1.85 days (Table 2). In terms of germination-related characters, the effect of the application method of imazamox herbicide, except for GRI, differed according to the buffer type used. Therefore, the effect of the herbicide on the way of application × buffer type was very significant ( $P < 0.01$ ) (Table 1). In order of highest GR, MGT, GRI and SVI; herbicide + MES hydrate in germination medium (98.17%), herbicide + phosphate buffer in seed pre-application (2.40 days), herbicide + purified water in germination medium (50.23), and herbicide + MES hydrate in germination medium (586.59) (Table 2). As can be seen in Table 2, the effect of the herbicide application method differed in terms of germination-related characters (except MGT) according to the herbicide doses used. Therefore, the effect of herbicide application method × herbicide dose was very important ( $P < 0.01$ ) (Table 1). The highest GR, MGT, GRI and SVI respectively; herbicide in germination medium + control dose (98.89%), herbicide pre-application to seed + 60 ppm (2.41 days), herbicide in germination medium + 0 ppm (50.59) and herbicide in germination medium + 0 ppm (1812.58) (Table 2). The effect of the

buffer type, except GR, did not differ according to the herbicide doses used (Table 1). The highest GR was obtained with 96% of phosphate buffer buffer type + 40 ppm dose.

In terms of germination-related characters, the effect of imazamox herbicide application method differed according to the buffer type and doses used, except for MGT and GRI. Therefore, the effects of the herbicide application method  $\times$  buffer type  $\times$  dose were very important ( $P < 0.01$ ) (Table 1). The highest GR was found in the germination medium in herbicide + MES hydrate + 0 and 40 ppm applications (99.33%), and the lowest GR was determined in the seed pre-application herbicide + MES hydrate + 40 ppm (74.33%) applications. In terms of SVI; The highest SVI was obtained in the germination medium with herbicide + MES hydrate + 0 ppm application (1956.24) and the lowest in the germination medium in the herbicide + MES hydrate + 60 ppm application (120.63).

### Seedling Growth Characters

When RL, SL, RDW and SDW were examined, the main effect of the sources of variation (except SDW) and the effect of the double and triple interactions of these sources of variation differed according to the examined characteristics (Table 1).

When evaluated according to the application method on the basis of the averages, the highest RL was obtained in the form of herbicide application in the germination medium with 2.91 cm, SL was obtained in the pre-application herbicide on the seed with 3.50 cm, the herbicide application on the seed with KYA 0.011 g and the pre-application herbicide on the seed 0.032 g in LYA. The lowest KU was determined as 2.45 cm pre-application herbicide, SL with 2.76 with herbicide in germination medium, RDW with 0.007 g pre-application herbicide and SDW with 0.26 herbicide application in germination medium (Table 2). Based on the averages according to the buffer type, the highest RL, SL, RDW and SDW were 2.80 cm (MES hydrate), 3.27 cm (phosphate buffer), 0.010 g (phosphate buffer and purified water) and 0.030 g (MES hydrate) respectively. The lowest SL, RDW and SDW were obtained, respectively, 2.51 cm (phosphate buffer), 2.97 cm (MES hydrate), 0.007 g (MES hydrate) and 0.028 g (phosphate buffer and pure water) (Table 2).

When evaluated according to imazamox dose based on the averages, the highest RL, SL, RDW and SDW were obtained in the control (0 ppm) with 7.67 cm, 7.67 cm, 0.020 g and 0.053 g. The lowest RL, SL, RDW and SDW were obtained at 60 ppm herbicide doses of 0.94 cm, 1.45 cm, 0.004 g and 0.019 g, respectively (Table 2).

In terms of seedling-related characters (except for RDW), the effect of the application method of imazamox herbicide differed according to the buffer type used. Therefore, the effect of the herbicide on the way of application  $\times$  buffer type was very significant ( $P < 0.01$ ) (Table 1). In order of highest RL, SL, RDW and SDW; herbicide + MES hydrate (3.12 cm) in the germination medium, herbicide + pure water (3.84 cm) in the pre-application to the seed, herbicide + pure water and phosphate buffer (0.012 gr) in the germination medium, and herbicide + MES hydrate (0.034 g) in the pre-treatment of the seed. (Table 2). As seen in Table 2, the effect of the herbicide application method differed in terms of the characters related to the seedling according to the herbicide doses used. Therefore, the effect of herbicide application method  $\times$  herbicide dose was very important ( $P < 0.01$ ) (Table 1). The highest RL, SL, RDW and SDW respectively; It was observed that herbicide + control dose (0 ppm) was applied in the germination medium with 9.76 cm, 8.56 cm, 0.030 gr and 0.062 gr (Table 2). The effect of the buffer type in terms of RL, SL, RDW and SDW differed according to the herbicide doses used (Table 1). MES Hydrate buffer type + 0 ppm dose (8.23 cm), pure water + 0 ppm dose (7.54 cm), phosphate buffer + 0 ppm dose (0.024 gr) and phosphate buffer + 0, respectively. It was obtained with a dose of ppm (0.061 g).

The effect of the application of imazamox herbicide in terms of characters related to the seedlings differed according to the buffer type and doses used. Therefore, the effects of the herbicide application method  $\times$  buffer type  $\times$  dose were very important ( $P < 0.01$ ) (Table 1). The highest RL was found in the herbicide + MES hydrate + 0 ppm applications (10.66 cm) in the germination medium, and the lowest RL in the herbicide + phosphate buffer + 60 ppm (0.44 gr) applications in the germination medium. In terms of SL; The highest SL was obtained in the herbicide + MES hydrate + 0 ppm applications (9.03 cm) in the germination medium, and the lowest in the herbicide + phosphate buffer + 60 ppm (0.69 gr) applications in the germination medium. In terms of RDW; The highest RDW was obtained in the germination medium in the herbicide + phosphate buffer + 0 ppm applications (0.034 gr) and the lowest in the seed pre-application herbicide + MES hydrate + 60 ppm (0.002 gr) applications. The highest SDW was observed in the herbicide + phosphate buffer + 0 ppm applications (0.077 gr) in the germination

medium, and the lowest SDW was observed in the herbicide + phosphate buffer + 60 ppm (0.010 g) applications in the germination medium.

**Table 1.** Variance Analysis Results and LSD Values Of Germination Characteristics

Sources of variations	<sup>1</sup> GR	<sup>2</sup> MGT	<sup>3</sup> GRI	<sup>4</sup> SVI	<sup>5</sup> RL	<sup>6</sup> SL	<sup>7</sup> RDW	<sup>8</sup> SDW	
	DF	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Method of Application (M)</b>	<b>MS</b>	6669.44	13.65	1236.62	76979.24	7.65	19.52	0.001	0.001
	<b>F</b>	375.86	287.46	224.94	14.03	30.33	84.31	177.98	26.37
	<b>p</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	<b>DF</b>	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>Buffer solution Type (B)</b>	<b>MS</b>	184.52	0.33	56.66	19992.86	1.09	1.11	0.00	0.00
	<b>F</b>	10.39	7.019	10.30	3.64	4.32	4.79	35.55	1.52
	<b>p</b>	0.00	0.001	0.00	0.02	0.01	0.01	0.00	0.21
	<b>DF</b>	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>Dose (D)</b>	<b>MS</b>	225.55	0.33	78.77	13523288.39	398.75	329.64	0.002	0.009
	<b>F</b>	12.71	6.97	14.33	2465.28	1581.20	1423.76	581.55	228.84
	<b>p</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	<b>DF</b>	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>MxB</b>	<b>MS</b>	240.19	0.16	8.32	65396.59	0.39	1.981	0.00	0.00
	<b>F</b>	13.53	3.41	1.51	11.92	1.54	8.55	0.47	4.92
	<b>p</b>	0.00	0.03	0.22	0.00	0.21	0.00	0.62	0.009
	<b>DF</b>	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>MXD</b>	<b>MS</b>	143.14	0.11	29.45	1802307.37	55.33	26.05	0.001	0.002
	<b>F</b>	8.06	2.35	5.35	328.55	219.43	112.55	226.83	50.02
	<b>p</b>	0.00	0.07	0.002	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	<b>DF</b>	6	6	6	6	6	6	6	6
<b>BxD</b>	<b>MS</b>	150.41	0.03	4.88	10616.29	0.80	0.51	0.00	0.00
	<b>F</b>	8.47	0.76	0.88	1.93	3.20	2.21	18.98	8.57
	<b>p</b>	0.00	0.596	0.506	0.08	0.006	0.04	0.00	0.00
	<b>DF</b>	6	6	6	6	6	6	6	6
<b>MxBxD</b>	<b>MS</b>	145.12	0.03	6.49	41033.52	0.80	1.18	0.00	0.00
	<b>F</b>	8.17	0.69	1.18	7.48	3.17	5.11	3.30	4.69
	<b>p</b>	0.00	0.65	0.32	0.00	0.006	0.00	0.005	0.00
	<b>DF</b>	120	120	120	120	120	120	120	120
<b>Error</b>	<b>MS</b>	17.744	0.047	5.49	5485.48	0.25	0.23	0.000004	0.000041
	<b>M</b>	1.39	0.07	0.77	24.44	0.17	0.16	0.0006	0.0021
<b>LSD<sub>(0.05)</sub></b>	<b>B</b>	1.70	0.09	0.95	29.93	0.20	0.19	0.0008	0.0026
	<b>D</b>	1.97	0.10	1.09	34.56	0.23	0.23	0.0009	0.0030
	<b>MXB</b>	2.41	0.12	1.34	42.33	0.29	0.28	0.001	0.003
	<b>MXD</b>	2.78	0.14	1.55	48.88	0.33	0.32	0.001	0.004
	<b>BxD</b>	3.40	0.18	1.90	59.87	0.41	0.39	0.001	0.005
	<b>UXTxD</b>	4.82	0.25	2.68	84.66	0.57	0.55	0.002	0.007
	<b>Coefficient of Variation (%)</b>	4.63	11.15	5.04	13.82	18.73	15.37	20.99	21.95

<sup>1</sup>GR; Germination rate, <sup>2</sup>MGT; mean germination time, <sup>3</sup>GRI; germination rate index, <sup>4</sup>SVI; seedling vigor index, <sup>5</sup>RL; root length, <sup>6</sup>SL; shoot length, <sup>7</sup>RDW; root dry weight and <sup>8</sup>SDW; shoot dry weight.

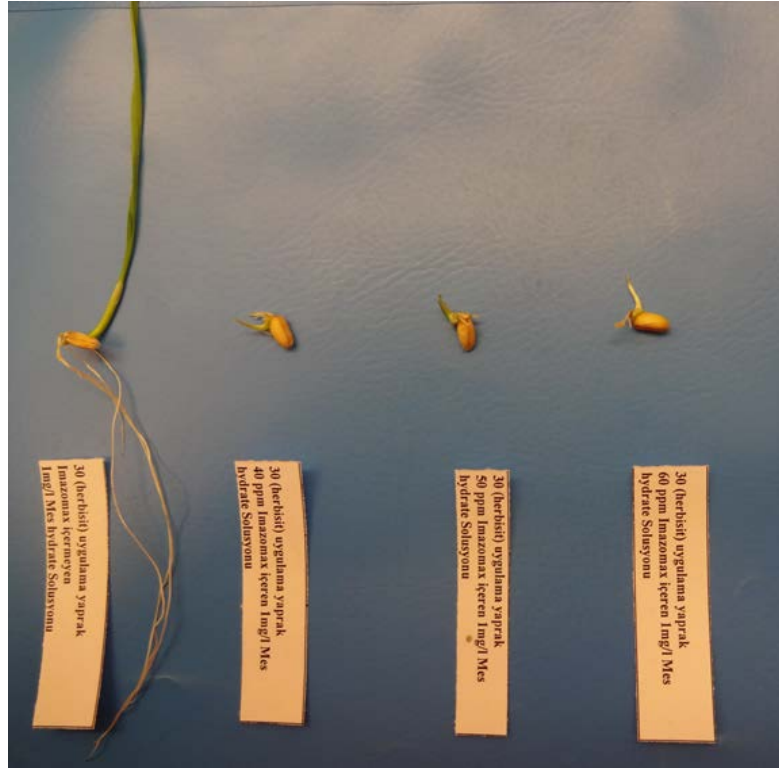
**Table 2.** Mean comparison of different method of applicatin, buffer solution type and dose of IMI on germination and seedling growth parameters of wheat

Method of Application	Buffer solution Type	Dose (ppm)	<sup>1</sup> GR	<sup>2</sup> MGT	<sup>3</sup> GRI	<sup>4</sup> SVI	<sup>5</sup> RL	<sup>6</sup> SL	<sup>7</sup> RDW	<sup>8</sup> SDW
Herbicide germination medium	MES Hydrate	0	99.33	1.56	51.26	1956.24	10.66	9.03	0.024	0.056
		40	99.33	1.67	49.51	136.00	0.64	0.73	0.005	0.028
		50	95.33	1.69	48.44	133.48	0.61	0.79	0.004	0.013
		60	98.67	1.69	49.19	120.63	0.56	0.66	0.004	0.009
		Mean	98.17	1.65	49.60	586.59	3.12	2.80	0.0096	0.026
	Phosphate buffer	0	98.67	1.66	49.22	1726.37	8.81	8.68	0.034	0.077
		40	96.67	1.68	48.43	165.49	0.77	0.95	0.006	0.011
		50	98.33	1.77	47.81	139.73	0.59	0.83	0.004	0.013
		60	98.00	1.70	48.84	111.09	0.44	0.69	0.003	0.010
		Mean	97.92	1.70	48.57	535.67	2.66	2.79	0.012	0.028
	Pure water	0	98.67	1.54	51.28	1755.15	9.81	7.98	0.031	0.052
		40	97.33	1.57	50.34	145.61	0.63	0.87	0.005	0.014
		50	98.00	1.64	49.60	143.06	0.59	0.88	0.004	0.014
		60	96.00	1.61	49.69	177.72	0.81	1.05	0.006	0.016
		Mean	97.50	1.59	50.23	555.39	2.96	2.70	0.012	0.024
	Mean	0	98.89	1.59	50.59	1812.58	9.76	8.56	0.030	0.062
		40	97.78	1.64	49.43	149.03	0.68	0.85	0.005	0.018
		50	97.22	1.70	48.62	138.76	0.60	0.83	0.004	0.013
		60	97.56	1.66	49.24	136.48	0.61	0.80	0.004	0.0122
		Mean	97.86	1.65	49.47	559.21	2.91	2.76	0.011	0.026
Pre-application to seed Herbicide	MES Hydrate	0	85.33	1.98	44.29	991.60	5.79	5.85	0.005	0.046
		40	74.33	2.13	44.85	281.27	1.35	2.44	0.006	0.031
		50	76.67	2.29	40.91	278.20	1.41	2.18	0.004	0.028
		60	81.33	2.14	41.73	274.07	1.33	2.05	0.002	0.032
		Mean	79.42	2.14	42.95	456.29	2.47	3.13	0.004	0.034
	Phosphate buffer	0	90.33	2.32	45.85	1173.30	5.62	7.36	0.014	0.045
		40	95.33	2.22	45.06	350.71	1.30	2.38	0.005	0.023
		50	80.00	2.50	39.90	286.37	1.34	2.25	0.005	0.022
		60	80.00	2.56	39.76	266.47	1.20	2.12	0.007	0.023
		Mean	86.42	2.40	42.64	519.21	2.37	3.53	0.008	0.028
	Pure water	0	90.33	2.01	47.01	1126.48	5.35	7.09	0.013	0.043
		40	90.67	2.16	46.39	443.33	1.73	3.18	0.006	0.030
		50	92.33	2.33	45.57	429.25	1.72	2.92	0.006	0.030
		60	74.33	2.52	41.97	254.62	1.27	2.15	0.004	0.026
		Mean	86.92	2.25	45.24	563.42	2.52	3.84	0.007	0.032
	Mean	0	88.67	2.10	45.72	1097.13	5.58	6.77	0.011	0.045
		40	86.78	2.17	45.43	358.44	1.46	2.67	0.006	0.028
		50	83.00	2.37	42.13	331.28	1.49	2.45	0.005	0.027
		60	78.56	2.41	41.15	265.05	1.27	2.11	0.004	0.027
		Mean	84.25	2.26	43.61	512.97	2.45	3.50	0.007	0.032

**Table 2.** *continued*

Method of Application	Buffer solution Type	Dose (ppm)	<sup>1</sup> GR	<sup>2</sup> MGT	<sup>3</sup> GRI	<sup>4</sup> SVI	<sup>5</sup> RL	<sup>6</sup> SL	<sup>7</sup> RDW	<sup>8</sup> SDW
Mean	MES Hydrate	0	92.33	1.77	47.78	1473.92	8.23	7.44	0.014	0.051
		40	86.83	1.90	47.18	208.63	1.00	1.58	0.005	0.029
		50	86.00	1.99	44.68	205.84	1.01	1.49	0.004	0.020
		60	90.00	1.91	45.46	197.35	0.95	1.36	0.003	0.020
		Mean	88.79	1.89	46.27	521.44	2.80	2.97	0.007	0.030
	Phosphate buffer	0	94.50	1.99	47.53	1449.83	7.21	8.02	0.024	0.061
		40	96.00	1.95	46.75	258.10	1.04	1.66	0.005	0.017
		50	89.17	2.13	43.86	213.05	0.97	1.54	0.004	0.018
		60	89.00	2.13	44.30	188.78	0.82	1.41	0.005	0.016
		Mean	92.17	2.05	45.61	527.44	2.51	3.16	0.010	0.028
	Pure water	0	94.50	1.78	49.15	1440.81	7.58	7.54	0.022	0.048
		40	94.00	1.86	48.36	294.47	1.18	2.03	0.006	0.022
		50	95.17	1.98	47.59	286.16	1.15	1.90	0.005	0.022
		60	85.17	2.06	45.83	216.17	1.04	1.60	0.005	0.021
		Mean	92.21	1.92	47.73	559.40	2.74	3.27	0.010	0.028
	Mean	0	93.78	1.85	48.15	1454.86	7.67	7.67	0.020	0.053
		40	92.28	1.90	47.43	253.73	1.07	1.76	0.005	0.023
		50	90.11	2.03	45.37	235.02	1.04	1.64	0.005	0.020
		60	88.06	2.04	45.20	200.77	0.94	1.45	0.004	0.019
		Mean	91.06	1.96	46.54	536.09	2.68	3.13	0.009	0.029

<sup>1</sup>GR; Germination rate, <sup>2</sup>MGT; mean germination time, <sup>3</sup>GRI; germination rate index, <sup>4</sup>SVI; seedling vigor index, <sup>5</sup>RL; root length, <sup>6</sup>SL; shoot length, <sup>7</sup>RDW; root dry weight and <sup>8</sup>SDW; shoot dry weight.



A



B

**Figure 1:** Determination Of The Herbicide Dose To Be Used For Selection, Application To Seed; A: Adding Herbicide To The Germination Water; B: Deep Soaking For 24 Hours In Herbicide Solution.

#### 4. Discussion

Weeds compete with cultivated plants in terms of water, mineral substances and area and cause yield losses at various rates. Weeds cause a decrease of approximately 30% in wheat yield. One of the effective ways to combat weeds is the use of chemical herbicide. However, for a system in which all weeds are removed as a result of the use of herbicides and only the wheat plant survives, the appropriate selection method is at the beginning of this process.

This research was carried out to determine the optimum dose for in vivo selection of the effect of imazomax herbicide on wheat germination and seedling growth. At the end of the examinations, it was observed that the control applications in all solutions caused an increase in the MGT and a decrease in all of the other examined properties in the 24-hour waiting process. The probable reason for this may be that the substances in the seed and necessary for germination passed into the environment by diffusion, thus reducing the germination rate of the seed. At the end of the examinations made in the form of the application in which the herbicide is kept continuously in the germination medium, it was observed that there was no difference between the control applications of the buffer solutions. When the herbicide doses were compared according to the average of the buffer solutions, an increase in MGT was observed due to the increase in the herbicide dose, and a significant decrease was observed in other features other than this feature. Again, the effect of the herbicide was more on the characteristics of the grass (root and shoot length and weight), which are closely related to plant growth rather than seed germination. At the end of the examinations made in terms of these properties, the most growth and development inhibition occurred in the medium prepared in phosphate buffer solution and containing 60 ppm imazomax.

Imidazolinones are one of five families of chemical herbicides that inhibit AHAS. The other four families are sulfonylurea, triazolo pyrimidine, Pyrimidinyl thiobenzoates, and sulfonyl amino-carbonyltriazolinones (Pang et al., 2002). Imidazolinones include imazapyr, imazapic, imazetapir, imazamox, imazametabenz, and imazaquin. As the names suggest, all imidazolinones have an imidazole moiety in their molecular structure (Hershey et al., 1999). In field studies in the USA, it has been reported that the imidazolinone herbicide is effective in the control of *Aegilops cylindrica* in wheat fields, *Sorghum bicolor* and *Sorghum halepense*, which is difficult to control in corn fields (Shaner et al., 1984). Also, Brassica kaber, Pluchea camphorata, Bromus secalinus, Lolium multiflorum, and Echinochloa crusgalli, it has been determined that it can be used successfully in the control of many weeds in the rice field (White and Hackworth, 1999). Plants resistant to imidazolinones, sulfonylureas, triazolopyrimidines and pyrimidylxybenzoates can be found in maize (*Zea mays* L.) (Newhouse et al., 1991), *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh (Mourad et al., 1993), sugar beet (*Beta vulgaris* L.) (Wright and Penner 1998), canola (*Brassica napus* L.) (Swanson et al., 1989a), cotton (*Gossypium hirsutum* L.) (Rajasekaran et al., 1996), soybean (*Glycine max* L.) (Sebastian et al., 1989), tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) (Creason and Chaleff 1988), and bread wheat (Newhouse et al., 1992).

In line with the results obtained above, it was recommended to germinate the seeds for herbicide resistant selection in a germination medium prepared in phosphate buffer solution and containing 60 ppm imazomax.

#### Acknowledgements

We thank TUBITAK (Project No: TOVAG 1130940) for their support of the study.

#### Conflict of Interest Statement

The authors declare that there is no conflict of interest between them.

#### Author Contributions

KH designed and analyzed the research. AT and MA carried out the preparation of the tables. All authors contributed to the writing of the article and took part in the publication process of the article and read and approved it.

#### References

- Abdul-Baki, A.A., & Anderson J.D. (1970). Viability and leaching of sugars from germinating barley. *Crop Science*, 10 (1): 31-34.



- Anonymous (2012). <http://www.tarsustb.gov.tr/bugday.htm>.
- Ball, D. A., & Peterson, C. J. (2007). Herbicide tolerance in imidazolinone-resistant wheat for weed management in the Pacific Northwest USA. In *Wheat production in stressed environments* (pp. 243-250). Springer, Dordrecht.
- Creason, G., & Chaleff R. (1988). A second mutation enhances resistance of a tobacco mutant to sulfonylurea herbicides. *TAG Theoretical and Applied Genetics*, 76 (2): 177-182.
- Elkoca, E. (1997). *Fasulye (Phaseolus vulgaris L.)'de Tuza Dayanıklılık Üzerine Bir Araştırma* (Yüksek Lisans Tezi). Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Gressel, J. (2002). *Molecular biology of weed control*. CRC Press.
- Hershey, H.P., Schwartz L.J., Gale J.P., & Abell L.M. (1999). Cloning and functional expression of the small subunit of acetolactate synthase from *Nicotiana glauca*. *Plant molecular biology*, 40 (5): 795-806.
- Hosseinpour, A., Tosun, M., & Haliloğlu, K. Buğdayda (*Triticum aestivum* L.) Farklı Süre ve Dozlarda Uygulanan Etil Metansülfonat (EMS)'in Çimlenme ve Fide ile İlgili Bazı Karakterler Üzerine Etkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 52(2), 190-200.
- Kaya, M.D., Okçu, G., Atak M., Çıkılı, Y., & Kolsarıcı, Ö. (2006). Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *European Journal of Agronomy*, 24 (4): 291-295.
- Khan, M., & Haq N. (2002). Wheat crop yield loss assessment due to weeds. *Sarhad Journal of Agriculture*. 18 (4): 449-453.
- Kita, Y., Nishizawa K., Takahashi M., Kitayama M., & Ishimoto M. (2007). Genetic improvement of the somatic embryogenesis and regeneration in soybean and transformation of the improved breeding lines. *Plant cell reports*, 26 (4): 439-447.
- Lee, H., Rustgi S., Kumar N., Burke I., Yenish J.P., Gill K.S., von Wettstein D., & Ullrich S.E. (2011). Single nucleotide mutation in the barley acetohydroxy acid synthase (AHAS) gene confers resistance to imidazolinone herbicides. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108 (21): 8909-8913.
- Maguire, J.D. (1962). Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop science*, 2 (2): 176-177.
- Mourad, G., Pandey B., & King J. (1993). Isolation and genetic analysis of a triazolopyrimidine-resistant mutant of *Arabidopsis*. *Journal of Heredity*, 84 (2): 91-96.
- Newhouse, K., Wang T., & Anderson P. (1991). Imidazolinone-tolerant crops. *The Imidazolinone Herbicides*. (pp. 139-150). Boca Raton FL: CRC.
- Newhouse, K.E., Smith W.A., Starrett M.A., Schaefer T.J., & Singh B.K. (1992). Tolerance to imidazolinone herbicides in wheat. *Plant Physiology*, 100 (2): 882-886.
- Pang, S.S., Duggleby R.G., & Guddat L.W. (2002). Crystal structure of yeast acetohydroxyacid synthase: a target for herbicidal inhibitors. *Journal of molecular biology*, 317 (2), 249-262.
- Rajasekaran, K., Grula J.W., & Anderson D.M. (1996). Selection and characterization of mutant cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cell lines resistant to sulfonylurea and imidazolinone herbicides". *Plant Science*, 119 (1-2): 115-124.
- Sebastian, S., Fader G., Ulrich J., Forney D., & Chaleff R. (1989). Semidominant soybean mutation for resistance to sulfonylurea herbicides. *Crop Science*, 29 (6), 1403-1408.
- Shaner, D.L., Anderson P.C., & Stidham M.A. (1984). Imidazolinones potent inhibitors of acetohydroxyacid synthase. *Plant Physiology*, 76 (2), 545-546.
- Sherman, T.D., Vaughn K.C., & Duke S.O. (1996). Mechanisms of action and resistance to herbicides. *Herbicide resistant crops*. (pp. 13-35).

- Swanson, E., Herrgesell M., Arnoldo M., & Sippell D. (1989). Microspore mutagenesis and selection: canola plants with field tolerance to the imidazolinones. *Theoretical and Applied Genetics*, 78 (4): 525-530.
- Tursun, N., (2012). <http://www.msxlabs.org/forum/ziraat/359558-hububatta-yabanci-ot-mucadelesi.html#ixzz256UuGqSM>.
- White, R., & Hackworth H. (1999). Weed control with imidazolinone tolerant rice. (pp. 185). *Proc. South. Weed Sci. Soc*
- Wright, T., & Penner D. (1998). Cell selection and inheritance of imidazolinone resistance in sugar beet (*Beta vulgaris*). *TAG Theoretical and Applied Genetics*, 96 (5): 612-620.

## Determination of Root Structures and Element Contents of Two Pumpkins (*Cucurbita pepo* L.) Genotypes Under Drought Stress

Mehmet HAMURCU<sup>1,\*a</sup>, Fevzi ELBASAN<sup>1,b</sup>, Zuhale Zeynep AVSAROĞLU<sup>1,c</sup>, Ayşe Humeyra OMA<sup>1,d</sup>, Ayşe TORUN<sup>2,e</sup>, Fatma Gökmen YILMAZ<sup>1,f</sup>

<sup>1</sup>Selçuk University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Konya, Turkey

<sup>2</sup>Selçuk University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Konya, Turkey

\*Sorumlu Yazar e-mail: mhamurcu@selcuk.edu.tr

<sup>a</sup>ORCID: (<https://orcid.org/0000-0001-7378-4406>), <sup>b</sup>ORCID: (<https://orcid.org/0000-0001-8399-452X>), <sup>c</sup>ORCID: (<https://orcid.org/0000-0002-8078-2772>), <sup>d</sup>ORCID: (<https://orcid.org/0000-0001-8201-9941>), <sup>e</sup>ORCID: (<https://orcid.org/0000-0002-5983-0039>), <sup>f</sup>ORCID: (<https://orcid.org/0000-0001-8523-1825>)

Article Info	ABSTRACT
<b>Article History</b> Received: 20.01.2022 Accepted: 22.06.2022 Published: 30.06.2022	This study evaluated the effects of two different pumpkin genotypes (C-26 and C-27) on root growth parameters and some nutrition element concentrations under drought stress conditions. The research was carried out in five replications. Both genotypes are negatively affected by drought stress. However, it was determined that the C-26 genotype showed a more significant decrease in root growth rates than C-27 (48%). However, while there was an increase in root fresh and dry weights in the C-26 genotype, there were decreases in the C-27 genotype compared to the control. A proportionally more significant decrease in Ca, Mg, and Na contents in the C-26 genotype was observed with drought stress. In the amount of K, the C-27 genotype showed a significant decrease compared to C-26. Having information about the contents of plant nutrients in drought conditions in plants with economic potential such as zucchini can help control plants' growth and development under these conditions.
<b>Keywords:</b> Pumpkins Drought, Hoagland solution, Growth, Climate change	

## Kuraklık Stresine Maruz Bırakılan İki Kabak (*Cucurbita pepo* L.) Genotiplerinin Kök Büyüme ve Element İçeriklerin Belirlenmesi

Makale Bilgileri	ÖZ
<b>Makale Geçmişi</b> Geliş: 20.01.2022 Kabul: 22.06.2022 Yayın: 30.06.2022	Bu çalışmada, iki farklı kabak genotipinin (C-26 ve C-27) kuraklık stresi koşullarında kök büyüme parametreleri ve bazı besin elementi konsantrasyonları üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Araştırma beş tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Her iki genotip de kuraklık stresinden olumsuz etkilenmiştir. Ancak C-26 genotipinin kök büyüme oranlarında C-27'ye göre daha belirgin bir (48%) düşüş gösterdiği tespit edilmiştir. Ancak, C-26 genotipinde kök yaş ve kuru ağırlıklarında artış olurken, C-27 genotipinde kontrole göre düşüşler olmuştur. Kuraklık stresi ile C-26 genotipinde Ca, Mg ve Na içeriklerinde önemli bir azalma olduğu görülmüştür. K miktarında, C-27 genotipi, C-26'ya göre daha fazla bir düşüş göstermiştir. Kabak gibi ekonomik potansiyele sahip bitkilerde kuraklık koşullarında bitki besin elementlerinin içerikleri hakkında bilgi sahibi olunması, bu koşullar altında bitkilerin büyüme ve gelişmesini kontrol etmeye yardımcı olabilir.
<b>Anahtar Kelimeler:</b> Kabak, Kuraklık, Hoagland çözümü, Büyüme, İklim değişikliği	



**Atıf/Citation:** Hamurcu, M., Elbasan, F., Avsaroglu, Z.Z., Omay, A.H., Torun, A. & Yilmaz, A.G. (2022). Determination of Root Structures and Element Contents of Two Pumpkins (*Cucurbita pepo* L.) Genotypes Under Drought Stress, *Eregli Journal of Agricultural Science*, 2(1), 25-31.

"This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) (CC BY-NC 4.0)"

### 1. Introduction

Different plant genotypes that regulate the performance and distribution depend on how these methods are regulated and the water uptake and nutrients. Drought, one of the most important abiotic stresses and leading to a negative impact on environmental factors, is an important limiting factor in crop yields and sustainable agricultural lands worldwide (Kusvuran and Dasgan, 2017). At the beginning of these factors, the human factor increases the greenhouse gas concentration in the atmosphere, causing the Earth's average surface temperature to warm up. As a result, the average temperature will likely increase by 1.4–5.8°C by the end of this century (Heinemann *et al.*, 2017). These increases in surface temperature will indirectly increase precipitation amounts but will not benefit from precipitation due to increases in drought frequency, intensity, and duration (Sallam *et al.*, 2019). Therefore, the plant's response to drought stress primarily depends on the severity and duration of the stress and the plant's growth parameters. Under stress conditions, certain physiological and biochemical processes may be disrupted in the plant, such as photosynthetic parameters, photosynthesis rates and proteins, amino acids and other organic compounds.

Environmental factors such as drought can cause nutrient deficiencies even in previously fertilized farmland, as the physicochemical properties of the soil can result in reduced mobility and absorption of nutrients. Plant nutrients are chemical elements required for plant growth and reproduction, mainly obtained from the soil in inorganic ions. Except for K and Ca, all macronutrients are associated with important organic compounds such as amino acids and proteins (N and S), nucleic acids (N and P), phospholipids (P), and chlorophyll (Mg). Drought can also have a substantial effect on plant nutrient uptake.

For example, a recent study (He and Dijkstra, 2014), showed that drought stress reduces nitrogen (N) and phosphorus (P) concentrations in plant tissue, and many other studies have reported that drought reduces nutrient uptake from the soil (Cramer *et al.*, 2009; Sardans and Peñuelas, 2012). Reductions in nutrient uptake during drought can occur for various reasons, including reduced nutrient supply through mineralization and reduced mass flow by nutrient diffusion in the soil (Fierer and Schimel, 2002; Sanaullah *et al.*, 2012).

This study aimed to reveal the changes in root growth and some nutrition elements of the drought caused by polietilen glikol (PEG) applications under hydroponic conditions of pumpkin genotypes, which are known to have different responses to drought (Turkmen, 2016).

## 2. Material and Methods

Two pumpkin genotypes, C-26 (Drought tolerance) and C-27 (Drought sensitive) were grown in controlled hydroponic growth conditions where photoperiod, light intensity, temperature, and humidity were set to 16/8 hrs day/night, 14000 lux/day, 21±1 °C, and 45-55%, respectively. The pumpkin seeds were sterilized with 5% sodium hypochlorite for 10 min and thoroughly rinsed 3 times with sterile deionized water (dI-H<sub>2</sub>O). After germination, both pumpkin genotypes were placed in the computer-controlled research hydroponic system. After surface sterilization, seeds were imbibed for 2 h, put on humid filter papers in petri plates, and then kept at 4°C overnight. Germinated seeds were floated on nylon net in 0.5 mM CaCl<sub>2</sub> solution at 25°C under dark and the seedlings were transferred to 1/5 Hoagland solution (pH 6.0) in a continuously aerated growth room. When the plants reached the first three-leaf stage, 1/5 Hoagland solution containing PEG 6000 was applied to pumpkin genotypes.





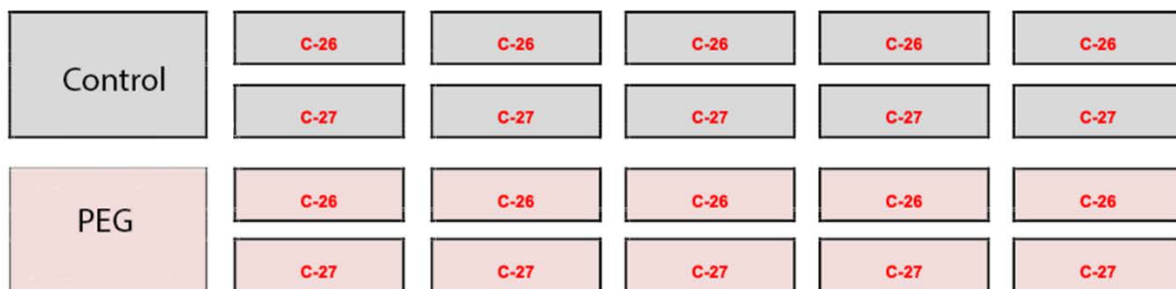
**Photo 2.1** Growth stages of plants and growing conditions

In order to determine the drought dose to be used in this study, 5%, 6%, and 15% PEG applications pre-treatment on pumpkin genotypes, and after it was determined that (look at the growth parameter) the most appropriate dose was 6% (photo 2.2).



**Photo 2.2** PEG applications at different concentrations

In the study, drought stress groups (6% PEG 6000) were formed with the control group (Hoagland solution group). This study, which will investigate the effects of pumpkin genotypes on osmotic stress tolerance, was established as five replications and prepared as a total of 20 pots (photo 2.3).



**Photo 2.3** Experimental Plans

The following studies were carried out on the samples of the harvested zucchini genotypes in order to achieve the goals stated in the drought conditions;

- Measurement of growth parameters
- Analysis of Na, K, Ca and Mg in plants

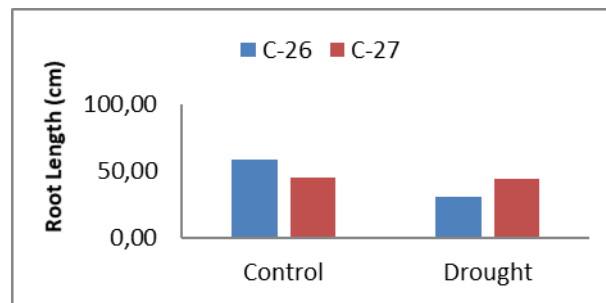
Roots and shoots of harvested pumpkin genotypes were separated at 0 day, and the 10th day and root length and fresh weight were measured. After drying the samples at 70 °C for 72 hrs, root dry weights were measured.

Na, K, Ca, and Mg contents were determined by ICP-AES device (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer)-(Varian-Vista, axiel) (Burt, 2004).

### 3. Results and Discussion

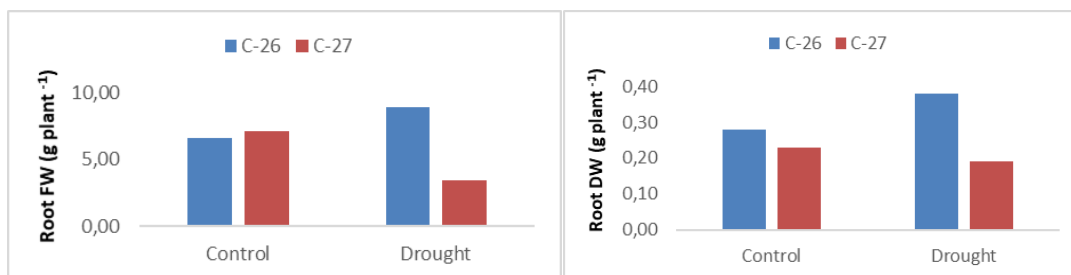
Global warming, which occurs as a result of anthropogenic increases in greenhouse gases worldwide, is expected to increase in evapotranspiration rates together with a decrease in precipitation in many parts of the

world in the coming years, resulting in increased drought. In addition to affecting plant root growth and development, drought also negatively affects plant root Ca, Mg, Na, and K concentration (%) (Bista *et al.*, 2018).



**Figure 1.** Effects of exogenous PEG on plants root length

Plant growth is one of the most fundamental processes in vegetables of economic value and is significantly affected by environmental variables, including the water stress factor. Therefore, the plant growth rate has always been an essential indicator of plant vitality and plant response to environmental stress (Dobbertin, 2005). In general, drought stress showed an inhibitory effect on the growth rate of plants (Skirycz and Inzé, 2010; Zlatev and Lidon, 2012). In this study, no significant change was observed in the C-27 genotype with the application of drought in root length, while a 48% decrease was observed in the C-26 compared to the control. However, in root fresh and dry weights, while the C-26 genotype increased compared to the control, decreases were detected in the C-27 genotype (Figure 1-2).



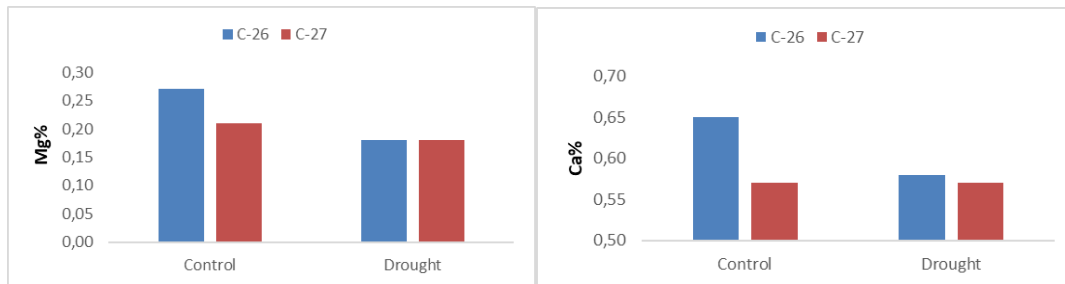
**Figure 2.** Effects of exogenous PEG on plants flesh and dry (FW-DW) weight

In the study, drought stress significantly reduced Na concentration by 44-51% and K concentration by 39-48% in drought-sensitive and sensitive squash seedlings. Although excessive Na accumulation in the plant under stress conditions (especially salinity) is known to have a toxic effect, as the plant adapts to stress conditions, Na can be split into vacuoles, and partitioned Na can be used for osmotic adjustment to reduce water potential and increase drought resistance. Furthermore, as can be seen from Hofmeister's cation sequence, Sodium has lower substitution power than  $K^+$  and higher affinity with anionic groups as carboxyl groups of proteins (Vrbka *et al.*, 2006). Therefore, it often disrupts the positive roles of  $K^+$  in living cells. Due to high frequency, similar valence electron in the outer shell, similar hydrated ion radius, and lack of high-performance discriminative antiporters (Maathuis and Amtmann, 1999),  $Na^+$  interferes with  $K^+$  uptake and translocation. It can also increase plant performance by being involved in osmotic regulation in the vacuole (Mengel and Kirkby, 2001). This role of  $Na^+$  is even more important in drought conditions where total nutrient uptake is reduced and in water deficit conditions where  $Na^+$  toxicity is not an issue. Most studies emphasize the necessity of reducing  $Na^+$  under stress conditions in order to maintain a high  $K^+/Na^+$  ratio in the intracellular space. (Maathuis and Amtmann, 1999). Although changing the  $K^+/Na^+$  ratio under drought stress is not the main concern, increasing this ratio may facilitate plant survival and growth under this condition. Six sorghum cultivars under drought stress caused to decrease the content of these monovalent cations in both root and shoot, while increased sodium content in roots of drought-tolerant cultivars and potassium content remained constant (Achakzai, 2011). Plants that can absorb more  $K^+$  in the intracellular space and maintain a higher  $K^+/Na^+$  ratio can improve the adverse effects of drought on water relations and organic and inorganic solute accumulation in different organs (Nandwal *et al.*, 1998).



**Figure 3.** Effects of exogenous PEG on K and Na content

$K^+$  content in the roots of pumpkin seedlings showed a positive correlation with root growth parameters (Figure 3). Some studies have suggested that the  $K^+$  content in roots and shoots is independent and shoot  $K^+$  content is related to transpiration. In contrast, variations in root  $K^+$  content are not related to leaf transpiration rate (Fayyaz *et al.*, 2013). Therefore, plants with high  $K^+$  can absorb more water under drought stress (El-Hadi *et al.*, 1997). In general,  $K^+$  uptake increases in the early stages of drought stress and may decrease with higher drought stress.



**Figure 4.** Effects of exogenous PEG on plants Mg and Ca content

Crops need several essential nutrients to achieve their growth potential, and the reduced availability of such nutrients affects their development and crop production. Drought interrupts the supply of essential trace elements in the soil, resulting in an imbalance or reduction in nutrients in plants (Hu and Schmidhalter, 2005). This may be the result of poor root growth or poor mobility of elements in the soil. The reduced availability of nutrients in a drought-stressed plant may result from impaired absorption of nutrients, excretory mechanisms, and decreased transpiration flow. In our current study, although decreases in Mg contents were observed in both genotypes under drought conditions, the highest decrease was detected in the C-26 genotype (Figure 4). Although the magnesium concentration caused a decrease in both genotypes under drought stress, the highest decrease was detected in the C-26 genotype. The increase in drought stress decreased the plant root Mg concentration. A previous study found that the Mg concentration in tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill.) decreased under drought stress. (Nahar and Gretzmacher, 2002). In drought conditions, K increased the relative moisture content of the leaves in *Carthamus tinctorius*; however, magnesium has been reported to reduce this (Vafaie *et al.*, 2013). The use of Mg has a significant effect on the chlorophyll content of leaves and has a negative effect on the amount of Ca in safe flow (Vafaie *et al.*, 2013). Although there was a decrease in the C-26 genotype for Ca concentration compared to the control under drought conditions, no change was observed in the C-27 genotype. When drought stress was applied to the C-26 genotype, the Ca concentration decreased and reached a lower level than the control plants. Barambe and Joshi (1993) found that the absorption of N, P, K, Ca, and Mg by sorghum was negatively affected by drought. Ca concentrations in tomatoes differed by culture, and drought decreased Ca content (Nahar and Gretzmacher, 2002). Ca ions are important secondary messengers that stimulate essential physiological functions in cells in response to drought stress and are required in almost all stages of plant growth and development. In this direction, it is seen that the C-27 genotype increases the survival possibility of the plant under drought stress conditions by keeping the Ca concentration under control conditions. Ca also plays an essential role in regulating the growth of polar cells and tissues and in the plant's adaptation to stress. This element influences abscisic acid (ABA)-induced stomatal closure and adaptation of plants to drought stress (Song *et al.*, 2008). In addition to these, Tadayyon, Nikneshan, and Pessarakli (2018), in their study, found that potassium (K), magnesium (Mg), calcium (Ca), sodium (Na), iron (Fe), copper (Cu) and zinc (Zn) contents were measured and found to be significantly affected in many castor oil plants under drought stress.

#### 4. Conclusion

The growth and element contents of the two different pumpkin plants analysed showed significant differences under drought conditions. Among the essential nutrients measured, the Drought stress Ca, Mg, and Na contents decreased more in C-26 compared to C-27. On the other hand, it was determined that K decreased more in C-27 genotype compared to C-26. The fact that the amount of Ca in the C-27 genotype did not change in drought conditions compared to the control is a piece of evidence that the plant's survival potential and resistance to stress increase. Knowing the changes in essential plant nutrients under drought conditions of this plant with economic value may be essential for plant growth and growth potential in arid lands.

## References

- Achakzai, A. (2011). Effect of water potential on uptake and accumulation of cations by sorghum seedlings. *Journal of the Chemical Society of Pakistan*, 29(6), 321.
- Bharambe, P., & Joshi, P. (1993). Effect of soil water potential on growth, yield and some biochemical changes in Sorghum. *Journal of the Indian society of Soil Science*, 41(2), 342-343.
- Bista, D. R., Heckathorn, S. A., Jayawardena, D. M., Mishra, S., & Boldt, J. K. (2018). Effects of drought on nutrient uptake and the levels of nutrient-uptake proteins in roots of drought-sensitive and-tolerant grasses. *Plants*, 7(2), 28.
- Burt, R. (2004). Soil survey laboratory methods manual. Soil survey investigations report no. 42, version 4.0. *Natural Resources Conservation Service, US Department of Agriculture, Washington, DC*.
- Cramer, M. D., Hawkins, H., & Verboom, G. A. (2009). The importance of nutritional regulation of plant water flux. *Oecologia*, 161(1), 15-24.
- Dobbertin, M. (2005). Tree growth as indicator of tree vitality and of tree reaction to environmental stress: a review. *European Journal of Forest Research*, 124(4), 319-333.
- El-Hadi, A., Ismail, K., & El-Akabawy, M. (1997). Effect of potassium on the drought resistance of crops in Egyptian conditions. *Food security in the WANA region, the essential need for balanced fertilization*, 26-30.
- Fayyaz, P., Etemadi, E., Julaiee-Manesh, N., & Zolfaghari, R. (2013). Sodium and potassium allocation under drought stress in Atlas mastic tree (*Pistacia atlantica* subsp. *mutica*). *iForest-Biogeosciences and Forestry*, 6(2), 90.
- Fierer, N., & Schimel, J. P. (2002). Effects of drying–rewetting frequency on soil carbon and nitrogen transformations. *Soil Biology and Biochemistry*, 34(6), 777-787.
- He, M., & Dijkstra, F. A. (2014). Drought effect on plant nitrogen and phosphorus: a meta-analysis. *New Phytologist*, 204(4), 924-931.
- Heinemann, A. B., Ramirez-Villegas, J., Stone, L. F., & Didonet, A. D. (2017). Climate change determined drought stress profiles in rainfed common bean production systems in Brazil. *Agricultural and forest Meteorology*, 246, 64-77.
- Hu, Y., & Schmidhalter, U. (2005). Drought and salinity: a comparison of their effects on mineral nutrition of plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 168(4), 541-549.
- Kusvuran, S., & Dasgan, H. Y. (2017). Effects of drought stress on physiological and biochemical changes in *Phaseolus vulgaris* L. *Legume Res*, 40(1), 55-62.
- Maathuis, F. J., & Amtmann, A. (1999). K<sup>+</sup> nutrition and Na<sup>+</sup> toxicity: the basis of cellular K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> ratios. *Annals of botany*, 84(2), 123-133.
- Mengel, K., & Kirkby, E. (2001). Principles of plant nutrition., 5th edn (Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, The Netherlands).
- Nahar, K., & Gretzmacher, R. (2002). Effect of water stress on nutrient uptake, yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) under subtropical conditions. *Bodenkultur*, 53(1), 45-51.
- Nandwal, A., Hooda, A., & Datta, D. (1998). Effect of substrate moisture and potassium on water relations and C, N and K distribution in *Vigna radiata*. *Biologia Plantarum*, 41(1), 149-153.



- Sallam, A., Alqudah, A. M., Dawood, M. F., Baenziger, P. S., & Börner, A. (2019). Drought stress tolerance in wheat and barley: advances in physiology, breeding and genetics research. *International journal of molecular sciences*, 20(13), 3137.
- Sanauallah, M., Rumpel, C., Charrier, X., & Chabbi, A. (2012). How does drought stress influence the decomposition of plant litter with contrasting quality in a grassland ecosystem? *Plant and Soil*, 352(1), 277-288.
- Sardans, J., & Peñuelas, J. (2012). The role of plants in the effects of global change on nutrient availability and stoichiometry in the plant-soil system. *Plant physiology*, 160(4), 1741-1761.
- Skirycz, A., & Inzé, D. (2010). More from less: plant growth under limited water. *Current Opinion in Biotechnology*, 21(2), 197-203.
- Song, W.-Y., Zhang, Z.-B., Shao, H.-B., Guo, X.-L., Cao, H., Zhao, H., Hu, X. (2008). Relationship between calcium decoding elements and plant abiotic-stress resistance. *International Journal of Biological Sciences*, 4(2), 116.
- Tadayyon, A., Nikneshan, P., & Pessarakli, M. (2018). Effects of drought stress on concentration of macro-and micro-nutrients in Castor (*Ricinus communis* L.) plant. *Journal of Plant Nutrition*, 41(3), 304-310.
- Vafaie, A., Ebadi, A., Rastgou, B., & Moghadam, S. H. (2013). The effects of potassium and magnesium on yield and some physiological traits of safflower (*Carthamus tinctorius*). *International Journal of Agriculture and Crop Sciences (IJACS)*, 5(17), 1895-1900.
- Vrbka, L., Vondrášek, J., Jagoda-Cwiklik, B., Vácha, R., & Jungwirth, P. (2006). Quantification and rationalization of the higher affinity of sodium over potassium to protein surfaces. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(42), 15440-15444.
- Zlatev, Z., & Lidon, F. C. (2012). An overview on drought induced changes in plant growth, water relations and photosynthesis. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 57-72.

## Determination of Some Morphological Features of Spinach Populations

Yeşim DAL<sup>1,a</sup>, Önder TÜRKMEN<sup>1,2,b,\*</sup>

<sup>1</sup>Selçuk University, Institute of Sciences, Konya, Turkey

<sup>2</sup> Necmettin Erbakan University, Faculty of Agriculture, Konya, Turkey

\*Sorumlu Yazar e-mail: [turkmenonder@hotmail.com](mailto:turkmenonder@hotmail.com)

<sup>a</sup>ORCID: (<https://orcid.org/0000-0002-3806-6465>), <sup>b</sup>ORCID: (<https://orcid.org/0000-0003-3218-6551>)

### Makale Bilgileri

### ABSTRACT

**Makale Geçmişi**  
Geliş: 12.04.2022  
Kabul: 04.06.2022  
Yayın: 30.06.2022

**Anahtar Kelimeler:**  
Spinach,  
*Spinacia oleracea* L.,  
Agro-morphology,  
Characterization

Spinach (*Spinacia oleracea* L.) is one of the most important winter vegetables used for its edible green leaves. Due to the increase in demand in most parts of the world, significant changes have occurred in production amounts in the last ten years. Based on use, spinach leaves are broadly divided into three types: (i) savoy type (used for fresh market), (ii) processing type (smooth leaf type with flat, unwrinkled and spade-shaped leaves), and (iii) flavor and delicate. Due to its structure, it is baby spinach that is preferably used in salads. There is a need for sufficient biological, taxonomic, genetic and agronomic knowledge about spinach populations in order to investigate spinach populations, develop new varieties and be successful in their studies. In this study, 157 spinach genotypes belonging to the S2 grade, which consists of domestic and commercial varieties, were evaluated to determine their diversity by using agro-morphological characteristics in order to determine their performance as a winter vegetable in our country. The studied genotypes are an important resource for the establishment of the world's core spinach collection. As a result, spinach genotypes, which were agro-morphologically characterized according to IPGRI criteria, showed high morphological diversity. It is thought that the results of the present study will support the conservation and use of local species in spinach cultivation programs.

## Ispanak Populasyonlarının Bazı Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesi

### Article Info

### ÖZET

**Article History**  
Received: 12.04.2022  
Accepted: 04.06.2022  
Published: 30.06.2022

**Keywords:**  
Ispanak,  
*Spinacia oleracea* L.,  
Agro-morfoloji,  
Karakterizasyon

Ispanak (*Spinacia oleracea* L.), yenilebilir yeşil yapraklar için kullanılan en önemli kışlık sebzelerden biri olmakla birlikte dünyanın çoğu bölgesinde talep artışına bağlı olarak son on yılda üretim miktarlarında önemli değişiklikler meydana gelmiştir. Kullanıma bağlı olarak, ıspanak yaprakları genel olarak üç tipe ayrılır: (i) savoy tipi (taze pazar amaçlı kullanılır), (ii) işleme tipi (düz, kırışksız ve kürek şeklindeki yaprakları olan pürüzsüz yaprak tipi), ve (iii) tadı ve narin yapısı nedeniyle tercihen salatalarda kullanılan bebek ıspanaktır. Ispanak populasyonlarının araştırılması yeni çeşitlerin geliştirilmesi ve çalışmalarının başarıya ulaşabilmesi için ıspanak populasyonları hakkında yeterli biyolojik, taksonomik, genetik ve agronomik bilgi birikimine gereksinim vardır. Bu araştırma ülkemiz koşullarında kışlık sebze olarak performanslarının belirlenmesi için yerli ve ticari çeşitlerden oluşan S2 kademesine ait 157 ıspanak genotipi agro-morfolojik özellikler kullanılarak çeşitliliklerini belirlemek için değerlendirilmiştir. Çalışılan genotipler, dünyadaki çekirdek ıspanak koleksiyonunun oluşturulması için önemli bir kaynaktır. Sonuç olarak IPGRI kriterlerine göre agro-morfolojik karakterizasyonu yapılan ıspanak genotiplerinin yüksek oranda morfolojik çeşitlilik gösterdiği göstermiştir. Mevcut araştırmanın sonuçları, ıspanak yetiştirme programlarında yerel türlerin korunması ve kullanılması görevlerini destekleyeceği düşünülmektedir.

**Atf/Citation:** Dal, Y. & Turkmen, O. (2022). Determination of Some Morphological Features of Spinach Populations, *Eregli Journal of Agricultural Science*, 2(1), 12-24.

"This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) (CC BY-NC 4.0)"



\* This study was based on the doctoral thesis of Yeşim Dal. The study was also supported by the BAP Office of Selcuk University with the project number 18201100.

## 1. Introduction

Spinach (*Spinacia oleracea* L.) is an edible flowering plant from the Amaranthaceae family (Chenopodioideae subfamily), which is native to central and southwestern Asia and may survive over winter in temperate regions. Among leafy vegetables, spinach is characterized by having higher concentrations of vitamins A, B, E, and K, as well as calcium, magnesium, phosphorus, iron, and potassium (Kawashima and Soares, 2003; Mohebodini *et al.*, 2017; Olaoye, 2021). In addition, it is known that vitamin C contains high amounts of oxalic acid, which is a secondary metabolite (Morelock and Correll, 2008). Depending on the use, spinach leaves are broadly divided into three types: (i) savoy type (used for fresh market purposes), (ii) processing type (smooth leaf type with flat, unwrinkled, and spade-shaped leaves), and (iii) baby spinach, which is preferably used in salads due to its taste and delicate structure (Avşar, 2011; Decoteau, 2000). Morphological characteristics of spinach such as color, leaf size, and smoothness of leaves are important for industrial targets.

New varieties are required due to growing conditions, consumer demands, and disease resistance in spinach. However, these requirements are being developed by multinational companies. With regard to the country's interests, it is a necessity to develop spinach varieties suitable for domestic producer and consumer demands. However, in order to use the genetic potential of different germplasmas, it is necessary to know their genetic variations (Morelock and Correll, 2008; Sabaghnia *et al.*, 2015).

The evaluation of genetic diversity acts as a starting point for the establishment of “a core collection.” Here, the whole variability in the collection is represented in a small subset of accessions (Sabaghnia *et al.*, 2015). Spinach genotypes present interesting adapted traits, so the knowledge of diversity among spinach genotypes is critical in breeding programs and for the conservation of genetic resources (Liu *et al.*, 2019; Sabaghnia *et al.*, 2015). This study was based on a doctoral thesis carried out at Selcuk University, the Institute of Science and Technology, the Department of Horticulture. In this context, the study presents the agro-morphological characteristics of 157 S2-level spinach germplasm collections of the gene pool created.

## 2. Material and Methods

This study was carried out in the research and application greenhouse of Selcuk University, the Faculty of Agriculture in the 2018 spring semester. In the study, using IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute) parameters, green color density in the leaf blade, swelling in the leaf blade, lobed in the leaf blade, attachment on the petiole, petiole length, leaf blade position, leaf blade shape, leaf blade edge, leaf blade apex shape, longitudinal shape of the leaf blade, number of leaves and agro-morphological observations such as leaf fragility were investigated (Table 1).

## Results and Discussion

Agro-morphological studies are known to be the simplest and easiest way of taxonomic description of plants (Smith *et al.*, 1991). They have also been reported to be a basic requirement for the effective use of plant material by plant breeders (Barro-Kondombo *et al.*, 2010). Within the scope of the study, 157 genotypes belonging to the S2 level were subjected to agro-morphological observation. The distribution ratios of the criteria belonging to the morphological characteristics are given as percent (%) in all genotypes.

**Table 1.** *Agro-morphological Observations of the S2 Level*

Genotype no (S2)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
1	1k-1	Mid	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Semi-erect	Tall	Semi-erect	Triangular	Curved	Pointy	Flat	Mid	Low
2	1k-3	Mid	Little	Little	Semi-erect	Tall	Semi-erect	Triangular	Curved	Pointy	Flat	Mid	Low
3	2k-1	Little	Mid	Mid	Semi-erect	Tall	Semi-erect	Triangular	Curved	Chump	Convex	Mid	Mid
4	2k-2	Mid	Mid	Mid	Semi-erect	Mid	Horizontal	Ovate	Smooth	Circular	Flat	Mid	High
5	3k-1	Mid	Little	Little	Semi-erect	Mid	Erect	Mid Elliptical	Curved	Chump	Flat	Mid	Low
6	3k-2	Little	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Erect	Short	Erect	Mid Elliptical	Smooth	Chump	Flat	Low	Low
7	5k-1	Little	Little	Mid	Semi-erect	Mid	Horizontal	Triangular	Curved	Pointy	Convex	Mid	Mid
8	5k-4	Mid	Little	Little	Semi-erect	Mid	Semi-erect	Ovate	Smooth	Circular	Flat	Mid	High
9	5k-5	Mid	Little	Absent/ Very little	Semi-erect	Mid	Semi-erect	Ovate	Smooth	Circular	Convex	Mid	Mid
10	6k-1	Mid	Little	Absent/ Very little	Semi-erect	Short	Horizontal	Ovate	Smooth	Circular	Convex	Mid	Low
11	6k-3	Mid	Little	Absent/ Very little	Semi-erect	Short	Semi-erect	Ovate	Smooth	Chump	Flat	Low	Mid
12	7k-2	Mid	Little	Absent/ Very little	Semi-erect	Short	Semi-erect	Ovate	Smooth	Pointy	Flat	Mid	High
13	10a-4	Dark	Little	Absent/ Very little	Horizontal	Short	Semi-erect	Mid elliptical	Smooth	Circular	Flat	Mid	High
14	10a-5	Mid	Little	Little	Semi-erect	Mid	Semi-erect	Mid elliptical	Smooth	Chump	Convex	Little	Mid
15	10b-4	Mid	Little	Absent/ Very little	Semi-erect	Mid	Semi-erect	Mid elliptical	Smooth	Chump	Convex	Little	Mid
16	10b-5	Mid	Little	Absent/ Very little	Semi-erect	Mid	Semi-erect	Mid elliptical	Smooth	Chump	Convex	Little	Mid
17	15k-1	Mid	Absent/ Very little	Little	Semi-erect	Mid	Horizontal	Mid elliptical	Smooth	Chump	Convex	Little	Mid

18	16k-3	Mid	Absent/ Very little	Little	Horizontal	Mid	Semi-erect	Mid elliptical	Smooth	Chump	Convex	Little	Mid
19	19a-5	Mid	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Semi-erect	Mid	Horizontal	Mid elliptical	Smooth	Circular	Flat	Little	Mid
20	19b-5	Mid	Absent/ Very little	Little	Semi-erect	Mid	Horizontal	Ovate	Smooth	Circular	Convex	Mid	Mid
21	19c-2	Mid	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Semi-erect	Mid	Horizontal	Ovate	Smooth	Circular	Convex	Mid	Mid
22	19c-3	Mid	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Semi-erect	Mid	Horizontal	Mid elliptical	Smooth	Circular	Convex	Mid	Mid
23	19k-4	Mid	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Semi-erect	Mid	Horizontal	Mid elliptical	Smooth	Circular	Convex	Mid	Mid
24	23k-2	Mid	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Semi-erect	Mid	Horizontal	Mid elliptical	Smooth	Pointy	Flat	Mid	Mid
25	23k-3	Mid	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Semi-erect	Mid	Horizontal	Mid elliptical	Smooth	Pointy	Flat	Mid	Mid
26	24k-1	Mid	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Erect	Tall	Erect	Triangular	Ripple	Chump	Flat	Mid	Mid
27	24k-2	Mid	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Erect	Tall	Erect	Broad	Ripple	Chump	Flat	Mid	High
28	24k-5	Little	Absent/ Very little	Little	Erect	Tall	Erect	Mid elliptical	Smooth	Chump	Flat	Mid	Mid
29	31a-1	Mid	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Erect	Tall	Semi-erect	Ovate	Smooth	Circular	Flat	Mid	High
30	31b-3	Mid	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Erect	Tall	Semi-erect	Ovate	Smooth	Circular	Flat	Mid	High
31	31c-1	Mid	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Erect	Tall	Semi-erect	Ovate	Smooth	Circular	Flat	Mid	High
32	31d-4	Mid	Mid	Absent/ Very little	Semi-erect	Mid	Semi-erect	Ovate	Ripple	Chump	Flat	Mid	Mid
33	31d-5	Mid	Mid	Absent/ Very little	Semi-erect	Mid	Semi pendulous	Ovate	Ripple	Chump	Flat	Mid	Mid
34	31k-2	Little	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Erect	Mid	Semi-erect	Mid Elliptical	Smooth	Circular	Flat	Mid	High
35	32a-5	Mid	Little	Absent/ Very little	Horizontal	Mid	Semi pendulous	Triangular	Smooth	Chump	Flat	Mid	Low

36	32b-2	Mid	Little	Absent/ Very little	Erect	Mid	Semi-pendulous	Triangular	Smooth	Chump	Flat	Mid	Low
37	32b-3	Mid	Little	Absent/ Very little	Erect	Tall	Semi-erect	Broad Ovate	Ripple	Pointy	Convex	Mid	High
38	32b-4	Dark	Mid	Absent/ Very little	Horizontal	Tall	Horizontal	Ovate	Curved	Chump	Convex	Mid	High
39	32c-2	Mid	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Horizontal	Mid	Horizontal	Broad ovate	Curved	Chump	Convex	Mid	Mid
40	32d-4	Mid	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Horizontal	Mid	Horizontal	Ovate	Curved	Chump	Convex	Mid	High
41	32k-3	Mid	Little	Absent/ Very little	Semi-erect	Tall	Semi-erect	Triangular	Curved	Pointy	Flat	Mid	Mid
42	33c-4	Mid	Little	Absent/ Very little	Semi-erect	Mid	Semi-erect	Ovate	Smooth	Chump	Flat	Mid	Mid
43	33k-5	Dark	Mid	Little	Semi-erect	Tall	Semi-erect	Ovate	Curved	Chump	Flat	Mid	High
44	36k-2	Mid	Mid	Mid	Semi-erect	Mid	Erect	Triangular	Curved	Chump	Flat	Mid	High
45	38-1*2	Mid	Mid	Mid	Horizontal	Short	Semi-erect	Ovate	Ripple	Chump	Convex	High	Low
46	38k-1	Very little	Mid	Mid	Horizontal	Short	Semi-erect	Ovate	Ripple	Chump	Convex	High	Low
47	38k-5	Mid	Mid	Absent/ Very little	Horizontal	Short	Semi-erect	Ovate	Ripple	Chump	Convex	High	High
48	39a-1	Mid	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Horizontal	Short	Semi-erect	Ovate	Smooth	Chump	Convex	High	High
49	39a-4	Mid	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Horizontal	Short	Semi-erect	Ovate	Ripple	Chump	Convex	High	High
50	39k-2	Very little	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Semi-erect	Mid	Semi-erect	Ovate	Smooth	Chump	Flat	Mid	Mid
51	39k-3	Mid	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Semi-erect	Tall	Semi-erect	Ovate	Smooth	Chump	Convex	Mid	High
52	40-1*1	Mid	Little	Little	Erect	Tall	Erect	Ovate	Smooth	Chump	Flat	Mid	High
53	40-1*2	Little	Mid	Mid	Semi-erect	Tall	Semi-erect	Triangular	Curved	Chump	Flat	Mid	Mid
54	40k-1	Mid	Mid	Absent/ Very little	Semi-erect	Tall	Semi-erect	Triangular	Ripple	Chump	Convex	Mid	Mid
55	40k-4	Mid	Mid	Absent/ Very little	Semi-erect	Tall	Semi-erect	Triangular	Smooth	Chump	Convex	Mid	Mid

56	42b-1	Mid	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Horizontal	Short	Horizontal	Triangular	Smooth	Chump	Flat	Mid	Mid
57	42c-1	Mid	Little	Absent/ Very little	Horizontal	Short	Horizontal	Mid Elliptical	Smooth	Chump	Flat	Low	Mid
58	42d-3	Mid	Mid	Little	Semi-erect	Mid	Horizontal	Triangular	Smooth	Chump	Flat	Mid	Mid
59	44k-2	Mid	Mid	Little	Semi-erect	Mid	Horizontal	Triangular	Smooth	Chump	Flat	Mid	Mid
60	46k-1	Mid	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Erect	Mid	Erect	Triangular	Curved	Pointy	Convex	Low	High
61	47c-5	Mid	Mid	Absent/ Very little	Erect	Mid	Erect	Triangular	Ripple	Chump	Convex	Mid	High
62	47d-2	Mid	Mid	Absent/ Very little	Semi-erect	Mid	Erect	Ovate	Curved	Circular	Convex	High	Low
63	47k-2	Mid	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Erect	Mid	Erect	Triangular	Curved	Pointy	Convex	Low	High
64	48a-2	Mid	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Erect	Mid	Erect	Triangular	Curved	Pointy	Convex	Low	High
65	48b-2	Mid	Little	Little	Erect	Tall	Erect	Triangular	Ripple	Pointy	Convex	Mid	Low
66	48c-4	Mid	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Horizontal	Tall	Semi-erect	Triangular	Ripple	Pointy	Convex	Mid	Low
67	48c-5	Mid	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Horizontal	Tall	Erect	Triangular	Ripple	Pointy	Convex	Mid	Low
68	48d-5	Mid	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Erect	Tall	Semi-erect	Triangular	Ripple	Chump	Convex	Mid	High
69	48e-1	Mid	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Erect	Tall	Erect	Ovate	Ripple	Chump	Flat	Mid	High
70	48f-1	Mid	Mid	Little	Erect	Tall	Erect	Triangular	Curved	Chump	Convex	Mid	Mid
71	48f-5	Mid	Mid	Little	Erect	Tall	Erect	Triangular	Ripple	Chump	Convex	Mid	Mid
72	48k-4	Mid	Mid	Little	Erect	Tall	Erect	Triangular	Ripple	Chump	Convex	Mid	Mid
73	49a-4	Mid	Mid	Little	Horizontal	Tall	Horizontal	Broad ovate	Curved	Chump	Convex	Low	Low
74	49b-3	Dark	Little	Absent/ very little	Semi-erect	Tall	Semi-pendulous	Ovate	Ripple	Circular	Convex	Mid	High
75	49c-3	Mid	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Erect	Mid	Semi-erect	Ovate	Ripple	Circular	Flat	Mid	Mid
76	49k-2	Little	Little	Little	Erect	Tall	Erect	Triangular	Ripple	Chump	Flat	Low	Low

77	50a-1	Dark	Little	Absent/ Very little	Semi-erect	Tall	Semi-pendulous	Ovate	Ripple	Circular	Convex	Mid	High
78	50b-5	Mid	Absent/ Very little	Little	Erect	Tall	Erect	Broad Ovate	Curved	Circular	Flat	Mid	Low
79	50c-5	Little	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Erect	Tall	Erect	Ovate	Ripple	Circular	Convex	Mid	High
80	50k-1	Mid	Little	Absent/ Very little	Erect	Mid	Semi-erect	Mid elliptical	Ripple	Chump	Flat	Mid	Low
81	50k-2	Mid	Absent/ Very little	Little	Erect	Tall	Erect	Broad Ovate	Curved	Circular	Flat	Mid	Low
82	50k-3	Little	Little	Little	Erect	Tall	Erect	Triangular	Ripple	Chump	Flat	Low	Low
83	51a-1	Mid	Absent/ Very little	Little	Erect	Tall	Erect	Broad ovate	Curved	Circular	Flat	Mid	Low
84	51a-3	Little	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Erect	Tall	Erect	Ovate	Ripple	Circular	Flat	Mid	Low
85	51b-2	Little	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Erect	Tall	Erect	Triangular	Curved	Pointy	Convex	Mid	Mid
86	51c-5	Mid	MIDDLE	Little	Erect	Tall	Erect	Ovate	Ripple	Pointy	Convex	High	Low
87	51d-5	Mid	Absent/ Very little	Little	Erect	Tall	Semi-erect	Triangular	Curved	Pointy	Convex	Mid	High
88	51k-4	Mid	Little	Absent/ Very little	Erect	Mid	Semi-erect	Mid elliptical	Ripple	Chump	Flat	Mid	Low
89	52a-5	Mid	Absent/ Very little	Little	Erect	Tall	Semi-erect	Triangular	Curved	Pointy	Convex	Mid	High
90	52b-3	Little	Mid	Absent/ Very little	Semi-erect	Mid	Semi-erect	Triangular	Ripple	Chump	Flat	Low	Low
91	52b-5	Little	Absent/ Very little	Mid	Semi-erect	Tall	Erect	Triangular	Curved	Chump	Flat	High	Low
92	52c-2	Mid	Mid	Little	Erect	Tall	Semi-erect	Triangular	Curved	Pointy	Convex	High	Low
93	52c-5	Mid	Absent/ Very little	Little	Erect	Tall	Semi-erect	Triangular	Curved	Pointy	Convex	Mid	High
94	52k-5	Mid	Absent/ Very little	Little	Erect	Tall	Semi-erect	Triangular	Curved	Pointy	Convex	Mid	High
95	53a-4	Mid	Mid	Little	Semi-erect	Tall	Horizontal	Triangular	Curved	Chump	Convex	Mid	High
96	53a-5	Mid	Little	Little	Semi-erect	Tall	Semi-erect	Triangular	Curved	Pointy	Convex	Mid	Low



97	53b-3	Mid	Mid	Mid	Semi-erect	Tall	Horizontal	Triangular	Curved	Chump	Convex	Mid	Mid
98	53c-4	Mid	Absent/ Very little	Little	Erect	Tall	Semi-erect	Triangular	Curved	Pointy	Convex	Mid	High
99	53c-5	Mid	Very dense	Little	Erect	Mid	Semi-erect	Triangular	Ripple	Pointy	Convex	Mid	Mid
100	53d-4	Mid	Mid	Mid	Horizontal	Mid	Horizontal	Ovate	Smooth	Circular	Convex	Mid	Low
101	53k-1	Mid	Mid	Mid	Horizontal	Mid	Horizontal	Ovate	Smooth	Circular	Convex	Mid	Low
102	54a-4	Mid	Mid	Mid	Horizontal	Mid	Horizontal	Ovate	Smooth	Circular	Convex	Mid	Low
103	54b-3	Mid	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Semi-erect	Tall	Horizontal	Ovate	Smooth	Circular	Convex	Mid	Mid
104	54b-5	Mid	Absent/ Very little	Mid	Semi-erect	Tall	Semi-erect	Triangular	Ripple	Chump	Convex	Mid	High
105	54c-3	Mid	Mid	Mid	Erect	Tall	Erect	Mid Elliptical	Ripple	Chump	Convex	Mid	Mid
106	54c-4	Mid	Little	Absent/ Very little	Semi-erect	Tall	Horizontal	Ovate	Smooth	Chump	Flat	Mid	Low
107	54k-3	Little	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Semi-erect	Tall	Semi-erect	Mid Elliptical	Smooth	Chump	Convex	Mid	High
108	54k-4	Mid	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Horizontal	Tall	Semi-erect	Triangular	Ripple	Pointy	Convex	Mid	Low
109	55a-3	Mid	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Horizontal	Tall	Erect	Triangular	Ripple	Pointy	Convex	Mid	Low
110	55b-5	Mid	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Erect	Tall	Semi-erect	Triangular	Ripple	Chump	Convex	Mid	High
111	55k-4	Mid	Mid	Little	Erect	Tall	Erect	Triangular	Curved	Chump	Convex	Mid	Mid
112	56a-3	Mid	Mid	Little	Erect	Tall	Erect	Triangular	Ripple	Chump	Convex	Mid	Mid
113	56a-4	Mid	Mid	Little	Erect	Tall	Erect	Triangular	Ripple	Chump	Convex	Mid	Mid
114	56b-5	Mid	Mid	Little	Horizontal	Tall	Horizontal	Broad Ovate	Curved	Chump	Convex	Low	Low
115	56c-1	Dark	Little	Absent/ Very little	Semi-erect	Tall	Semi-pendulous	Ovate	Ripple	Circular	Convex	Mid	High
116	56c-5	Mid	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Erect	Mid	Semi-erect	Ovate	Ripple	Circular	Flat	Mid	Mid
117	56d-5	Little	Little	Little	Erect	Tall	Erect	Triangular	Ripple	Chump	Flat	Low	Low
118	56k-5	Dark	Little	Absent/ Very little	Semi-erect	Tall	Semi-pendulous	Ovate	Ripple	Circular	Convex	Mid	High

119	57a-3	Mid	Absent/ Very little	Little	Erect	Tall	Erect	Broad Ovate	Curved	Circular	Flat	Mid	Low
120	57b-1	Mid	Very dense	Little	Semi-erect	Mid	Semi-erect	Triangular	Curved	Pointy	Convex	Mid	Mid
121	57k-2	Dark	Mid	Absent/ Very little	Erect	Tall	Semi-erect	Mid Elliptical	Ripple	Chump	Convex	Mid	High
122	57k-4	Mid	Mid	Little	Erect	Tall	Erect	Triangular	Ripple	Chump	Convex	Mid	Mid
123	58a-2	Mid	Mid	Mid	Horizontal	Mid	Horizontal	Ovate	Smooth	Circular	Convex	Mid	Low
124	58b-4	Mid	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Semi-erect	Tall	Horizontal	Ovate	Smooth	Circular	Convex	Mid	Mid
125	58b-5	Mid	Absent/ Very little	Mid	Semi-erect	Tall	Semi-erect	Triangular	Ripple	Chump	Convex	Mid	High
126	58c-5	Dark	Mid	Absent/ Very little	Horizontal	Tall	Horizontal	Ovate	Ripple	Circular	Convex	Mid	Mid
127	59a-2	Dark	Absent/ Very little	Little	Erect	Tall	Erect	Mid Elliptical	Ripple	Chump	Convex	Mid	High
128	59b-5	Dark	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Semi-erect	Tall	Semi-erect	Triangular	Ripple	Pointy	Convex	Mid	High
129	59c-4	Mid	Little	Little	Erect	Tall	Erect	Triangular	Ripple	Chump	Flat	Mid	High
130	59k-4	Dark	Very dense	Mid	Semi-erect	Mid	Horizontal	Ovate	Ripple	Circular	Convex	Mid	Mid
131	60a-4	Mid	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Horizontal	Mid	Horizontal	Ovate	Ripple	Circular	Convex	Mid	Mid
132	60b-3	Dark	Very dense	Little	Erect	Mid	Semi-erect	Triangular	Ripple	Pointy	Convex	Mid	Mid
133	60c-5	Dark	Very dense	Mid	Semi-erect	Mid	Semi-pendulous	Ovate	Ripple	Chump	Convex	Mid	High
134	60d-4	Mid	Little	Little	Semi-erect	Mid	Erect	Mid Elliptical	Curved	Chump	Flat	Mid	Low
135	60d-5	Little	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Erect	Short	Erect	Mid Elliptical	Smooth	Chump	Flat	Low	Low
136	60k-4	Dark	Very dense	Mid	Semi-erect	Mid	Horizontal	Ovate	Ripple	Circular	Convex	Mid	Low
137	61a-2	Mid	Absent/ Very little	Little	Erect	Tall	Erect	Broad Ovate	Curved	Circular	Flat	Mid	Low
138	61a-3	Little	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Erect	Tall	Erect	Ovate	Ripple	Circular	Flat	Mid	Low
139	61b-1	Little	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Erect	Tall	Erect	Triangular	Curved	Pointy	Convex	Mid	Mid

140	61c-5	Mid	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Horizontal	Tall	Horizontal	Ovate	Smooth	Circular	Convex	Mid	Mid
141	62a-3	Little	Mid	Little	Semi-erect	Tall	Semi-erect	Triangular	Curved	Chump	Convex	Mid	High
142	63b-4	Mid	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Semi-erect	Tall	Horizontal	Ovate	Smooth	Circular	Convex	Mid	Mid
143	63k-2	Mid	Absent/ Very little	Mid	Semi-erect	Tall	Semi-erect	Triangular	Ripple	Chump	Convex	Mid	High
144	64a-2	Mid	Little	Absent/ Very little	Semi-erect	Mid	Semi-erect	Ovate	Smooth	Chump	Flat	Mid	Mid
145	64c-5	Mid	Absent/ Very little	Mid	Semi-erect	Tall	Semi-erect	Triangular	Ripple	Curved	Convex	Mid	High
146	64d-3	Mid	Mid	Little	Semi-erect	Tall	Semi-erect	Broad Elliptical	Curved	Chump	Convex	High	High
147	67a-5	Mid	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Erect	Tall	Erect	Triangular	Ripple	Pointy	Flat	Low	High
148	67b-4	Dark	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Erect	Tall	Erect	Triangular	Ripple	Chump	Convex	Mid	High
149	67c-1	Mid	Little	Little	Semi-erect	Mid	Erect	Mid Elliptical	Curved	Chump	Flat	Mid	Low
150	67c-4	Little	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Erect	Short	Erect	Mid Elliptical	Smooth	Chump	Flat	Low	Low
151	67d-5	Dark	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Erect	Tall	Erect	Triangular	Ripple	Pointy	Convex	Mid	High
152	67k-1	Dark	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Erect	Tall	Erect	Mid Elliptical	Ripple	Pointy	Convex	Mid	High
153	70k-3	Dark	Mid	Absent/ Very little	Horizontal	Tall	Horizontal	Ovate	Ripple	Circular	Convex	Mid	Mid
154	71a-5	Dark	Mid	Absent/ Very little	Erect	Tall	Semi-erect	Mid Elliptical	Ripple	Chump	Convex	Mid	High
155	71b-2	Dark	Absent/ Very little	Little	Erect	Tall	Erect	Mid Elliptical	Ripple	Chump	Convex	Mid	High
156	71c-2	Dark	Absent/ Very little	Absent/ Very little	Semi-erect	Tall	Semi-erect	Triangular	Ripple	Pointy	Convex	Mid	High
157	71d-4	Mid	Little	Little	Erect	Tall	Erect	Triangular	Ripple	Chump	Flat	Mid	High

A: Green color intensity in the leaf blade; B: Blistering of the leaf blade; C: Lobed leaf blade; D: Petiole attitude; E: Petiole length; F: Leaf blade stance; G: Shape of the leaf blade; H: Edge of the leaf blade; I: Shape of apex in the leaf blade; J: Longitudinal shape of the leaf blade; K: The number of leaves; L: Leaf fragility

According to the morphological observations regarding the green color density in the leaf blade of the spinach genotypes belonging to the S2 level, 1.2% of the genotypes had very little color, 13.3% had little color, 71.3% had medium color, and 14% had dark color. Leaf color is highly significant in leafy vegetables, as this parameter is a desirable and marketable feature in spinach cultivation (Eftekhari, Hasandokht, FatahiMoghadam, & Kashi, 2010; Sabaghnia et al., 2015). This is because dark green color is considered an important feature for consumers when choosing fresh or frozen spinach (Brandenberger, Wells, & Haigh, 2004). Researchers reported that green color in spinach is usually associated with chlorophyll a and b pigments, which inhibit the appearance of carotenoid pigments (Kidmose, Edelenbos, Christensen, & Hegelund, 2005; Wang, Chen, Stamps, & Li, 2005). Köse (2018), when looking at the green color intensity of the leaf blades of 50 spinach genotypes, determined nine of the genotypes as light, 28 as medium, 12 as dark, and one (Spi 151/93 genotype) as very dark green. Mohebodini et al. (2017) stated that 54 spinach accessions can be helpful for the development of new varieties for use in breeding programs by characterizing their morpho-agronomic properties. When the blistering of the leaf blades is considered, 47.1% have no or very little, 22.9% have little, 26.1% have medium, and 3.8% have very strong blistering. Blistering in the leaf blade is a consumer demand that varies according to the market condition of spinach. The lobedness of the leaf blade among genotypes was also investigated. While 54.7% of them had no or very little lobedness, moderate lobe was observed in 13.3% of them. When we look at petiole attitude, 41.1% of 157 S2-level spinach genotypes were observed to be erect, 41.4% semi-erect, and 17.1% horizontal. Petiole attitude is one of the principles of mechanical harvesting, and genetic improvement of this parameter during the selection of the S2 stage was one of the objectives of this study. In a study on spinach, 91.7% of the leaf lobes were found to be slightly deep and 5.6% to be medium-deep, while the attachment to the petiole was determined as horizontal in 50% and erect in 33.3% of the leaf lobes (Arif, Jatoi, Rafique, & Ghafoor, 2013). In the petiole length evaluations, it was determined that 8.9% was short and 91.1% was medium length. It has been stated that petiole length is considered to be a commercial factor for the production of canned spinach, especially in addition to machine harvesting (Sabaghnia et al., 2015). Leaf blade posture is a significant feature of fresh market and cultural processes of spinach. Of 157 spinach genotypes, 32.4% were erect, 39.4% were semi-erect, 22.9% were horizontal, and 5% were semi-pendulous. Spinach is grown primarily for its fresh leaves, and leaf and leaf area determine the yield performance. When the shape of the leaf blades was examined, it was determined that 40% of 157 spinach genotypes were triangular, 33.7% were ovate, 18.4% were mid-elliptic, and 7% were wide elliptic. Furthermore, dry weight is one of the desired properties for spinach processing and packaging, and it has been reported that high dry matter is directly related to the width of leaf structure in spinach (Arshi, 2000; Eftekhari et al., 2010). Another study reported that there was a positive correlation between yield, leaf area, and the number of leaves in spinach (Abolghasemi, Haghghi, Etemadi, Soorni, & Jafari, 2019). The apex shape in the leaf blades varied among genotypes, with 21.6% of them being pointy, 51.5% chump, and 26.7% rounded. As for the form of the leaf blade edge, it was observed that 41.4% were ripple, 31.8% were smooth, and 26.7% were curved. The longitudinal shape of the leaf blades was determined to be flat in 38.2% and convex in 61.7% of the genotypes. The observational value of leaf numbers was determined to be low in 13.3%, mid in 80.2%, and high in 6.3% of the genotypes. Regarding the current study, Abolghasemi et al. (2019) and Asadi and Hasandokht (2007) reported that the longitudinal shape of the leaf blade in spinach is an important part of the yield, together with the leaf width and the number of leaves. Another report on the subject stated that the harvest of marketable spinach plants depends on the size and number of leaves. Also, this is related to the length of the growth period and the effectiveness of the ambient warm conditions (Pandey & Kalloo, 1993). Morphological evaluations of leaf fragility

indicated a low fragility level in 28%, medium in 35.6%, and high in 36.3% of 157 genotypes. Rashid et al. (2020) conducted a field trial to investigate the genetic diversity of spinach germplasm from 30 different countries by using 21 agro-morphological features, six of which are quantitative and 15 of which are qualitative.

#### 4. Conclusions

In this study, differences were observed between genotypes, especially with respect to plant height and leaf characteristics (both quantitative and qualitative). Based on this, it was predicted that it would be beneficial to create a breeding program to increase the leaf yield of 157 spinach genotypes observed in terms of leaf characteristics.

#### Acknowledgements

This study was based on the doctoral thesis of Yeşim Dal. The study was also supported by the BAP Office of Selcuk University with the project number 18201100.

#### References

- Abolghasemi, R., Haghghi, M., Etemadi, N., Soorni, A., & Jafari, P. (2019). Screening of some native and foreign accessions of spinach for spring culture in Isfahan. *Iran Agricultural Research*, 38(1), 87-99.
- Arif, M., Jatoi, S. A., Rafique, T., & Ghafoor, A. (2013). Genetic divergence in indigenous spinach genetic resources for agronomic performance and implication of multivariate analyses for future selection criteria. *J Sci Technol Dev*, 32(1), 7-15.
- Arshi, Y. (2000). Genetic improvement of vegetable crops. *Iran Mashhad: Jahad Daneshgahi. (In Persian)*.
- Asadi, H., & Hasandokht, M. (2007). An evaluation of genetic diversity of Iranian spinach landraces.
- Avşar, B. (2011). *Genetic diversity of Turkish spinach cultivars*. Izmir Institute of Technology,
- Barro-Kondombo, C., Sagnard, F., Chantereau, J., Deu, M., Vom Brocke, K., Durand, P., Zongo, J. D. (2010). Genetic structure among sorghum landraces as revealed by morphological variation and microsatellite markers in three agroclimatic regions of Burkina Faso. *Theoretical and Applied Genetics*, 120(8), 1511-1523.
- Brandenberger, L., Wells, L. K., & Haigh, M. M. (2004). Yield and quality of spinach cultivars for spring production in Oklahoma. *HortTechnology*, 14(4), 602-605.
- Decoteau, D. R. (2000). *Vegetable crops*: Prentice Hall.
- Eftekhari, S. A., Hasandokht, M., FatahiMoghadam, M., & Kashi, A. (2010). Genetic diversity of some Iranian Spinach (*Spinacia oleracea* L.) landraces using morphological traits. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 41(1).
- Kawashima, L. M., & Soares, L. M. V. (2003). Mineral profile of raw and cooked leafy vegetables consumed in Southern Brazil. *Journal of Food Composition and Analysis*, 16(5), 605-611.
- Kidmose, U., Edelenbos, M., Christensen, L. P., & Hegelund, E. (2005). Chromatographic determination of changes in pigments in spinach (*Spinacia oleracea* L.) during processing. *Journal of chromatographic science*, 43(9), 466-472.
- Köse, E. (2018). *Bazı ıspanak aksesyonlarının morfolojik özelliklerinin belirlenmesi*. Namık Kemal Üniversitesi,

- Liu, F.-M., Zhang, N.-N., Liu, X.-J., Yang, Z.-J., Jia, H.-Y., & Xu, D.-P. (2019). Genetic diversity and population structure analysis of *Dalbergia odorifera* germplasm and development of a core collection using microsatellite markers. *Genes*, *10*(4), 281.
- Mohebodini, M., Sabaghnia, N., Behtash, F., & Janmohammadi, M. (2017). *Principal component analysis of some quantitative and qualitative traits in Iranian spinach landraces*. Paper presented at the Proceedings of the Latvian Academy of Sciences.
- Morelock, T. E., & Correll, J. C. (2008). Spinach. In *Vegetables I* (pp. 189-218): Springer.
- Olaoye, D. (2021). *Resistance Screening and Association Mapping for Resistance to the Downy Mildew Pathogen of Spinach*. University of Arkansas,
- Pandey, S., & Kalloo, G. (1993). Spinach: *Spinacia oleracea* L. In *Genetic improvement of vegetable crops* (pp. 325-336): Elsevier.
- Rashid, M., Yousaf, Z., Ullah, M. N., Munawar, M., Riaz, N., Younas, A., Shamsheer, B. (2020). Genetic variability assessment of worldwide spinach accessions by agro-morphological traits. *Journal of Taibah University for Science*, *14*(1), 1637-1650.
- Sabaghnia, N., Asadi-Gharneh, H., & Janmohammadi, M. (2015). Genetic diversity of spinach (*Spinacia oleracea* L.) landraces collected in Iran using some morphological traits. *Acta agriculturae Slovenica*, *103*(1), 101-111.
- Smith, S. E., Al-Doss, A., & Warburton, M. (1991). Morphological and Agronomic Variation in North African and Arabian Alfalfas. *Crop Science*, *31*(5).
- Wang, Q., Chen, J., Stamps, R. H., & Li, Y. (2005). Correlation of visual quality grading and SPAD reading of green-leaved foliage plants. *Journal of plant nutrition*, *28*(7), 1215-1225.

## Sıcak Suya Daldırma İşleminin Kalite Özellikleri ve Kuruma Kinetiği Parametrelerine Etkisi: Mor Havuç Örneği

Burcu AKSÜT<sup>1,a</sup>, Samet Kaya DURSUN<sup>2,b</sup>, Muhammed TAŞOVA<sup>2,\*,c</sup>

<sup>1</sup>Gaziosman Paşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tokat, Türkiye

<sup>2</sup>Gaziosman Paşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği, Tokat, Türkiye

\*Sorumlu Yazar e-mail: [muhammed.tasova@gop.edu.tr](mailto:muhammed.tasova@gop.edu.tr)

<sup>a</sup>ORCID: (<https://orcid.org/0000-0002-2732-5388>), <sup>b</sup>ORCID: (<https://orcid.org/0000-0002-8230-3560>), <sup>c</sup>ORCID: (<https://orcid.org/0000-0001-5025-0807>)

Makale Bilgileri	ÖZ
<p><b>Makale Geçmişi</b> Geliş: 21.02.2022 Kabul: 24.06.2022 Yayın: 30.06.2022</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b> Kurutma İşlemi, Etkatif Difüzyon, Mor Havuç, Matematiksel Modelleme.</p>	<p>Bu çalışmada, mor havuç Nüve ID 300 iklimlendirme test kabiniinde sabit 65 °C sıcaklıkta kurutulmuş kaynar suya daldırma ön işleminin etkisi araştırılmıştır. Kuruma süresi, kuruma oranı, rehidrasyon, renk, sertlik ve efektif difüzyon parametreleri açısından en uygun kurutma yöntemi araştırılmıştır. Uygulanan ön işlemin mor havucun kuruma süresini önemli düzeyde azalttığı tespit edilmiştir. Kaynar suya daldırma ön işleminin uygulanan örnekler 5.5 saatte, ön işlemsizler (kontrol) ise 6.5 saatte kurumuştur. Tazeye en yakın (<math>p&lt;0.05</math>) renk değerleri kaynar suya daldırıldıktan sonra kurutulan örneklerde tespit edilmiştir. En yüksek su alma kapasitesi kaynar suya daldırılan ön işlemin uygulanan örneklerde belirlenmiştir. Kontrol örneklerinin efektif difüzyon değeri <math>4.10 \times 10^{-10}</math> m<sup>2</sup>/s ve kaynar suya daldırılan örneklerde ise <math>4.31 \times 10^{-10}</math> m<sup>2</sup>/s olarak hesaplanmıştır. Kurutma modelleri arasında kuruma verilerini en iyi Polinomial Cubic modeli (<math>R^2: 0.9999</math>) tahmin etmiştir. Uygulanan kaynar suya daldırma ön işleminin havuç örneklerinin kuruma süresini azalttığı, renk değerlerini kontrole göre daha iyi koruduğu ve efektif difüzyon değerlerini hızlandırdığı tespit edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre mor havuç örneklerinin kurutulması işlemlerinde kaynar suya daldırma ön işleminin uygulanması hem kuruma kinetiği hem de kalite özellikleri açısından önerilmektedir.</p>

## The Effect of Hot Water Soaking Process on Quality Characteristics and Drying Kinetics Parameters: The Example of Purple Carrot

Article Info	ABSTRACT
<p><b>Article History</b> Received: 21.02.2022 Accepted: 24.06.2022 Published: 30.06.2022</p> <p><b>Keywords:</b> Drying process, Effective diffusion, Purple carrot, Mathematical modelling.</p>	<p>In this study, the effect of pretreatment was investigated by drying purple carrots at a constant 65 °C temperature in a Nuve ID 300 air-conditioning test cabinet. The most suitable drying method was investigated in terms of drying time, drying rate, rehydration, color, hardness and effective diffusion parameters of the samples. It was determined that the pre-treatment application significantly reduced the drying time of the purple carrot. Carrot samples, which were pre-treated by dipping into boiled water before drying, dried in 5.5 hours, while control samples (without pre-treatment) dried in 6.5 hours. The color values closest to fresh (<math>p&lt;0.05</math>) were determined in the dried samples after immersion in boiling water. The highest water absorption capacity was determined in the samples with pre-boiled water treatment. The effective diffusion value of the control samples was calculated as <math>4.10 \times 10^{-10}</math> m<sup>2</sup>/s and the samples dipped in boiling water as <math>4.31 \times 10^{-10}</math> m<sup>2</sup>/s. Among the drying models, the Polynomial Cubic model (<math>R^2: 0.9999</math>) estimated the drying data best. It has been determined that the pre-treatment of dipped in boiled water reduces the drying time of the carrot samples, protects the color values better and accelerates the effective diffusion values. According to the findings, it is recommended to apply dipping pre-treatment in boiled water in terms of both drying kinetics and quality properties in the drying processes of purple carrot samples.</p>



Atıf/Citation: Aksut, B., Dursun, S. K. & Tasova, M. (2022). The Effect of Hot Water Soaking Process on Quality Characteristics and Drying Kinetics Parameters: The Example of Purple Carrot, *Ereğli Tarım Bilimleri Dergisi*, 2(1), 32-40.

## 1. Giriş

*Umbelliferae* familyasına ait iki yıllık bir bitki türü olan havucun bilimsel adı *Daucus carota* olarak adlandırılmaktadır (Bülbül ve Haciseferoğulları, 2016). FAO'ya göre Dünya'da mor havucunda dahil olduğu Dünya'da toplam havuç üretimi miktarı 44.80 milyon tona ulaştığı bildirilmiştir (FAOSTAT, 2021; Polat ve ark., 2022). Mor havuç Türkiye'de özellikle İç Anadolu bölgesinde Konya ili Ereğli ve Karapınar ilçelerinde yetiştirilmektedir. Yüksek miktarlarda, fermente edilmiş içecek olarak tüketilmektedir. Üretimin yaklaşık %20'si şalgam ve %80'i ise konsantre sanayisinde kullanılmaktadır. Taze olarak tüketimi ise oldukça düşüktür. Mor havuç kumlu topraklarda iyi yetişmekte ve içerdiği antosiyanin içeriğinden dolayı koyu kırmızı-mor rengini almaktadır (Yılmaz, 2019).

Mor havuçta, kuru madde (142.3-159.6 g/kg), protein (7.0-13.8 g/kg), mineral olarak ise demir (4-5 mg/kg), kalsiyum (478-650 mg/kg), potasyum (1790-2220 mg/kg), fosfor (252-310 mg/kg) ve sodyum (298-447 mg/kg) gibi besin ve mineral maddeleri bulunmaktadır (Tatoğlu 2014; Yeşilören-Akal, 2019). Mor havuç ortalama %86-89 civarlarında nem içeriğine sahiptir.

Nem içeriği yüksek olan havuç hasattan sonra kısa bir sürede bozulmaya başlar. Bu nedenle hasattan sonra tüketilmeli ya da muhafaza edilerek raf ömrü uzatılmalıdır. Kurutma iyi bir muhafaza yöntemidir ve ürün içerisindeki yüksek nem miktarının bozulmadan korunabileceği kritik nem seviyesine düşürerek bu esnada ürünün kimyasal, fiziksel ve biyolojik özelliklerinde değişmelerin olduğu, kontrollü şartlarla gerçekleşen bir kütle ve ısı difüzyon olayıdır (Polatçı ve Taşova, 2020). Mor havucun kurutulması cips üretiminde, çorba, püre gibi gıdaların hazırlanmasında kullanılmaktadır (Santos ve ark., 2021). Kurutma işlemlerinde birçok farklı yöntem uygulanmaktadır. En eski yöntemler arasında açıkta (güneşte-gölgede) kurutma yöntemidir. Bu yöntemde sıcaklık kontrolü edilememekte ve çevre koşullarının dezavantajlarından dolayı kalite düşmekte ve hijyenik olmayan ürünler elde edilebilmektedir. Bu sebeple açıkta kurutma yöntemlerine alternatif olarak konvansiyonel sıcak havalı kurutma yöntemleri kullanılmaktadır. Kurutma işlemlerinde hemde ürünlerin fiziksel özelliklerini korumak hemde kuruma süresini azaltmak için tarımsal ürünlere bazı ön işlemler uygulanmaktadır. Bu ön işlemler kuruma esnasında meydana gelen olumsuz etkileri minimize etmeye veya durdurmaya yardımcı olmaktadır (Lewicki ve Gupta, 1995; Soomro ve ark., 2020). Ricce ve ark. (2016), çalışmalarında 4 mm kalınlığında dilimledikleri havuç örneklerine 25 kHz değerinde ultrason ön işlemleri uygulanmıştır. Ultrason ön işlemleri havuç örneklerinin kuruma ve rehidrasyon kinetiğini hızlandırdığını tespit etmişlerdir. Mierzwa ve ark. (2017), çalışmalarında ultrason destekli ve destekli olmak üzere fruktoz çözeltisine daldırma ön işleminin havuç kurutma işlemine olan etkisini araştırmışlardır. Yapılan ön işlemlerin kuruma kinetiğine istatistiksel açıdan önemli bir etki etmediği fakat kurutulan örneklerin kalite değerlerini koruması açısından önemli bir etkisinin olduğunu tespit etmişlerdir. Al-Amin ve ark. (2015), çalışmalarında havuç örneklerini %0.1, 0.2 ve 0.3'lük sodyum meta bi-sülfüt çözeltileri ve kaynar suya daldırma ön işlemlerinin etkisini araştırmışlardır. Ön işlemlerin kurutulan havuç dilimlerinin rehidrasyon, kuruma süresi ve efektif difüzyon değerlerini önemli düzeyde etkilediğini bildirmişlerdir.

Bu çalışmada; daire şeklinde 45±2 mm kalınlığında dilimlenen havuç örnekleri, Nüve ID 300 iklimlendirme test kabini içinde kaynar suya daldırma ön işlemleri uygulanarak ve uygulanmayarak (kontrol) 65 °C sıcaklıkta kurutulmuştur. Kurutulan mor havuç örnekleri için en uygun ince tabakalı kuruma modeli, kuruma performansı, rehidrasyon özellikleri ve sertlik ve renk değerleri araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### Deneme Materyali

Çalışma materyali olarak mor havuç kullanılmıştır. Ürün Konya ilindeki bir semt pazarından satın alınmıştır. Nem tayini ve kurutma işlemleri için iyi muhafaza edilmiş paket içerisinde Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Biyosistem Mühendisliği kurutma laboratuvarına getirilmiştir. Ürünler +4±0.5 °C sıcaklıkta işlemler sonlanana kadar saklanmıştır.

### Nem Tayini İşlemi

Kurutma işlemi öncesinde taze mor havucun yaş baza göre ilk nem içeriğinin belirlenmesi için ortalama 40±0.15 g örnek kullanılmıştır. Örnekler yıkanmış ve sağlam olanlar 45±2 mm kalınlığında daire şeklinde dilimlendikten sonra nem tayini için sabit 70 °C sıcaklıkta ağırlık değişimi sabitlenene kadar kurutulmuştur (Yağcıoğlu, 1999). Yaş ve kuru baza göre nem içeriği değerleri 1 ve 2 numaralı eşitlikler kullanılarak hesaplanmıştır.

$$N_y = \frac{W_i - W_s}{W_i} \times 100 \quad (1)$$

$$N_k = \frac{W_i - W_s}{W_s} \times 100 \quad (2)$$



Burada; Ny: Yaş baza göre nem (%), Nk: Kuru baza göre nem (%), Wi: Yaş örneğin ağırlığı (g), Ws: Kuru örneğin ağırlığı (g).

### Kurutma Yöntemi

Kurutma işlemi başlamadan önce  $\pm 4$  °C saklanan mor havuç ortam sıcaklığıyla dengelenene kadar oda ortamında bekletilmiştir. Homojen renkte olanlar seçilerek kurutma işlemi için  $45 \pm 2$  mm kalınlığında daire şeklinde dilimlenmiştir. Kaynar suya daldırma ön işlemi için önce elektrikli su ısıtıcı su kaynatılmıştır. Kaynatılan su daha geniş ve derin bir tabağa dökülerek dilimlenen havuçlar su içerisine konulmuştur. Kaynar su içerisinde 15 dakika bekletildikten sonra örneklerin kaba suları kağıt havlu ile kurulmuştur. Kontrol ve ön işlem uygulanmış örnekler daha sonra Nüve marka ID300 model iklimlendirme cihazında 65 °C sıcaklıkta kurutulmuştur. Kurutma işlemleri üçer paralel halinde yapılmış ve her paralelde ortalama  $21 \pm 2$  g mor havuç kullanılmıştır. Kurutucu içerisindeki ürünler belirlenen zaman aralıklarında çıkartılıp 0.01 g hassasiyete sahip AND marka GF-3000 model bir terazi ile tartım işlemleri gerçekleştirilerek ürün nemi yaş baza göre %10-14 seviyesine kadar kurutulmuştur (Polatçı ve ark., 2020).

### Renk Ölçümü

Taze ve kurutulmuş mor havuç örneklerinin L, a ve b değerleri Minolta marka CR300 model renk ölçer cihazı ölçülmüştür. Bu değerler kullanılarak kroma, hue, kahverengileşme indeksi ve toplam renk değişim değerleri hesaplanmıştır.

**Kroma** değeri, rengin doygunluğunu göstermektedir. Canlı renklerde yüksek değerler hesaplanırken solgun renklerde düşük değerler hesaplanmaktadır. Kroma değeri 3 numaralı eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

**Hue** değeri, ölçülen kırmızılık ve sarılık değerleri kullanılarak hesaplanan bir renk radyantını ifade etmektedir. Hue değeri 4 numaralı eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

$$C = (a^2 + b^2)^{1/2} \quad (3)$$

$$h^\circ = \tan^{-1} \left( \frac{b^*}{a^*} \right) \quad (4)$$

**Toplam renk değişim değeri ( $\Delta E$ ):** Taze mor havucun renk değerlerini kurutma işlemleriyle ne kadar değiştiğini belirlemektir. Toplam renk değişim değerini 8 numaralı eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır (Çelen ve ark., 2015).

$$\Delta L = L_{\text{taze}} - L^2 \quad (5)$$

$$\Delta a = a_{\text{taze}} - a \quad (6)$$

$$\Delta b = b_{\text{taze}} - b \quad (7)$$

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2} \quad (8)$$

**Kahverengileşme indeksi değeri (BI):** Kurutulan tüm meyvelerin kahverengileşme indeksi değeri 9 ve 10 numaralı eşitlikler kullanılarak hesaplanmaktadır (Plou ve ark., 1999). Bu eşitlik tüm kurutma işlemlerinde biyolojik materyal yüzeyinde gerçekleşebilen kahverengileşme değerini belirtir. Bu değer mor havuca uygulanan kurutma işlemi sonunda gerçekleşen kahverengilik değerini belirtmektedir.

$$X = \frac{a + (1,75 \times L)}{[(5,645 \times L) + (a - (3,012 \times b))]} \quad (9)$$

$$BI = \frac{[100(x - 0,31)]}{0,17} \quad (10)$$

### Rehidrasyon Değerleri

Çalışma kapsamında kurutma işlemi sonrası mor havuçlar 25 ml'lik beherlerde bekletilmiştir. Yapılan ön işlemin rehidrasyon oranı ve kapasite parametrelerine etkisi araştırılmıştır. Kurutulan mor havuç örneklerinin rehidrasyon oranı (RO) 11 numaralı eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır (Ertekin ve Yıldız, 2004). Kurutulan mor havuç örneklerinin rehidrasyon kapasiteleri (RK) ise 12 numaralı eşitlik kullanılarak belirlenmiştir (Chen ve ark., 2017).

$$RO = \frac{M_2}{M_1} \quad (11)$$

$$RK = \frac{(M_2 - M_1)}{M_1} \times 100 \quad (12)$$

Bu eşitliklerde;  $M_2$  herhangi bir t süresi anındaki nemli ürünün ağırlığını,  $M_1$  kuru ürünün ilk ağırlığını temsil etmektedir.  $M_2$  nemlendirilmiş ürünün ağırlığını,  $M_1$  ise kuru ürünün ilk ağırlığını belirtmektedir.

### Efektif Difüzyon Değerlerinin Belirlenmesi

Kurutma işlemlerinde ürünlerden nemin uzaklaşması Fick yasasının ikinci kanunu ile açıklanmaktadır. Bu kanun süreye bağlı olarak uzaklaşan nemin birim zamanda yayılan alan miktarını belirtmektedir. Efektif difüzyon değeri hesaplanırken ürün doku yapısının korunduğu ve nemin sadece difüzyon yoluyla ortamdaki uzaklaştığı varsayımı kabul edilmektedir. Bu değer 14 numaralı eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır (Crank, 1979; Türker ve İşleroğlu, 2017).

$$MR = \frac{M - M_e}{M_0 - M_e} = \frac{8}{\pi} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} \exp \left[ (2n+1)^2 \frac{\pi^2 D_{eff} t}{4 L^2} \right] \quad (13)$$

$$\ln MR = \ln \frac{8}{\pi^2} - \frac{\pi^2 D_{eff} t}{4 L^2} \quad (14)$$

Burada;  $D_{eff}$  efektif difüzyonu ( $m^2/s$ ),  $L$  ürün dilim kalınlığının ( $m$ ) yarısını ifade etmektedir.  $t$  ise ürünün kuruma süresini göstermektedir.

### Kuruma Modeli

Kurutulan mor havuç örneklerinin süreyle bağlantılı olarak uzaklaşan nem oranı değeri 15 numaralı eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

$$ANO = \frac{M - M_e}{M_0 - M_e} \quad (15)$$

ANO: Ayrılabilir nem oranı

M: Kurutulan materyalin anlık nem içeriği (g nem/g kurumadde)

Me: Kurutulan materyalin verilen durumdaki denge nemi (g nem/g kurumadde)

M<sub>0</sub>: Kurutulan materyalin ilk nem içeriği (g nem/g kurumadde)

Kuruma eğrilerini oluşturmak için literatürde yaygın olarak kullanılan Lewis, Yağcıoğlu, Wang-Singh, Midilli-Küçük, Page, Modified Page ve Polynomial Cubic-Quadratic-Linear ince tabakalı matematiksel modeller seçilmiştir. Modelleri oluşturmak için SigmaPlot10.0 paket programı kullanılmıştır. Modellere ait eşitlikler aşağıda verilmiştir.

$$\text{Lewis} = ANO = \exp(-k \cdot t) \quad (\text{Lewis, 1921}) \quad (16)$$

$$\text{Yağcıoğlu} = ANO = k \cdot \exp(-h \cdot t) + j \quad (\text{Yağcıoğlu, 1999}) \quad (17)$$

$$\text{Wang-Singh} = ANO = 1 + k \cdot t + h \cdot t^2 \quad (\text{Wang ve Singh, 1978}) \quad (18)$$

$$\text{Midilli-Küçük} = ANO = h \cdot \exp(-j \cdot t^k) + (m \cdot t) \quad (\text{Midilli ve ark., 2002}) \quad (19)$$

$$\text{Page} = ANO = \exp(-k \cdot (h^t)) \quad (\text{Page, 1949}) \quad (20)$$

$$\text{Modified Page} = ANO = \exp(-(k \cdot t)^h) \quad (\text{Overhults ve ark., 1973}) \quad (21)$$

$$\text{Polynomial Cubic} = ANO = y_0 + a \cdot x + b \cdot x^2 + c \cdot x^3 \quad (\text{SigmaPlot 10.0}) \quad (22)$$

$$\text{Polynomial Quadratic} = ANO = y_0 + a \cdot x + b \cdot x^2 \quad (\text{SigmaPlot 10.0}) \quad (23)$$

$$\text{Polynomial Linear} = ANO = y_0 + a \cdot x \quad (\text{SigmaPlot 10.0}) \quad (24)$$

### Kuruma Hızı

Mor havuç örneklerinin kuruma hız değerlerine sıcaklıkların etkisi belirlenmiştir. Kuruma hız değerlerini hesaplamak için 25 numaralı eşitlik kullanılmıştır.

$$KH = M_t - M_{t+dt} / dt \quad (25)$$

Burada:  $M_t$ ;  $t$  anındaki nem içeriği (g nem/g kuru madde),  $dt$ ; dakika,  $KH$ ; kuruma hızı (g nem/g kuru madde. dakika).

### İstatistiksel Analiz

Kurutulmuş örneklerle tazeleri arasındaki istatistiksel farkı ( $p < 0.05$ ) belirlemek için SPSS23 programı kullanılarak çoklu karşılaştırma testi (Duncan) yapılmıştır.

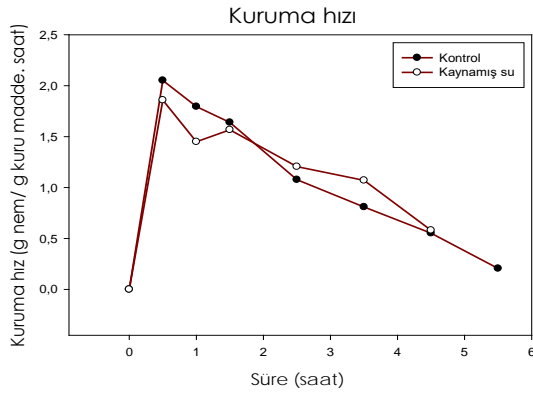
## 3. Bulgular ve Tartışma

### Kuruma Verileri

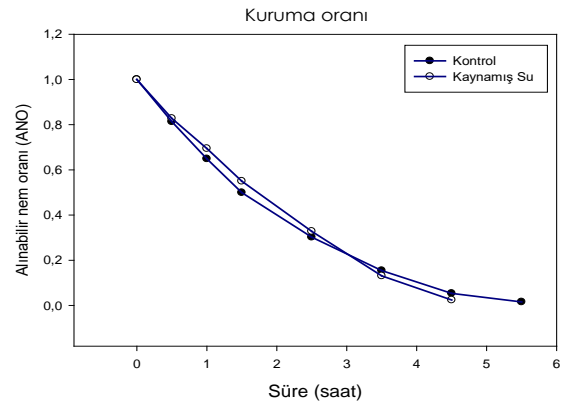
Kurutulmuş mor havucun toplam nem içeriği %84.52 olarak belirlenmiştir. İsmail, (2017) yaptığı kurutma çalışmasında havuç dilimlerinin ortalama nem içeriği ortalamasını %87.50 olarak tespit etmiştir. Bu değer hasat sonrasında bozulmadan uzun süre muhafaza edilebilmesi için güvenli olmayıp ortalama %10 nem seviyelerine kadar kurutulması gerekmektedir (Keskin ve ark. 2021). Yapılan kurutma işleminde kuruma süresinin azaltmak ve bazı kalite değerlerini artırmak için mor havuç örneklerine ön işlem uygulanmıştır. Ön işlem uygulanmış (kaynar suya daldırma) ve ön işlemsiz (kontrol) örneklerin kuruma süreleri incelendiğinde ön işlemin kuruma süresini azalttığı tespit edilmiştir. Kontrol ve ön işlem uygulanmış mor havuç örneklerin kuruma süreleri sırasıyla; 5.5, 4.5 saat olarak bulunmuştur.

**Kurutma Parametrelerine Ait Değerler**

Kurutulan mor havuç örneklerine ait havucun kuruma hızı ve kuruma oranları Şekil 1' de verilmiştir.



1a, Kuruma hız eğrileri



1b, Kuruma oran eğrileri

**Şekil 1.** Mor havuç örneklerine ait kuruma hızı eğrileri ve kuruma kinetiği

Şekil 1'e göre kurutma sıcaklıklarının kuruma hız değerlerine etkisinin önemli olduğu görülmüştür. Kaynar su ( $95\pm 2^\circ\text{C}$ ) (Yapılan işlem sırasında sıcaklık kaç derece idi? Sıcaklıkta düşme olmadı mı? parametreler metot kısmında detaylı açıklanmalı). Bu ön işleminde yapılan kurutma işleminin kuruma hız değerleri  $0.0310-0.0097$  g nem/g kuru madde.dakika arasında değiştiği belirlenmiştir. Ön işlemsiz (kontrol) olarak yapılan kurutma işleminde ise bu değer  $0.0342-0.0097$  g nem/g kuru madde.dakika arasında değiştiği tespit edilmiştir. İsmail (2017), yaptığı çalışmada havuç örneklerine farklı ön işlem uygulayarak kurutma işlemi yapmıştır.

**Renk Değerleri**

"L" değeri örneklerin parlaklık değerini ifade ederken 0-100 arasında değerler almaktadır. "a" değeri kırmızı-yeşil ve "b" değeri ise sarı-mavi renkleri temsil etmektedir. Bu değerler (+) işaretli ise "a" değeri kırmızı "b" değeride sarı renkte olduğunu (-) işaretli değerler alırsa "a" yeşil ve "b" mavi renkte olduğunu göstermektedir (McGuire, 1992). Taze ve kurutulmuş mor havuç örneklerinin ölçülen ve hesaplanarak belirlenen renk değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.

**Çizelge 1.** Mor Havuç Örneklerine Ait Ölçülen ve Hesaplanan Renk Değerleri

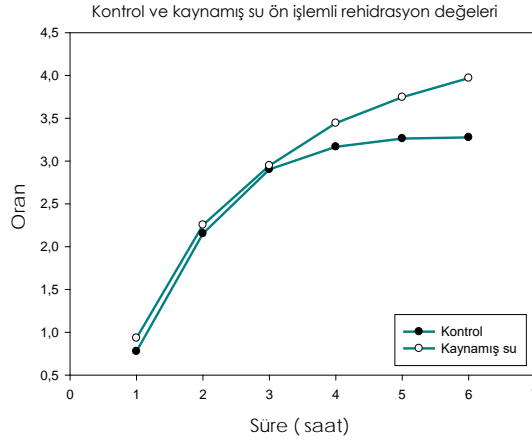
Kurutma Yöntemi	L	a	b	C	Hue	$\Delta E$	BI
Taze	$18.42\pm 1.77^c$	$14.70\pm 1.47^a$	$-3.40\pm 0.86^b$	$15.10\pm 1.57^a$	$-12.91\pm 2.44^b$	-	-
Kontrol	$30.32\pm 2.05^a$	$13.35\pm 2.55^{ab}$	$-1.00\pm 1.18^a$	$13.43\pm 2.56^b$	$-4.13\pm 5.07^a$	$21.82\pm 1.39^a$	$25.81\pm 4.85^b$
Ön işlem	$22.28\pm 1.30^b$	$11.91\pm 2.50^b$	$-4.76\pm 0.76^c$	$12.87\pm 2.45^b$	$-22.49\pm 5.08^c$	$16.40\pm 1.04^b$	$14.45\pm 6.94^c$

Çizelge 1'e göre kurutulmuş örneklerin L, a ve b değerlerinde taze havuçlara göre istatistiksel açıdan bir fark ( $p<0.05$ ) bulunmuştur. Ön işlem uygulandıktan sonra kurutulmuş örneklerin parlaklık değerleri tazeye göre istatistiksel açıdan daha yakın olarak bulunmuştur. Kurutulmuş örneklerin tazeye göre parlaklık değerlerini yükselttiği tespit edilmiştir. Demiray (2015), yaptığı tez çalışmasında farklı kurutucular ile havuç ve kopya biberi kurutmuştur. Sıcak hava ile kuruttuğu havuç örneklerinin renk değerleri incelendiğinde L parlaklık değerini  $65^\circ\text{C}$  kurutma sıcaklığında  $32.84\pm 1.64$  olarak bulmuştur. Bu değer çalışmadakki değerle istatistiksel açıdan en yakın olarak tespit edilmiştir. Kurutulmuş örneklerin kroma değerleri kendi aralarında incelendiğinde istatistiksel açıdan ( $p<0.05$ ) bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Kaynar su ön işleminin hue değerlerini artırdığı tespit edilmiştir. Toplam renk değişimi değerleri incelendiğinde en fazla renk değişimi kontrol uygulamasında belirlenmiştir. En düşük BI (kahverengileşme indeksi) değeri kaynar su ön işleminde hesaplanmıştır. Sonuçlara göre hesaplanan ve ölçülen parlaklık renk değerleri açısından ön işlem uygulandıktan kurutulmalarının istatistiksel ( $p<0.05$ ) açıdan daha uygun olduğu belirlenmiştir.

**Rehidrasyon Parametreleri ve Sertlik Değerleri**

Kurutulan tarımsal ürünlerin tekrardan su alma miktarlarının yüksek düzeylerde olması istenir. Bu durum kuru ürünün kullanıldığı gıda ortamına tadını ve aromasını bırakması için arzu edilen bir sebeptir. Kurutulmuş gıdaların rehidrasyon kinetiğinin araştırıldığı çalışmalarda rehidre olayında kullanılan suyun sıcaklığı da

rehidrasyon parametrelerini (rehidrasyon oranı, kapasitesi ve hızı) önemli düzeyde etkilediği belirtilmektedir. Kurutulan mor havuç örneklerine ait rehidrasyon ağırlık değişim değerleri Şekil 2 'de verilmiştir. Çalışmada uygulanan ön işlemin kurutulan mor havuç örneklerinin rehidrasyon değerlerine etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir. En yüksek su alma kapasitesi ön işlem uygulandıktan sonra kurutulan örneklerde tespit edilmiştir.



Şekil 2. Kurutulan mor havuç örneklerine ait rehidrasyon kinetiği

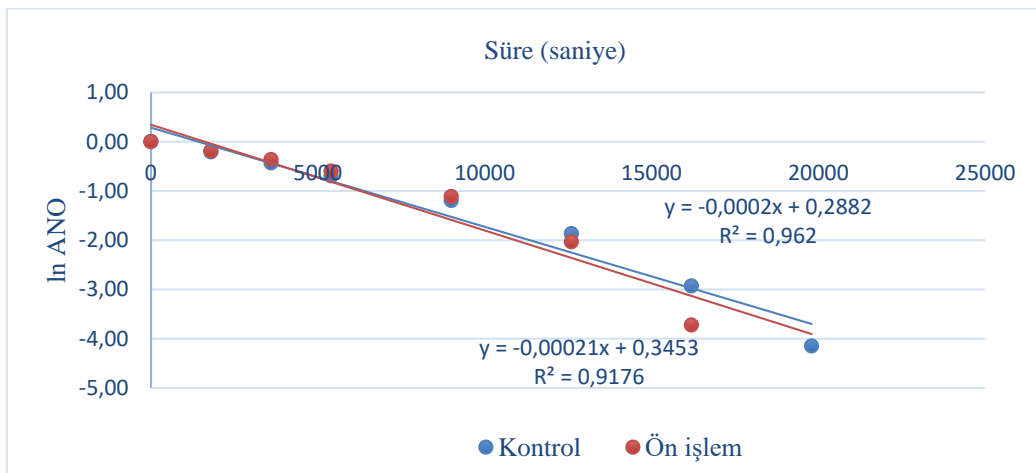
Kurutulan mor havuç örneklerine ait sertlik rehidrasyon oranı ve rehidrasyon kapasite değerleri Çizelge 2 'de verilmiştir. Çizelge 2 'ye göre sertlik değerleri açısından kıyaslandığında tazeye en yakın ( $p < 0.005$ ) kuru örneklerin ön işlem uygulananlarda tespit edilmiştir. Rehidrasyon oranı açısından her iki yöntemde kurutulan örneklerin birbirine oldukça yakın değerler aldığı belirlenmiştir. Rehidrasyon kapasitesi açısından ise kurutulan ön işlemsiz örneklerin kaynar suya bandırılan örneklere göre daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Çizelge 2. Mor Havuç Örneklerine Ait Sertlik, Rehidrasyon Oranı ve Kapasitesi Değerleri

	S	RO	RK
Taze	57.87±3.80 <sup>b</sup>	-	-
Kontrol	63.30±7.39 <sup>a</sup>	4.20±0.53	76.04±3.22
Daldırma ön işlemi	59.50±6.74 <sup>ab</sup>	4.20±0.47	75.97±2.84

### Efektif difüzyon değerleri

Kurutulan mor havuç örneklerine ait süreye bağlı alınabilir nem oranlarının (ANO)  $\ln$  ANO değerleri Şekil 3 'de verilmiştir.



Şekil 3.  $\ln$  ANO değerleri

Ön işlemin efektif difüzyon parametrelerine etkisi Çizelge 3 'de verilmiştir.

**Çizelge 3. Efektif Difüzyon Değerleri**

Kurutma Yöntemi	Efektif Difüzyon (m <sup>2</sup> /s)
Kontrol	4.10x10 <sup>-10</sup>
Kaynar suya daldırma ön işlemi	4.31x10 <sup>-10</sup>

Çizelge 3'e göre kaynar su ön işlemi efektif difüzyon değerlerini etkilemiştir. Kurutulan mor havuç kontrol örneklerinin efektif difüzyon değeri 4.10x10<sup>-10</sup> m<sup>2</sup>/s ve kaynar su ön işlem örneklerinin efektif difüzyon değeri ise 4.31x10<sup>-10</sup> m<sup>2</sup>/s olarak hesaplanmıştır. Ön işlem uygulaması efektif difüzyon değerini artırmıştır. Doymaz (2018) siyah havuca ön işlem uygulaması yaparak kurutma işlemi gerçekleştirmiştir. Çalışmasında efektif difüzyon katsayı değerlerini 1.41x10<sup>-8</sup> m<sup>2</sup>/s ile 7.41x10<sup>-8</sup> m<sup>2</sup>/s arasında değiştiğini tespit etmiştir. Bu çalışmadaki bulguyla kıyaslandığında farklı bir ön işlem uygulanarak efektif difüzyonun daha fazla hızlanmasına katkı sağlanmıştır. Kılıç ve Tabanlıgil-Calan (2020), yaptıkları çalışmada 50-60 °C kurutma sıcaklıklarında ön işlem uygulanarak kırmızı kapyra biber kurutmuşlardır. Ön işlemin efektif difüzyon katsayısının ön işlemsiz (kontrol) uygulamaya kıyasla daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Bu durum, ön işlemin materyalin kurumaya karşı gösterdiği direnci azalttığı ve kuruma kinetiğini hızlandırdığı düşünülmektedir.

#### Matematiksel Modelleme Verileri

Kurutulan mor havuç örneklerine ait matematiksel modelleme değerleri Çizelge 4 ve Çizelge 5'te verilmiştir.

**Çizelge 4. Ön İşlemsiz (kontrol) Modelleme Eşitliklerine Ait Veriler**

Model eşitlikleri	R <sup>2</sup>	p	k	h	j	M	Y <sup>0</sup>	a	b	C
Midilli-Küçük	0.9998	<0.0001	1.0899	0.9999	0.4193	-0.0109	-	-	-	-
Yağcıoğlu	0.9997	<0.0001	1.1399	0.3888	-0.1319	-	-	-	-	-
Page	0.9990	<0.0001	0.4290	1.1909	-	-	-	-	-	-
Wang-Singh	0.9991	<0.0001	-0.3708	0.0353	-	-	-	-	-	-
Modified Page	0.9990	<0.0001	0.4913	1.1909	-	-	-	-	-	-
Lewis	0.9950	<0.0001	0.4933	-	-	-	-	-	-	-
Polynomial Cubic	0.9999	<0.0001	-	-	-	-	1.0002	-0.4044	0.0554	-0.0026
Polynomial Quadratic	0.9993	<0.0001	-	-	-	-	0.9857	-0.3600	0.0337	-
Polynomial Linear	0.9621	<0.0001	-	-	-	-	0.8575	-0.1774	-	-

Çizelge 4'e göre, en yüksek R<sup>2</sup> değeri Polynomial Cubic model eşitliğinde 0.9999 olarak bulunurken, en düşük R<sup>2</sup> değeri ise Polynomial Linear model eşitliğinde 0.9621 olarak belirlenmiştir. Belirlenen tüm modellerin kullanımının istatistiksel açıdan güvenli (p<0.05) olduğu bulunmuştur.

**Çizelge 5. Ön İşlemlili (kaynar su) Modelleme Eşitliklerine Ait Veriler**

Model eşitlikleri	R <sup>2</sup>	p	k	h	j	m	Y <sup>0</sup>	a	b	C
Midilli-Küçük	0.9996	<0.0001	1.1042	0.9955	0.3175	-0.0380	-	-	-	-
Yağcıoğlu	0.9996	<0.0001	1.4983	0.2400	-0.4962	-	-	-	-	-
Page	0.9968	<0.0001	0.3615	1.3361	-	-	-	-	-	-
Wang-Singh	0.9998	<0.0001	-0.3396	0.0270	-	-	-	-	-	-
Modified Page	0.9968	<0.0001	0.4670	1.3361	-	-	-	-	-	-
Lewis	0.9855	<0.0001	0.4625	-	-	-	-	-	-	-
Polynomial Cubic	0.9998	<0.0001	-	-	-	-	0.9946	-0.3247	0.0188	-0.0012
Polynomial Quadratic	0.9998	<0.0001	-	-	-	-	0.9979	-0.3376	0.0267	-
Polynomial Linear	0.9885	<0.0001	-	-	-	-	0.9283	-0.2180	-	-

Çizelge 5'e göre, en yüksek R<sup>2</sup> değeri Polynomial Cubic-Quadratic ve Wang Sing model eşitliğinde 0.9998 olarak bulunurken, en düşük R<sup>2</sup> değeri ise Lewis model eşitliğinde 0.9855 olarak belirlenmiştir. Ön işlem uygulanan örneklere ait tüm kuruma modellerinin kullanımının istatistiksel açıdan güvenli (p<0.05) olduğu bulunmuştur.

#### 4. Sonuç

Kaynar suya daldırma ön işlemi mor havuç dilimlerinin kuruma sürelerini azalttığı belirlenmiştir. Bununla birlikte kaynar su ön işlemi mor havucun efektif difüzyon değerini de artırıcı bir etki yaptığı tespit edilmiştir. Bu durum daha erken kuru ürün elde etme imkanı sunması açısından önemlidir. Taze mor havucun renk değerlerine istatistiksel açıdan (p<0.05) en yakın kaynar su ön işlemi yapıldıktan sonra kurutulan örneklerde tespit edilmiştir. Özellikle kurutulan örnekler parlaklık, toplam renk değişimi ve kahverengileşme indeks değerleri açısından kontrol örneklerine göre daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Bu durum tüketici açısından ürünün beğenirliğini (albeniliğini) katkı sağlayacaktır. Ön işlem uygulanan mor havuç örnekleri tazeye göre istatistiksel açıdan renk değerlerini daha iyi muhafaza etmiştir. Uygulanan kaynar su ön işlemi kurutulan kontrol örneklerinin rehidre olma yeteneğine olumsuz etkilemiştir. Rehidrasyon kapasitesi en yüksek ön işlemsiz (kontrol) kurutulan örneklerde belirlenmiştir. Bu mor havucun kullanılacağı işlemlerde materyalin aromasını gösterebilme yeteneği açısından olumsuz bir durum

oluşturmuştur.

### Kaynakça

- Al-Amin, M., Hossain, M. S., & Iqbal, A. (2012). Effect of pre-treatments and drying methods on dehydration and rehydration characteristics of carrot. *Universal Journal of Food and Nutrition Science*, 3(2), 23-28.
- Bülbül, H., & Haciseferoğulları, H. (2016). Pnömatik hassas sebze ekim makinesinde kullanılan değişik baskı tekerlerinin siyah havucun çimlenmesine etkisi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 12(2), 113-119.
- Chen, Q., Li, Z., Bi, J., Zhou, L., Yi, J., & Wu, X. (2017). Effect of hybrid drying methods on physicochemical, nutritional and antioxidant properties of dried black mulberry. *LWT*, 80, 178-184.
- Crank, J. (1979). *The mathematics of diffusion*. Oxford university press, London.
- Çelen, İ. H., Çelen, S., Moralar, A., Buluş, H. N., & Önler, E. (2015). Mikrodalga bantlı kurutucuda patatesin kurutulabilirliğinin deneysel olarak incelenmesi. *Electronic Journal of Vocational Colleges- Special Issue: The Latest Trends in Engineering*, 5(4), 242- 287.
- Demiray, E. (2015). *Havuç ve kırmızıbiberin farklı kurutma yöntemleri ile kurutulması, kuruma karakteristiklerinin ve bazı kalite özelliklerindeki değişimin modellenmesi* (Doktora Tezi). Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Denizli.
- Doymaz, İ. (2018). Kara havucun kurutulmasında ön işlemlerin etkisi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 20(59), 322-335.
- Ertekin, C., & Yaldız, O. (2004). Drying of eggplant and selection of a suitable thin layer drying model. *Journal of Food Engineering*, 63, 349-359.
- FAOSTAT (2021). <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. (Access date 15.01.2021).
- İsmail, O. (2017). Güneş altında kurutulmuş havuç dilimlerinin rehidrasyon kinetiğinin incelenmesi. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 32:2, 355-361.
- Keskin, M., Güçlü, G., Şekerli, Y. E., Soysal, Y., Selli, S., & Kelebek, H. (2021). Comparative assessment of volatile and phenolic profiles of fresh black carrot (*Daucus carota* L.) and powders prepared by three drying methods. *Scientia Horticulturae*, 287.
- Kılıç, F., & Tabanlıgil-Calan, T. (2020). Kırmızı kapy biberlerinin (*Capsicum annuum* L.) kurutma ve rehidrasyon kinetiklerinin belirlenmesi, kurutma işleminin termodinamik analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 22(65), 331-342.
- Lewicki, P. P., & Das- Gupta, D. K. (1995). Osmotic dehydration of fruits and vegetables in handbook of industrial drying, Vol. 1, 2nd Edition, Ed. A.S. Mujumdar, Marcel Dekker, New York, Pp. 691–713.
- Lewis, W. K. (1921). The rate of drying of solid materials. *Industrial Engineering Chemistry*, 13, 427-443.
- McGuire, R. G. (1992). Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27, 1254-1255.
- Midilli, A., Kucuk, H., & Yapar, Z. (2002). A new model for single later drying. *Drying Technology*, 20(7), 1503-1513.
- Mierzwa, D., Kowalski, S. J., & Kroehnke, J. (2017). Hybrid drying of carrot preliminary processed with ultrasonically assisted osmotic dehydration. *Food Technology and Biotechnology*, 55(2), 197-205.
- Overhults, D. D., White, G. M., Hamilton, M. E., & Ross, I. J. (1973). Drying soybeans with heated air. *Transactions of the ASAE*, 16, 195-200.
- Page, G. (1949). *Factors influencing the maximum rates of air drying shelled corn in thin layer*. (M.S. Thesis), Purdue University, Department of Mechanical Engineering, West Lafayette, IN, USA.
- Plou, E., Lopez-Malo, A., Barbosa-Canovas, G. V., Welti-Chanes, J., & Swanson, B. G. (1999). Polyphenoloxidase

- activity and color of blanched and high hydrostatic pressure treated banana puree. *Journal of Food Science*, 64, 42-45.
- Polat, S., Guclu, G., Kelebek, H., Keskin, M., & Selli, S. (2022). Comparative elucidation of colour, volatile and phenolic profiles of black carrot (*Daucus carota* L.) pomace and powders prepared by five different drying methods. *Food Chemistry*, 369.
- Polatçı, H., & Taşova, M. (2020). Sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucu geliştirilmesi ve portakal kurutma performansının belirlenmesi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 8(1), 131-138.
- Polatçı, H., Taşova, M., Ergüneş, G., & Kırmık, G. (2020). Mahlep (*Prunus mahaleb*) meyvesinin kuruma kinetiği ve renk değişimi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 9(1), 23-32.
- Ricce, C., Rojas, M. L., Miano, A. C., Siche, R., & Augusto, P. E. D. (2016). Ultrasound pre-treatment enhances the carrot drying and rehydration. *Food Research International*, 89(1), 701-708.
- Santos, K. C., Guedes, J. S., Rojas, M. L., Carvalho, G. R., & Augusto, P. E. D. (2021). Enhancing carrot convective drying by combining ethanol and ultrasound as pre-treatments: Effect on product structure, quality, energy consumption, drying and rehydration kinetics. *Ultrasonics Sonochemistry*, 70.
- Soomro, A. H., Miano, T. F., Marri, A., Kumar, D., Khaskheli, G. S., Arain, U. F., & Baloch, A. B. (2020). Application of pretreatments on banana slices for improving drying characteristics. *Food Science and Quality Management*, 103, 35-41.
- Tatoğlu, Ö. (2014). *Siyah havuç posasının fermente siyah havuç suyu üretiminde kullanılabilirliğinin araştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi), Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Konya.
- Türker, İ., & İşleroğlu H. (2017). Mahlep püresinin kızılötesi ışınlama ile kurutulması işleminde antosiyanin, fenolik madde ve antioksidan kapasite değişim kinetiği. *Gıda Dergisi*, 42(4), 422-430.
- Wang, C. Y., & Singh, R. P. (1978). A single layer drying equation for rough rice. ASAE Paper No: 78-3001, ASAE, St. Joseph, MI.
- Yağcıoğlu, A. (1999). Tarımsal ürünleri kurutma tekniği. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, No: 536. Bornova, İzmir.
- Yeşilören-Akal, G. (2019). *Siyah havuç posasından antosiyanin ekstraksiyonu*. Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Yılmaz, M. (2019). *Konya ili ereğli ve karapınar ilçelerinde siyah havuç üretimi yapan tarım işletmelerinin mekanizasyon özelliklerinin ve sorunlarının belirlenmesi*. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.

## Konya Ekolojik Koşullarında Farklı Dolmalık Hibrit Biber Çeşidi Adaylarının Verim, Kalite ve Bazı Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesi

Necibe KAYAK<sup>1,a</sup>, Banu Çiçek ARI<sup>1,b</sup>, Yeşim DAL<sup>2,c</sup>, Ünal KAL<sup>2,d</sup>, Musa SEYMEN<sup>2,e</sup>, Önder TÜRKMEN<sup>2,\*f</sup>

<sup>1</sup>Ziraat Mühendisi, Ziraat Fakülte, Bahçe Bitkileri Bölüm, Konya, Türkiye

<sup>2</sup>Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakülte, Bahçe Bitkileri Bölüm, Konya, Türkiye

\*Sorumlu Yazar e-mail: [turkmenonder@hotmail.com](mailto:turkmenonder@hotmail.com)

<sup>a</sup>ORCID: (<https://orcid.org/0000-0001-7104-8544>), <sup>b</sup>ORCID: (<https://orcid.org/0000-0002-1578-8561>), <sup>c</sup>ORCID: (<https://orcid.org/00-0002-3806-6465>), <sup>d</sup>ORCID: (<https://orcid.org/0000-0002-3447-316X>), <sup>e</sup>ORCID: (<https://orcid.org/0000-0002-2742-137X>), <sup>f</sup>ORCID: (<https://orcid.org/0-0003-3218-6551>)

Makale Bilgileri	ÖZ
<b>Makale Geçmişi</b> Geliş: 14.04.2022 Kabul: 27.6.2022 Yayın: 30.06.2022	Bu çalışmada, biber çeşit ıslahı programı kapsamında geliştirilen 5 hibrit dolmalık biber çeşit adayının Konya'da tarla koşulunda yaz dönemi yetiştiriciliğinde meyve kalite ve verim özellikleri yönünden performanslarının karşılaştırılması amaçlanmıştır. İlk hasatlar, fide dikiminden itibaren 68 gün sonra yapılmıştır. Meyve uzunluğu, 54.28-80.49 mm arasında değişim göstermiştir. Meyve çapı, 47.59-66.52 mm ve et kalınlığı 3.55-5.08 mm arasında bulunmuştur. Dolmalık biber genotipleri arasında bitki başına verim ortalaması 933.4 g olup; en yüksek 1496 g ile E27 çeşit adayına ve en düşük 678 g ile P17 çeşit adayında gerçekleşmiştir. Hibrit biber çeşit adaylarında bitki başına meyve sayılarının ortalama 14-22 adet arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu çeşit adaylarının kurak ve yarı kurak iklime sahip Konya ekolojisi gibi bölgelerde açık arazi şartlarında yetiştirilebileceği ve ülke tarımına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.
<b>Anahtar Kelimeler:</b> Biber, <i>Capsicum annum</i> , Hibrit Çeşit, Karakterizasyon, Çeşit Islahı	

### Determination of Yield, Quality and Morphological Characteristics of Different Hybrid Bell Pepper Cultivar Candidates in Konya Ecological Conditions

Article Info	ABSTRACT
<b>Article History</b> Received: 14.04.2022 Accepted: 27.06.2022 Published: 30.06.2022	In this study, it was aimed to compare the performances of 5 hybrid bell pepper cultivars developed within the scope of pepper cultivar breeding program in terms of fruit quality and yield characteristics in summer cultivation under open conditions in Konya. The first fruits were harvested 68 days after planting. Fruit length varied between 54.28 and 80.49 mm. Fruit diameter was found to be between 47.59-66.52 mm and wall thickness between 3.55-5.08 mm. Among the bell pepper genotypes, the average yield per plant was 933.4 g, with the highest 1496 g and E27 variety candidate with the lowest 678 g and P17 variety candidate. It was determined that the number of fruits per plant in hybrid pepper cultivar candidates varied between 14 and 22 on average. It is thought that these cultivar candidates can be grown in open field conditions in regions such as Konya with arid and semi-arid climates and will contribute to the country's agriculture.
<b>Keywords:</b> Pepper, <i>Capsicum annum</i> , Hybrid variety, Characterization, Breeding,	



**Atf/Citation:** Kayak, N., Ari, B.C., Dal, Y., Kal, U., Seymen, M. & Turkmen, O. (2022). Determination of Yield, Quality and Morphological Characteristics of Different Hybrid Bell Pepper Cultivar Candidates in Konya Ecological Conditions, *Ereğli Tarım Bilimleri Dergisi*, 2(1), 41-47.



## 1. Giriş

Biberin gen merkezinin Amerika'nın tropik ve subtropik ülkeleri olduğu bildirilmiştir (Şalk ve ark., 2008). Dolmalık biber (*Capsicum annuum* L.), genellikle tatlı biber veya kırmızıbiber olarak bilinir. Genellikle bölmeli ve kalın etli (5-10 mm) meyveleri içerir (Crosby, 2008; Sharma ve ark., 2010). Taze olarak tüketilebildiği gibi, dondurulmuş, kurutulmuş olarak da tüketilebilmektedir. Ülkemizde 2021 yılı biber üretim miktarı değerleri tiplere göre incelendiğinde ilk sırayı 1.445.275 ton ile kapyra biberin aldığı belirlenmiştir. Bu değeri, 1.064.633 ton ile sivri biber, 1.604.69 ton üretim miktarı ile Charleston biber ve 420.918 ton ile dolmalık biber grubu izlemiştir (TÜİK, 2021). Ülkemizde 2019 yılı örtüaltı biber üretim miktarı değeri ise 1.129.882 tondur (Özgen ve Balkaya, 2021; TÜİK, 2021).

Biber, dünyada ve ülkemizde değişik şekillerde yoğun olarak tüketilen, bahçe ve tarla sebzeçiliği yanında en önemli sera sebzelerinden birisidir. Ülkemizin hemen her bölgesinde biber yetiştiriciliği yapılmaktadır. Geniş tür ve tip zenginliğine sahip olması, değişik şekillerde tüketilebilmesi ve tarıma dayalı sanayi için önemli bir hammadde olması biberi öne çıkaran özellikleridir. Biber besin içeriği bakımından oldukça yüksek değere sahiptir. Biberin besin değeri oldukça yüksek olup, 100 gramında yaklaşık % 88 su, 40 kcal enerji, 2.22 g protein, 8.9 g karbonhidrat, 1.56 g toplam lif, 17.7 mg Ca, 1.11 mg Fe, 340 mg K, 6.7 mg Na, 0.08 mg thiamin, 0.08 mg riboflavin, 0.9 mg niasin ve 240 mg askorbik asit bulunmaktadır (Gebhart ve Thomas, 2002).

Bahçe bitkileri yetiştiriciliğinde üretilen sebzelerin çoğu F1 hibrit çeşitlerdir. Yapılan çalışmalar sonucunda domates, biber, patlıcan, hıyar, kabak, kavun, karpuz gibi çoğu sebze türlerinde F1 hibrit çeşidi geliştirilmiş ve yetiştiricilikte kullanılmıştır (Gallais ve Bannerot, 1992). Türkiye'de biber ıslahı çalışmaları 1980'lerde başlamış ve bu çalışmalar ışığında birçok standart çeşit ortaya çıkmıştır (Ekiz ve Kemer, 1995; İnan, 1988; Sürmeli ve Erdogan, 1985; Sürmeli ve Şimşek, 1991). Ticari sebze kayıt listesinde 2009 yılı itibarıyla 82 sivri, 37 charliston, 51 dolma, 32 kapyra ve 2 acı Meksika biberi olmak üzere toplam 204 biber çeşidi bulunmaktadır (Anonim, 2019).

Biber, meyve ve bitki bakımından büyük çeşitliliğe sahiptir (Bozokalfa ve Eşiyok, 2010). Bu nedenle birbirinden çok farklı özellikteki biber popülasyonları ülkemizin farklı yerlerine yayılarak zengin genetik varyasyon oluşturmuştur. Bitki genetik kaynakları materyalinin değeri; toplanmış ve koruma altına alınmış koleksiyonların varlığından çok, materyalin ıslahta kullanılabilirliğiyle ifade edilir. Materyalin özelliklerinin belirlenmesi ıslahçıların çalışacakları materyali tanımları açısından önemlidir. Karakterizasyonu yapılmış materyalle çalışmak zaman ve işçiden tasarruf etmek demektir. Morfolojik varyasyonların bitki ıslahı çalışmalarında büyük bir önemi bulunmaktadır. Çünkü yetiştirilen türler içerisinde bulunan varyasyonların bilinmesi ve bu varyasyonun dağılışı durumu ıslah programlarının uygulanması açısından çok önemlidir (Bliss, 1981). Biber kendine döllen bir tür olmasına rağmen değişen oranlarda yabancı tozlaşmada rastlanır. Bu nedenle birbirinden çok farklı özellikteki biber popülasyonları ülkemizin farklı yerlerine yayılarak zengin genetik varyasyon oluşturmuştur. Meyve ve bitki özellikleri bakımından kullanılacak tipler selekte edilerek standart çeşit ve hibrit ıslahında ana birey olabilecek genotipler ortaya çıkarılmıştır (Bozokalfa ve ark., 2009). ıslah programlarında nitelikli gen havuzlarının oluşturulmasının yanı sıra, elde edilen verilerin değerlendirilmesinde çok değişkenli analiz yöntemlerinin kullanılması yaygın bir uygulama haline gelmiştir (Balkaya ve ark., 2010). Karakterizasyon çalışmalarında elde edilen verileri kullanarak tipler arasında var olan benzerlik-farklılıklar ve gruplandırmalar küme (cluster) analizi ve temel bileşen analizi (principle component analysis) kullanılmak suretiyle kolaylıkla gösterilebilmektedir (Balkaya ve Ergün, 2007; Oliveira ve ark., 1999; Rivera Martinez ve ark., 2004). Çeşitlerin bitki ve meyve özelliklerinin birbirleri ile karşılaştırılmasında temel bileşenler analizi yaygın olarak kullanılmakta bu veriler ile genotipleri tanımlayan ve ayırt eden özellikler belirlenmekte bunun yanı sıra ayırt edici özellikler yönünden üstün özellikler gösteren genotipler belirlenebilmektedir (Panayotov ve ark., 2000). Bu çalışmada, Konya ili ekolojik şartlarında bazı F1 hibrit çeşit adaylarının verim ve bazı verim unsurlarını belirlenmesi ile daha sonra yapılacak araştırma ve ıslah çalışmalarında yararlanılabilecek sonuçları ortaya koymaktır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Araştırma Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama arazisinde Mayıs-Eylül 2021 ayları arasında yürütülmüştür. Deneme yılına ait iklim verileri deneme arazisinde bulunan iklim istasyonundan alınmış olup deneme süresince bazı iklim verileri kayıt altına alınmıştır. Tablo 1 incelendiğinde, en yüksek sıcaklık haziran ayında 40.3 °C olarak gerçekleşmiştir. En düşük sıcaklık 4.9 °C ile Eylül ayında, ortalama sıcaklık ise 17.3-23.8 °C arasında elde edilmiştir. En fazla yağış ise

Ağustos ve Eylül aylarında meydana gelmiştir. Yapılan toprak analizi sonucunda, pH 7.8 organik madde % 1.2 ve tuzluk problemi olmayan killi-tınlı yapıya sahiptir.

**Tablo 1.** Çalışma Yapılan Bölgenin Bazı İklim Verileri

Aylar	Maks. Sıcaklık. (°C)	Min.Sıcaklık. (°C)	Ortalama Sıcaklık (°C)	Ortalama Rüzgar Hızı (m s <sup>-1</sup> )	Yağış (mm)
Mayıs	35.9	6.7	18.4	2.4	2.5
Haziran	40.3	11.2	21.6	0.8	1.4
Temmuz	36.2	13.1	23.8	2.8	5.8
Ağustos	35.2	12.8	23.7	2.4	13.4
Eylül	30.2	4.9	17.3	2.3	14.4

Denemede bitkisel materyal olarak Antalya’da farklı sebze türlerinde Ar-Ge çalışmaları yürüten Selko-Tarım şirketi tarafından geliştirilen P17, E25, E26, E27 ve E37 kodları ile tanımlanan beş adet F1 hibrit çeşit adayları kullanılmıştır.

Erken ilkbaharda toprak işleme yapılan araziye damla sulama boruları serildikten sonra 5 Mayıs 2021 tarihinde sıra üzerine fide dikimleri gerçekleştirilmiştir. Fide dikimleri her genotipten 20 adet, sıra arası 80 cm ve sıra üzeri 50 cm olacak şekilde parseller oluşturulmuştur. Sulama damlama sulama sistemi ile bitkinin ihtiyacına göre 5-7 gün aralıklarla yapılmıştır. Bitkiler belirli bir boya geldiklerinde boğaz doldurma işlemi yapılmış, yabancı ot gelişimine göre 3 defa çapalama yapılmıştır. Fide dikiminden 15 gün sonra dekara 3.5 kg olacak şekilde MAP (monoamonyum fosfat) ve dekara 400 ml hümik asit damlama sulama sistemi ile verilmiştir. İkinci gübreleme ise 11 Haziran tarihinde aynı oranda hümik asit ile dekara 200 g magnezyum sülfat uygulaması yapılmıştır. Fide dikiminden yaklaşık on gün sonra toprak sıcaklığındaki artış ile kök çürüklüğüne karşı koruma etkili ticari ismiyle “Luna Tranquility” uygulaması damla sulama ile yapılmıştır. Çeşit adaylarında hasat büyüklüğüne gelen meyveler her parselden ayrı ayrı hasat edilmiştir. İlk hasat 18 Temmuzda yapılmış olup, toplam 6 hasat sonunda deneme sonlandırılmıştır. Meyvede ölçüm ve gözlemlerin yapılması için genotipi temsil eden 10 meyve örneklenerek gerekli ölçüm ve gözlemler yapılmıştır.

Denemede bitki, yaprak ve meyveden alınan özellikler Uluslararası Yeni Bitki Çeşitlerini Koruma Birliği (UPOV) özellik belgesine göre belirlenmiştir. Bitkilerde; gövde uzunluğu (cm), ana sürgünde bogum arası uzunluk (cm), boğumlarda antosiyonin varlığı, boğumlarda antosiyoninin renk yoğunluğu, boğumlarda tüylülük, yapraklarda; yaprak uzunluğu ve genişliği, yaprak rengi değerleri (l, a, b) ve meyvelerde; bitki başına verim (g), meyve sayısı (adet/bitki) meyve ağırlığı (g), meyve uzunluk (cm), meyve çapı (mm), meyve et kalınlığı (mm), meyve sap uzunluğu (mm), meyve sap kalınlığı (mm), SÇKM (briks), pH, meyvede antosiyonin renklenmesi, meyve yüzey yapısı gibi ölçüm ve gözlemler alınmıştır. Denemede farklı genotiplerden alınan rakamsal ölçümlerin standart sapmaları alınarak yorumlanmıştır. Gözlemsel parametreler ise yüzdelik olarak yorumlanmaya çalışılmıştır.

### 3. BULGULAR

Araştırmada 5 farklı F1 biber çeşit adayının yaprak özellikleri birbirinden farklı olduğu görülmüştür (Tablo 2). Tablo incelendiğinde ortalama yaprak uzunluğu 76.39 mm olarak bulunmuştur. En uzun yaprak ise P17 çeşit adayından 82.64 mm olarak bulunmuştur. Yaprak genişliği incelendiğinde çeşitlerin ortalama yaprak genişliği 40.46 mm’dir. En yüksek yaprak genişliği E26 çeşit adayından 42.25 mm olarak tespit edilmiştir. Yaprak rengi L değeri ortalaması 40.22 bulunmuş olup, en parlak değere sahip çeşit adayı 41.86 ile E37 ve en düşük parlaklık 38.62 ile E26 çeşit adayı olarak belirlenmiştir. Yaprak rengi a\* değeri ortalaması -13.67 olup, en yüksek değere sahip olan çeşit adayı -14.95 ile E37 ve en düşük değere sahip çeşit adayı ise -12.52 ile E26’tir. Yaprak rengi b\* değeri ortalaması 20.08 olup, en yüksek değer 22.14 ile E37 çeşit adayına ait olduğu ve en düşük değer 18.11 ile E26 çeşit adayı olduğu belirlenmiştir. “L” değerinin fazla olması parlaklığın fazla olduğunu, “a” değerinin negatif olması yeşil rengin fazla oluşunu, pozitif olarak artışı ise kırmızılık oranının arttığını, “b” negatif olarak artışı sarı

rengin, pozitif olması ile mavi rengin yoğunluğunun arttığını belirtmektedir (Bosland, 1993). “L” değerinin fazla olması parlaklığın fazla olduğunu, “a” değerinin negatif olması yeşil rengin fazla oluşunu, pozitif olarak artışı ise kırmızılık oranının arttığını, “b” negatif olarak artışı sarı rengin, pozitif olması ile mavi rengin yoğunluğunun arttığını belirtmektedir (Bosland, 1993). Başak (2019), yaptığı çalışmada yaprak uzunluğu ve genişliği (cm) ortalamalarını sırasıyla 6.20-3.63 cm olarak tespit etmiştir. Yapılan başka bir çalışmada toplam 8 tip ve 129 adet biber çeşitlerinde yaprak genişlikleri çeşitlerin çoğunda dar olarak belirlenmiş (% 47.3), geniş olan çeşitler çoğunlukla blok ve dolma tiplerde (% 14), çok dar olan çeşitler ise kıl/süs tiplerinde (% 10.9) gözlenmiştir. Başka bir çalışmada 67 adet biber genotipinde; yaprak eni 2.5 cm ve yaprak boyu 4.8 cm olarak tespit etmişlerdir (Kanal ve Balkaya, 2021).

**Tablo 2. Konya Ekolojik Koşullarında Bazı F1 Dolma Biber Çeşidi Adaylarının Bazı Yaprak Özellikleri**

	Yaprak Uzunluğu (mm)	Yaprak Genişliği (mm)	Yaprak L*	Yaprak a*	Yaprak b*
<b>P17</b>	82.64±8.37	41.28±6.07	38.99±1.92	-13.5±1.28	18.43±4.02
<b>E27</b>	68.66±10.55	38.76±6.60	40.54±4.54	-13.34±2.75	19.98±6.00
<b>E26</b>	73.50±6.40	42.25±5.61	38.62±1.87	-12.52±1.07	18.11±1.68
<b>E25</b>	71.74±6.60	38.36±4.30	41.10±2.94	-14.06±2.42	21.74±5.01
<b>E37</b>	85.43±3.26	41.67±5.30	41.86±1.70	-14.95±0.84	22.14±2.44
<b>Ortalama</b>	76.394	40.464	40.222	-13.674	20.08

Tablo 3 incelendiğinde bitki boyları arasında farklılıklar gözlemlenmiştir. Ortalama bitki boyu uzunluğu 68.24 cm olup, en uzun bitki boyuna sahip olan çeşit adayının E37 olduğu belirtilmiştir. Boğum arası uzunluğu incelendiğinde, ortalama uzunluk 6.84 cm olup en uzun boğum arası uzunluğuna sahip çeşit adayı 8.8 cm ile P17 olmuştur. Boğumlardaki antosiyanin renklenmesine bakıldığında tüm çeşit adaylarında renklenmenin olduğu gözlemlenmiştir. Boğumlar arası renk yoğunluğu üç genotipte orta ve iki genotipte zayıf olarak ortaya çıkmıştır. Boğumlarda tüylülük tüm genotiplerde yok olarak ortaya çıkmıştır. Başak (2019) ve Mutlu ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada boğumlarda tüylülük oranlarını %98 ve %85 zayıf olarak bulmuşlardır. Araştırma sonuçları, boğumlarda tüylülüğün birbirine benzer sonuçlar ortaya koyduğunu göstermiştir. Kanal and Balkaya (2021), gövde antosiyanin renklenmesi yönünden yaptıkları incelemede; genotiplerin %16.5’inde antosiyanin renklenmesinin olmadığını belirlemişlerdir. *C. baccatum* biber genotiplerinin %34.3’ünde az yoğunlukta, %32.8’inde çok yoğun, %16.4’ünde orta yoğunlukta antosiyanin renklenmesinin olduğu belirlemişlerdir.

**Tablo 3. Konya Ekolojik Koşullarında Farklı F1 Biber Çeşidi Adaylarının Bazı Morfolojik Özellikler**

	A	B	C	D	E
<b>P17</b>	62.2±4.17	8.8±0.44	Var	Orta	Yok
<b>E27</b>	68.2±4.91	8.6±2.07	Var	Orta	Yok
<b>E26</b>	68.2±7.52	5.1±0.89	Var	Orta	Yok
<b>E25</b>	67.0±3.80	4.8±1.15	Var	Zayıf	Yok
<b>E37</b>	75.6±3.78	6.9±1.24	Var	Zayıf	Yok
<b>Ortalama</b>	68.24	6.84			

Açıklamalar: A (Gövde Uzunluğu, cm); B (Ana sürgünde boğum arası uzunluk, cm); C(Boğumlarda antosiyanin); D (Boğum arası renk yoğunluğu); E(Boğumlarda tüylülük)

Tablo 4 incelendiğinde bitki başına verim ortalaması 933.4 g olup, en yüksek 1496 g ile E27 çeşit adayı ve en düşük 678 g ile P17 çeşit adayı olduğu belirlenmiştir. Bitki başına ortalama meyve sayısı 19 olarak belirlenmiş olup en fazla meyve sayısı 22 ile P17, E27 ve en az meyve sayısı ise 14 ile E26 çeşit adayı olarak tespit edilmiştir. Meyve uzunluğu ortalama 68.52 cm olarak tespit edilmiş olup en fazla uzunluk 80.49 mm ile E37 çeşit adayı tespit edilmiştir. Ortalama meyve çapı 54.74 mm olarak tespit edilmiş olup en yüksek meyve çapı 66.52 mm ile P17 çeşit adayı ve en düşük meyve çapı 47.59 mm ile E26 çeşit adayı tespit edilmiştir. Ortalama meyve et kalınlığı 4.28 mm olarak saptanmıştır ve en yüksek

meyve çapı 5.08 mm ile P17 çeşit adayı tespit edilmiştir. Özgen and Balkaya (2021), yılında yaptıkları çalışmada, dolmalık hibrit biber çeşit adaylarında ortalama meyve boyu değerlerinin, 59.63-76.93 mm arasında dağılım gösterdikleri belirlenmiştir. Farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda, dolmalık biber genotiplerinde meyve uzunluğunun 5.0-8.4 cm arasında (Oral, 2019) veya 5.8-6.6 cm arasında değişim gösterdikleri bildirilmiştir (Binbir, 2010). Özgen and Balkaya (2021), yılında yaptıkları çalışmada dolmalık hibrit biber çeşit adaylarında meyve çapı değerlerini, ortalama 47.31-55.86 mm arasında değişim gösterdiğini belirtmişlerdir. Başka bir çalışmada ise dolmalık biber genotiplerinde ortalama meyve çapı değerinin 4.7-6.8 cm arasında değişim gösterdiği tespit edilmişlerdir (Binbir, 2010). Dolmalık biberlerde, tüketiciler tarafından aranan meyve kalite kriterlerinden biri ise meyve et kalınlığıdır. Biberde, meyve etinin çok kalın olması ya da çok ince olması istenilen bir pazar kriteri değildir (Karaağaç, 2006). Literatürde dolmalık biber genotiplerinde meyve et kalınlığı değerlerinin 3.0-4.0 mm arasında değiştiği bildirilmiştir (Binbir, 2010). Özgen and Balkaya (2021), yaptıkları çalışmada bitki başına toplam meyve ağırlığında en yüksek verim değerini 1445.7 g, en düşük verim değerini ise 725.4 g olarak saptamışlardır. Araştırma sonuçları, genotiplere göre değişimle birlikte belirtilen literatürler ile genel olarak uyumluluk göstermiştir.

**Tablo 4.** Konya Ekolojik Koşullarında F<sub>1</sub> Biber Çeşidi Adaylarının Verim ve Meyvede Bazı Özellikler

	Meyve sayısı (adet/bitki)	Verim (g/bitki)	Meyve uzunluk (mm)	Meyve çapı (mm)	Meyve Et kalınlığı (mm)
P17	22	678	54.28±6.55	66.52±6.53	5.08±0.34
E27	22	1496	64.62±6.67	49.12±7.25	4.14±1.09
E26	14	715	66.01±8.19	47.59±6.84	4.80±1.21
E25	20	922	77.20±8.92	53.33±6.79	3.55±0.50
E37	17	856	80.49±3.73	57.14±14.51	3.83±0.78
Ortalama	19	933.4	68.52	54.74	4.28

Tablo 5 incelendiğinde meyve sap uzunluğu ortalaması 33.11 mm olup, en yüksek sap uzunluğu 43.07 mm ile Z22 çeşit adayı ve en düşük sap uzunluğu 29.47 mm ile B25 çeşit adayı olduğu gözlemlenmiştir. Meyve sapı kalınlığı ortalama 3.97 mm olup, en yüksek meyve sap kalınlığı 4.51 mm ile G12 çeşit adayı ve en düşük meyve sapı kalınlığı 3.59 mm ile K42 çeşit adayından elde edilmiştir. Ortalama SÇKM değeri 4.28 olup, en yüksek SÇKM değeri 4.6 ile E27 çeşit adayı en düşük SÇKM değeri ise 3.9 ile E37 çeşit adaylarında belirlenmiştir. Ortalama pH değeri 5.5 olup, en yüksek pH değeri 5.54 ile E27 ve E37 çeşit adayları ve en düşük pH değeri 5.40 ile P17 çeşit adayı olduğu saptanmıştır. Özgen ve Balkaya (2021) yılında yaptıkları çalışmada hibrit dolmalık çeşit adaylarında ortalama meyve sap uzunluklarının 30.72-45.44 mm arasında dağılım gösterdiğini saptamıştır. Tüm genotiplerde meyve uzunlamasına baskın şekli, Meyve plasenta seviyesinde enine kesit dalgalanma, meyve yüzey şekli ve meyve olgunluk rengi sırasıyla diktörtgen, yuvarlak, düz ve yeşil bulunmuştur.

**Tablo 5.** Konya Ekolojik Koşullarında F<sub>1</sub> Biber Çeşidi Adaylarının Bazı Meyve Ölçümleri ve Gözlemleri

	Meyve sap uzunluğu (mm)	Meyve sap kalınlığı (mm)	Meyve SÇKM'sı (briks <sup>o</sup> )	Meyve pH'sı	Meyve uzunlamasına baskın şekli	Meyve plasenta seviyesinde enine kesit dalgalanma	Meyve yüzey yapısı	Meyve olgunluk rengi
<b>P17</b>	22.65±5.9	6.05±1.5	4.3	5.40	Diktörtgen	Yuvarlak	Düz	Yeşil
<b>E27</b>	21.76±4.1	5.44±1.0	4.6	5.50	Diktörtgen	Yuvarlak	Düz	Yeşil
<b>E26</b>	19.13±6.3	4.12±0.3	4.5	5.50	Diktörtgen	Yuvarlak	Düz	Yeşil
<b>E25</b>	25.01±4.2	4.8±0.34	4.1	5.50	Diktörtgen	Yuvarlak	Düz	Yeşil
<b>E37</b>	29.11±7.4	5.06±0.6	3.9	5.54	Diktörtgen	Yuvarlak	Düz	Yeşil
<b>Ortalama</b>	23.532	5.094	4.28	5.50				

#### 4. Sonuç

Bu çalışmada özel sektör tarafından geliştirilen beş adet hibrit dolmalık biber çeşit adayının meyve kalitesi ve verim unsurları yönünden performansları ayrıntılı olarak incelenmiştir. Yapılan morfolojik gözlemler açısından çeşit adaylarının meyve yaprak ve bitkisel özelliklerinde farklılıklar bulunmuştur. Bu çeşit adaylarının Konya ekolojisi gibi bölgelerde açık arazi şartlarında yetiştirilebileceği ve ülke tarımına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

#### TEŞEKKÜR

Çalışmanın yürütülmesinde çeşit adaylarını kullandığımız Selko-Tarım şirketine teşekkür ederiz.

#### Kaynakça

- Anonim. (2019). T.C. Tarım Ve Orman Bakanlığı Tohumluk Tescil Ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü.
- Balkaya, A., & Ergün, A. (2007). Determination of superior pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L. var. *Pinto*) genotypes by selection under the ecological conditions of Samsun province, Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 31(5), 335-347.
- Balkaya, A., Özbakır, M., & Karaağaç, O. (2010). Karadeniz Bölgesinden Toplanan Bal Kabağı (*Cucurbita moschata* Duch.) Populasyonlarındaki Meyve Özelliklerinin Karakterizasyonu ve Varyasyonun Değerlendirilmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 16, 17-25.
- Başak, H. (2019). Kırşehir yerel sivri biber (*Capsicum annuum* L. var. *longum*) populasyonlarının agronomik ve morfolojik karakterizasyonu. *KSÜ Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 22(2), 202-216.
- Binbir, S. (2010). *Bazı Yerel Biber (Capsicum annuum L. Populasyonlarında Karakterizasyon Çalışmaları*. (Yüksek Lisans Tezi), Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü.
- Bliss, F. A. (1981). Utilization of Vegetable Germplasm. *Hortscience*, 16, 129-132.
- Bosland, P. (1993). Breeding for quality in Capsicum. *Capsicum and Eggplant Newsletter*, 12, 25-31.
- Bozokalfa, M. K., Esiyok, D., & Turhan, K. (2009). Patterns of phenotypic variation in a germplasm collection of pepper (*Capsicum annuum* L.) from Turkey. *Spanish Journal of Agricultural Research*(1), 83-95.
- Bozokalfa, M. K., & Esiyok, D. (2010). Biber (*Capsicum annuum* L.) Aksesyonlarında Genetik Çeşitliliğin Agronomik Özellikler İle Belirlenmesi. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 47(2), 123-134.
- Crosby, K. M. (2008). Pepper. In J. Prohens, F. Nuez, & M. J. Carena (Eds.), *Vegetables II: Fabaceae, Liliaceae, Solanaceae and Umbelliferae* Springer.
- Ekiz, H. & Kemer, M. (1995). *Breeding of Demre pepper*. Paper presented at the EUCARPIA: IXth meeting on genetics and breeding on Capsicum and eggplant.
- Gallais, A., & Bannerot, H. (1992). *Amélioration des espèces végétales cultivées. Objectifs et critères de sélection*: Editions Quae.
- Gebhart, S. E. & Thomas, R. G. (2002). Nutritive value of foods. *USDA, Agriculture Research Services Home & Garden Bulletin*, 72, 1-95.
- İnan, Y. (1988). Çarliston Biber Islahı. *TAGEM Sonuç Raporu, Yalova*, 15.
- Kanal, A. & Balkaya, A. (2021). Capsicum baccatum türüne ait biber popülasyonunun karakterizasyonu ve morfolojik varyasyon düzeyinin belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(2), 278-291.
- Karaağaç, O. (2006). *Bafra Kırmızı Biber Gen Kaynaklarının (Capsicum annuum var. conoides Mill). Karakterizasyonu ve Değerlendirilmesi*. (Yüksek Lisans Tezi ), Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Mutlu, S., Haytaoğlu, M. A., & İçer, A. K. (2009). Ulusal Gen Bankası Biber (*Capsicum Annum* L.) Materyalinde Morfolojik Karakterizasyon. *ANADOLU Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 19(1), 63-91.
- Oliveira, V., Casali, V., Cruz, C., Pereira, P. & Braccini, A. (1999). Assessment of Genetic Diversity in Sweet Pepper Using Multivariate Analysis. *Horticultura - Brasileira*, 17, 19-24.

- Oral, E. (2019). *Dolma Biberde (Capsicum Annuum L.) Sürgün Budamasının Erkencilik, Verim Ve Kalite Üzerine Etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi), Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Özgen, R. & Balkaya, A. (2021). Serada Sonbahar Dönemi Dolmalık Biber Yetiştiriciliğinde Hibrit Çeşit Adaylarının Meyve Kalitesi ve Verim Performansları. *BŞEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 8(1), 78-89.
- Panayotov, N., Gueorguiev, V. & Ivanova, I. (2000). Characteristics and grouping of F1 pepper (*Capsicum annuum* L.) hybrids on the basis of cluster analysis by morphological characteristics of fruits. *Capsicum Eggplant Newsletter*, 19, 62-65.
- Rivera Martinez, A., Terren Poves, L., Rodriguez Bao, J., Andres-Ares, J. & Fernandez Paz, J. (2004). *Characterization of local pepper lines from Northwest Spain*. Retrieved from
- Sharma, V., Semwal, C. & Uniyal, S. (2010). Genetic variability and character association analysis in bell pepper (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Horticulture and Forestry*, 2(3), 58-65.
- Sürmeli, N. & Erdogan, S. (1985). Yağlık (Salçalık) biber ıslahı. *Bahçe Dergisi*, 14(1-2), 31-35.
- Sürmeli, N. & Şimşek, G. (1991). Çorbacı Biberi Islahı. *Bahçe* 20 (1-2): 3, 8.
- Şalk, A., Arın, L., Deveci, M. & Polat, S. (2008). Özel Sebzecilik, Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi
- TÜİK. (2021). Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr>.