



ERCIYES

# TARIM VE HAYVAN BİLİMLERİ

ERCIYES JOURNAL OF AGRICULTURE AND ANIMAL SCIENCES

DERGİSİ

ERCIYES ÜNİVERSİTESİ  
Seyranı Ziraat Fakültesi KAYSERİ  
<http://dergipark.gov.tr/ethabd>

Yıl/Year : 2022

Cilt/ Volume : 5

Sayı/Number: 1

ISSN : 2651-5334





**Dergi Adı:** Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi  
**Yayıncı:** Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi  
**Sahibi:** Doç. Dr. İsmail ÜLGER  
**Baş Editör:** Doç.Dr. İsmail ÜLGER, Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi  
**Periyot:** 6 ayda bir  
**Dil:** Türkçe ve İngilizce  
**Amaç:** Tarım, hayvancılık, gıda ve su ürünleri alanında yazılan makaleler (orijinal araştırma ve derleme) yayınlar.

**Tarandığı**  
**İndeksler:** Google Scholar, DRJI, Dergipark, ASOS

**Yazışma**  
**Adresi:** Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 38039, Melikgazi, KAYSERİ.  
Tel: 0 352 437 17 90  
Fax: 0 352 437 62 09  
e-mail: [erciyestarimvehayvanbilimlerid@gmail.com](mailto:erciyestarimvehayvanbilimlerid@gmail.com)

<http://dergipark.gov.tr/ethabd>

**Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi**

Journal of Erciyes Agriculture and Animal Science

**İmtiyaz Sahibi / Published By**

Doç. Dr. İsmail ÜLGER

**Editörler / Editors**

Doç. Dr. Adem GÜNEŞ

**Sorumlu Yazı İşleri Müdürü**

Arş. Gör. İhsan Serkan VAROL

Arş. Gör. Mustafa ÖZDEMİR

**Sekretarya**

Doç. Dr. Kevser KARAMAN

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet YAMAN

Arş. Gör. Ender Şahin ÇOLAK

**Teknik Destek**

Dr. Öğr. Üyesi Mahmut KALİBER

**Yazışma Adresi**

Doç. Dr. İsmail ÜLGER

Erciyes Üniversitesi

Ziraat Fakültesi

38000 Talas / KAYSERİ

**Submission Address**

Assoc. Prof. Dr. İsmail ÜLGER

Erciyes University

Faculty of Agriculture

38000 Kayseri / TURKEY

## İçindekiler / Contents

Response of Safflower ( <i>Carthamus tinctorius</i> L.) to Planting Rate and Row Spacing in a High Altitude Enviroment (Araştırma Makalesi) .....	1-10
İlk Üretim Yılında Sivas Ekolojik şartlarında Yetiştirilen Kenevir Bitkisinden Elde Edilen Tohumun Yağ oranı ve Yağ Asit Kompozisyonunun Belirlenmesi (Araştırma Makalesi) .....	11-16
Türkiye’de Yetiştiriciliği Yapılan Sofralık, Kurutmalık Ve Şaraplık Üzümlerin Mevcut Durumu Ve Üretim Projeksiyonu (Araştırma Makalesi) .....	17-22
Altınova ve polatlı tarımsal işletmelerinde yetiştirilen arpa ( <i>hordeum vulgare</i> l.) Çeşitlerinin bazı tarımsal özellikleri ve kalite değerleri (Araştırma Makalesi) .....	23-29
Tarımsal Ürünlerin Kurutulmasında Kullanılan Kurutma Yöntemleri (Derleme) .....	30-45



## Danışma Kurulu / Advisory Board

Prof. Dr. Ahmet ULUDAĞ	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi	Türkiye
Prof. Dr. Soner SOYLU	Mustafa Kemal Üniversitesi	Türkiye
Prof. Dr. Sevgi ÇALIŞKAN	Niğde Halis Demir Üniversitesi	Türkiye
Prof. Dr. Ramazan CANHİLAL	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi	Türkiye
Prof. Dr. Mehmet ARSLAN	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi	Türkiye
Prof. Dr. Güngör YILMAZ	Yozgat Bozok Üniversitesi	Türkiye
Prof. Dr. Bajram BERISHA	Physiology Weihenstephan, Technische Universität München, Freising,	Germany
Prof. Dr. Semih YILMAZ	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi	Türkiye
Prof. Dr. Satı UZUN	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi	Türkiye
Prof. Asc. Skender MUJI	Faculty of Agriculture and Veterinary, University of Prishtina, Republic of Kosova	Kosova
Prof. Dr. Zeki GÖKALP	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi	Türkiye

## **Bilim Kurulu / Science board**

Prof. Dr. Ali İrfan İLBAŞ	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Prof. Dr. Aydın UZUN	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Prof. Dr. Ali ÜNLÜKARA	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Prof. Dr. Abdollah Mohammadi SANGCHESHME	University of Tehran, Department of Animal Science and Poultry, College of Aboureyhan
Prof. Dr. Cevdet SAĞLAM	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Prof. Dr. Doğan IŞIK	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Prof. Dr. Erdal YILMAZ	Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi
Prof. Dr. Halit YETİŞİR	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Prof. Dr. Mustafa BAŞARAN	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Prof. Dr. Soner SOYLU	Mustafa Kemal Üniversitesi
Prof. Dr. Yusuf KONCA	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Doç. Dr. Ali İhsan Atalay	Iğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Doç. Dr. Çağrı Özgür ÖZKAN	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Doç. Dr. Fatih TÖRNÜK	Yıldız Teknik Üniversitesi
Doç. Dr. Selma Büyükkılıç BEYZİ	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Doç. Dr. Serkan ŞAHAN	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Doç. Dr. Tugay Ayasan	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Emrah KAYA	Iğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Dr. Öğr. Üyesi Halil İbrahim ÖZTÜRK	Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi
Dr. Madalina Albu KAYA	Collagen Department, Leather and Footwear Research Institute Bucharest, Romania

## **Bu Sayının Hakemleri / Referees of This Issue**

Berk BENLİOĞLU	Ankara Üniversitesi
Uğur ÖZKAN	Ankara Üniversitesi
Yusuf Murat KARDEŞ	Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi
Onur OKUMUŞ	Erciyes Üniversitesi
Erdoğan ÖZTÜRK	Atatürk Üniversitesi
Selda DALER	Yozgat Bozok Üniversitesi
Muhammed KÜPE	Atatürk Üniversitesi
Osman GÖKDOĞAN	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
HASAN ALİ İRİK	Erciyes Üniversitesi



## **Bu Sayının Hakemleri / Referees of This Issue**

Berk BENLİOĞLU	Ankara Üniversitesi
Uğur ÖZKAN	Ankara Üniversitesi
Yusuf Murat KARDEŞ	Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi
Onur OKUMUŞ	Erciyes Üniversitesi
Erdoğan ÖZTÜRK	Atatürk Üniversitesi
Selda DALER	Yozgat Bozok Üniversitesi
Muhammed KÜPE	Atatürk Üniversitesi
Osman GÖKDOĞAN	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
HASAN ALİ İRİK	Erciyes Üniversitesi



## **Response of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) to Planting Rate and Row Spacing in a High Altitude Environment**

Araştırma Makalesi/Research Article

Fırat SEFAOĞLU<sup>1</sup> Hakan OZER<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kastamonu University, Genetic and Bioengineering Department, 37150 Kastamonu, Turkey

<sup>2</sup>Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, 25240, Erzurum – Turkey

\* Corresponding Author: [fsefaoglu@kastamonu.edu.tr](mailto:fsefaoglu@kastamonu.edu.tr)

Fırat SEFAOĞLU ORCID ID: 0000-0002-8485-6564, Hakan OZER ORCID ID: 0000-0002-8788-1597

### **Yayın Bilgisi**

Geliş Tarihi: 20.03.2022

Revizyon Tarihi: 21.03.2022

Kabul Tarihi: 23.03.2022

doi:10.55257/ethabd.1090609

### **Keywords**

planting rate, row spacing, Safflower, seed yield.

### **Anahtar Kelimeler**

Soybean, apical dominance, pruning, branching, yield

### **Abstract**

Safflower (*Carthamus tinctorius* L.), has the potential to be an important oilseed crop in Eastern Anatolia, Turkey. In this region with a semi-arid climate, there is no scientific study about row spacing and planting rate in safflower. Therefore, this study was conducted to investigate the effects of row spacing and planting rate on yield and agronomic properties of safflower cultivars (Dinçer and Yenice) in dry conditions, in the years 2013 and 2014. Three different row spacings (20, 40 and 60 cm) and planting rates (20, 40 and 60 kg ha<sup>-1</sup>) were tested. In both study years, it was determined that seeding rate, row spacing and cultivars have significant effects on plant growth, yield and yield components. The cultivars responded similarly to both treatments that row spacing and planting norm in terms of seed yield in both research years. It was determined that the examined plant characteristics were significantly affected by the treatments, and the oil concentration, seed, and oil yield increased with increased row spacing and planting rate. The results obtained from this study emphasize the importance of the choice of suitable row spacing and planting rate in safflower production in semi-arid environments and the seed yield in safflower could be increased by narrow planting (i.e.the 20 and 40 cm row spacings with 60 kg ha<sup>-1</sup>planting rate).

### **Kuru Koşullarda Farklı Ekim Normları ve Sıra Arası Mesafelerin Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Bitkisinin Verim ve Verim Unsurları Üzerine Etkisi**

### **Özet**

Aspir (*Carthamus tinctorius* L.), Türkiye'nin doğusunda, önemli bir yağlı tohum bitkisi olma potansiyeline sahiptir. Bu bölgede aspir yetiştiriciliğinde sıra arası ve ekim normu hakkında sınırlı sayıda bilgi bulunmaktadır. Bu nedenle, çalışma 2013- 2014 yıllarında kuru şartlarda sıra arası ve ekim normunun aspir (Dinçer ve Yenice) çeşitlerinin verimi ve agronomik özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmak amacıyla yürütülmüştür. Üç farklı sıra arası mesafe (20, 40 ve 60 cm) ve üç farklı ekim normu (20, 40 ve 60 kg ha<sup>-1</sup>) test edilmiştir. Her iki araştırma yılında bitki büyümesi, verim ve verim bileşenleri üzerinde ekim normu, sıra arası ve çeşitlerin önemli etkileri olduğu belirlenmiştir. Çeşitler her iki araştırma yılında tohum verimi bakımından sıra arası ve ekim normu uygulamalarına benzer şekilde tepki vermişlerdir. İncelenen özelliklerin uygulamalardan önemli derecede etkilendiği, yağ oranı, tohum ve yağ veriminin sıra aralığı ve artan ekim normuna paralel olarak arttığı belirlenmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlar, yarı kurak iklimde sahip ekolojilerde, kuru şartlarda aspir bitkisinde uygun sıra arası ve ekim normu uygulamalarının önemini vurgulamaktadır. İncelenen karakterler üzerine 40 cm sıra aralığı, 60 kg ha<sup>-1</sup> ekim normu daha iyi sonuçlar üretmiş ve aspirde tohum veriminin sık ekim uygulamasıyla artırılacağı görülmüştür.

## 1. INTRODUCTION

Due to irregular and low precipitation in semi-arid regions, the plant numbers that can be economically produced is very limited (Flagella et al. 2002, Reddy et al. 2003). One of the most important crops to be grown under these conditions is safflower. Safflower has increasing importance as an oil plant due to its high drought resistance, adaptability to various soil conditions, being suitable for agricultural mechanization and low input costs (Cosge and Kaya 2008).

Although safflower has a wide production potential, it is acknowledged in some regions and grown by traditional methods. To contribute to the production, studies should be carried out to increase the cultivation area and yield of safflower plant, which can be an important potential among oilseed plants. In our country, safflower has not an important place in the cultivation and production of oilseed plants. The reasons for this situation are inappropriate agronomic applications and using low yield and oil content varieties, marketing, evaluation, and organization problems.

Plant density may affect both vegetative and generative development in cultivated plants and it varies significantly according to environmental conditions and production systems (Jajarmi et al. 2014). Many factors can affect the yield of the safflower plant. The most important of these factors are row spacing and planting rate. As in other plants, the optimum seeding rate or plant density is the key points for high yield and quality products in safflower. The planting of high-yielded varieties under suitable climatic conditions and appropriate agronomic practices are the basis for obtaining high yield per unit area. It is known that using appropriate row spacing and seed amount, the plants develop better, and the branch numbers, heads and the seed numbers per head increase (Umrani et al. 1984). Studies have shown that row spacing and planting norm significantly affect the seed and oil yield of safflower. Weiss (1983) reported that the planting frequency may vary according to the variety used in the safflower plant. Small-grained plants such as safflower are planted lower seeding rate than in the past. In lower rates of sowings, it is expected to be more branches, a long flowering period, and late crop maturity, also there will be an increasing demand for water and nutrients in the soil, especially in dry conditions. Therefore, the response of the plants to plant density varies depending on the soil moisture content. But, safflower can tolerate water and nutrient deficiencies due to the deep root system that enables nutrients and moisture to be utilized. According to a study, has been conducted to evaluate the suitable plant spacings for safflower under different ecological conditions and it has been detected that the suitable row spacings were 15-23 cm for high seed yield (Weiss 2000). Naderi et al. (2015) determined that the distance between the rows significantly affects the yield in safflower and the narrower row spacing is more suitable for yield. Masoume et al. (2011) tried four different row spacings and they obtained the

highest seed yield (1214 kg da<sup>-1</sup>), the head number (12,18), the number of seed per head (24.3) from 30 cm row spacing. In another study conducted in Iran, it was reported that the seed yield may be affected depending on changing of row spacing and the highest yield was obtained from 15 cm row spacing (Modammadi and Karimizadeh 2013). Similar to row spacing, it is essential to determine the ideal plant density per unit area to obtain the maximum yield. Plant density is an important factor to regulate the microenvironment in the safflower cultivation area and it can affect seed yield and oil ratio.

Optimization of this factor positively affects the nutrient absorption and light exposure of plants, resulting in high yields. The increase in seed yield depends on the high number of plants per m<sup>2</sup>. Moatshe et al. (2016) demonstrated that increasing plant density from 62,500 to 100,000 plants per hectare, increased the seed yield significantly. In many studies, it was stated that dense planting increases yield (Amoughein et al. 2012b, Vagdar et al. 2014). Berglund et al. (1998), plant density is too low, causes to increasing of weed competition, Emongor et al. (2013) showed that as increase the plant density seed yield significantly decreased. Elfadl et al. (2009) stated that plant density had no important effect on seed yield, oil rate and yield. Abd El-Mohsen and Mahmoud (2013), reported that the highest yield was determined in the highest plant density sites (200,000 plants ha<sup>-1</sup>) in different ecological conditions. Some studies showed that varieties have different responses to inter row spacing and sowing density (Omidi et al. 2009, Mohamadzadeh et al. 2011, Omidi et al. 2012, Sharif Moghaddasi and Omidi 2016, Uke et al. 2017).

Safflower is a new plant for the Eastern Anatolia region of Turkey. It is important to determine the suitable variety, appropriate seeding rate, and planting norms for commercial production in the region. The region where the research was conducted shows semi-arid climate characteristics that has low precipitation in summer period. Therefore, to optimize safflower yield in low rainfall areas, a balance should be maintained between the amount of vegetative growth and soil moisture. In this study, it was aimed to evaluate the suitable row spacing and planting rate for yield and agronomic characters of safflower varieties in dry conditions and to determine the optimal row spacing and seeding rate in safflower production.

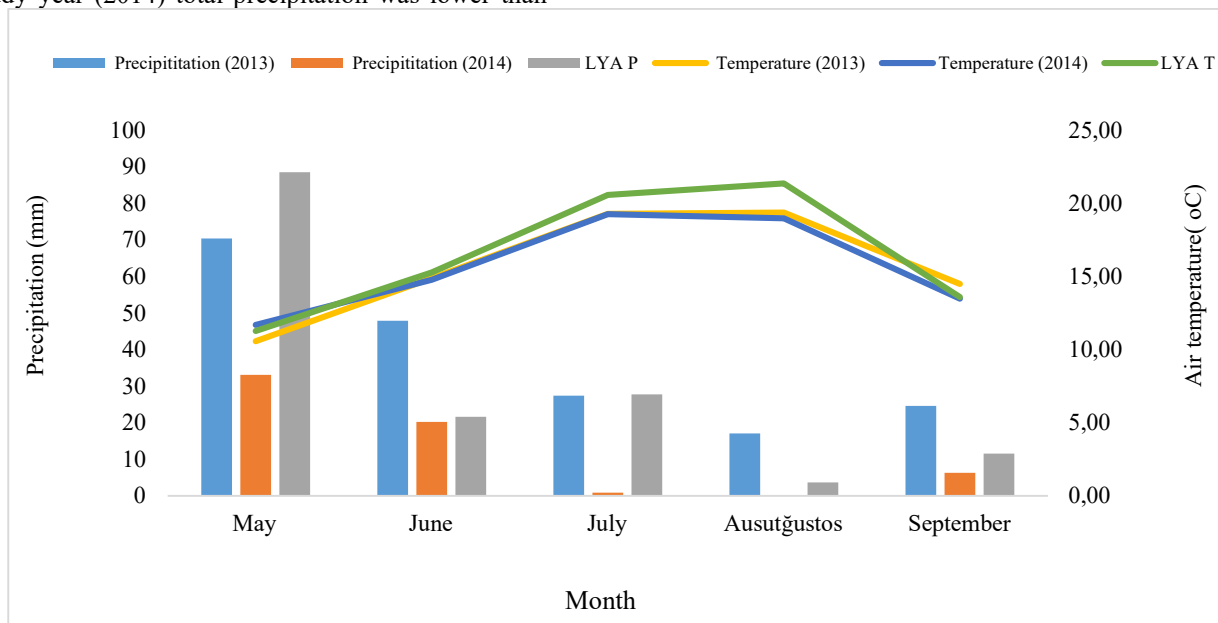
## 2. MATERIAL AND METHODS

This research was carried out in 2013-2014 in Erzurum province (1663 m altitude, 41° 67' east longitude, and 39° 97' north latitude) located in the Eastern Anatolia Region of Turkey, characterized by semi-arid climate. Terrestrial climatic conditions are observed in the region and the autumn, summer and spring seasons are short whereas the winter period is long. In this region, plant diversity and yield is restricted by semi-arid climatic conditions and the short vegetation period. The fact that the safflower plant is more resistant to low precipitation and temperatures than other plants make it possible to grow this plant in the region.



The meteorological data of the study area are given in Figure 1. In the first study year (2013), the total precipitation value (60.4 mm) was lower than the long-term average (187.5 mm), the monthly average temperature (3.1 °C) was the same as the long-term average and the relative humidity (38.6%) was lower than the long-term average (52.6%). In the second study year (2014) total precipitation was lower than

the long-term average, higher than the first year. However, the monthly temperature and relative humidity values of 2014 were higher than both 2013 and the long-term average. In the period between May and September, which is the active growth period of field crops, temperatures were close to each other in both years.



**Figure 1.** Some important climate data of the study area for long-term average and 2013-2014.

Before planting, soil samples were taken from the experimental areas and some soil chemical and physical characteristics were analyzed in these samples. According to the soil analysis results, the soil texture was clay loam, the pH values varied between 7.25 and 7.71. The lime content varied between 0.96% to 3.10%, the available phosphorus was 3.62-3.92 kg da-1, the potassium was 82-101 kg da-1, and the organic matter contents were 1.49-1.70%. Accordingly, the soil of the study site is moderately alkaline, low in phosphorus, medium in organic matter, and sufficient in terms of potassium (Sezen 1995).

The study was conducted in the Randomized Complete Blocks design with 4 replications. In the study, 2 varieties (Dinçer and Yenice), three different row spacing (20, 40 and 60 cm) and three different seeding rate (20, 40 and 60 kg ha-1) were examined. The varieties were the main plots, row spacing subplots, and seeding rate sub-sub plots. Sowing was done on 13 May 2013 and 18 May 2014 with a plot seeder. For fertilization, 40 kg ha-1 Triple superphosphate (46% P2O5) and 60 kg ha-1 ammonium sulfate (21% N) were applied to the experimental area. Each plot had 4 rows with 5 m length. There was 1 m space between the plots and 2 m between the blocks. The harvest was made on September 20 in 2013, and in 2014, it was delayed to September 7, due to rainfall in the last week of September. In the harvest, one row from the edges of each plot and 50 cm from each head were evaluated as edge effect and 2 rows in the middle of the plots were

harvested. After the harvest, the plants were dried and the seeds were separated by threshing machine.

The two-year data obtained from the research were subjected to variance analysis with JMP 5.0.1 (SAS Institute 2002) package program based on Randomized Complete Block Design. The significant differences between the treatments were compared and grouped according to Duncan Multiple Comparison Test.

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

In this study, the impacts of different row spacing and seeding rates on yield, and yield components and the variance analysis results are given in Table 1.

There was a significant difference ( $p < 0.01$ ) between the years in terms of the examined characters in the study (Table 1). Although the year 2013 was drier and cooler than 2014 and more rainfall was recorded in the second year, the distribution of precipitation was irregular (Table 2). Most probably irregular rainfall and high temperature in 2014 negatively affected the growth of safflower plants.

**Table 1.** Variance analysis results of yield and yield components of safflower cultivars grown in different row spacings and different planting rate treatments.

Variation Sources	DF	Plant Height (cm)	Branch Number (no plant <sup>-1</sup> )	Head Number (cm)	Head Diameter (cm)	Seed Numb. (no plant <sup>-1</sup> )	1000 Seed Weight (g)	Seed Yield (kg ha <sup>-1</sup> )	Seed oil Concentration (g kg <sup>-1</sup> )	Oil Yield (kg ha <sup>-1</sup> )
Year (Y)	1	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Cultivar (C)	1	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Row spacings (RS)	2	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Planting rate (PR)	2	**	**	**	**	**	**	*	*	**
ÇxY	1	**	**	**	ns	ns	**	**	**	ns
ÇxRS	2	**	**	**	ns	**	**	ns	ns	ns
ÇxPR	2	ns	Ns	**	ns	ns	**	ns	ns	ns
YxRS	2	**	**	**	ns	**	**	ns	ns	*
YxPR	2	**	**	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns
RSxPR	4	**	*	ns	**	ns	**	ns	ns	ns
CxYxRS	2	**	**	**	**	**	**	**	**	**
YxRSxPR	4	**	Ns	**	ns	**	**	ns	ns	ns
CxRSxPR	4	**	Ns	**	ns	**	**	ns	ns	ns
CxYxPR	2	**	Ns	**	ns	ns	**	ns	ns	ns
CxYxRSxPR	4	**	Ns	Ns	ns	**	ns	ns	ns	ns

In this study conducted under field conditions as a two-year study, except the interaction of cultivar x seeding rate, the effect of all treatments and all other interactions on plant height was significant (Table 1). Plant height was significantly longer in the early year than in the other study year. In both study years, the average plant height of Yenice cultivar was longer than Dinçer cultivar (Table 2). It was determined that the difference between varieties was less in the first study year. The effects of planting rate treatments on plant height have changed according to years and varieties. Due to the increase of row spacings, the plant height has increased. However, this increase was more in the Yenice cultivar (Table 1). In the first year, plant heights at 20 and 40 cm row spacings were very close to each other, while a significant increase was found in the increasing planting distances in the second study year (Table 1). This difference in plant height can probably result from the different climatic conditions in study years. Plant height was higher in the first study year that the rainfall distribution was regular in the growing season, and the reason of the lower plant height in the second study year probably related to irregular rainfall distribution, although rainfall was higher (Figure 1).

Plant height varied significantly in both study years depending on row spacing and planting rate. According to the results in Table 2, the highest plant height was obtained at 60 cm row spacing and 60 kg

ha<sup>-1</sup> planting rate treatments, and the shortest plant height was obtained from 20 cm sowing width and 20 kg ha<sup>-1</sup> seeding rate treatments in both study years. In both years, due to the increasing row spacing and seeding rate, plant height increased, the height was 3.47 cm higher in the second year compared to the first year. The increasing number of plants per unit area decreases the development of side branches and causes the plants to show vertical growth and ultimately the plant to be taller. Sharif Moghaddasi and Omidi (2016) reported that reduced sowing rate will result in reduced competition between plants, development of the root system, and better utilization of nutrients in the soil. Similarly, Uke et al. (2017) stated in their study that plant height values increased in parallel with the increase in plant density and planting rate.

**Table 2.** The results of plant height, branch number and head number of safflower cultivars grown at different row spacing and planting rates

Treatments	Plant height (cm)			Branch number			Head number		
	2013	2014	Mean	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.
Cultivars									
Dinçer	71,3b	55,30b	63.27b	5,08	3,52a	4.28a	6.6a	4.7a	5.7a
Yenice	79,2a	61,40a	70.27 a	5,05	3,08b	4.08b	6.4b	3.5 b	5.0b
Mean	75.2	58.3	66.8	5,07	3,30	4,18	6.5a	4.1b	5.4
Row spacings									
20	74,1c	55,7c	64.9c	4,57c	2,51	3.54c	5.5c	3.7c	4.6c
40	74,2b	58,5b	66.3b	5,01b	2,96	3.98b	6.4b	3.9b	5.2b
60	78,4a	60,9a	69.6a	5,61a	4,44	5.02a	7.6a	4.8a	6.2a
Mean	75.5	58.4	67.0	5,06	3,30	4,20	6.5	4.1	5.3
Planting rate									
2	73,1c	54,7c	63.9c	5,85a	3,61	4.73a	7.1 a	4.7a	5.9a
4	75,1b	58,2b	66.7b	4,94b	3,27	4.10b	6.4b	4.1b	5.3b
6	77,4a	62,2a	69.8a	4,40c	3,03	3.71c	6.1c	3.6c	4.8c
Mean	75.2	58.4	66.8	5,10	3,30	4,20	6.5	4.1	5.3

\*Significant at %5' level (P<0.05); \*\*significant at %1 (P<0.01). The difference between the averages shown in different letters is significant.

The number of branches was significantly ( $p < 0.01$ ) affected by all interactions except year, cultivar, row spacing, planting rate treatments and planting rate x cultivar interaction (Table 1). According to the average of the treatments, the number of branches was different in study years, and in the first study year branch number was higher than the rainfall showed a regular distribution. The average branch number of the cultivars varied in study years and branch number was higher in Dinçer cultivar in both study years (Table 2). Varieties reacted differently in terms of the branch number. Depending on the increase in row spacing, the branch number increased in both years, but this increase was more irregular in 2014. This situation, which occurs at row spacings, has also been detected in planting rate treatment. The highest and lowest branch number was determined in the 20 and 60 kg ha<sup>-1</sup> seeding rate treatments, respectively. Depending on the increase in the planting rate in each of the row spacing, the branch number decreased and this decrease was more pronounced in the 60 kg ha<sup>-1</sup> planting rate. It was observed that the competition between plants decreased due to the decrease in the planting rate and the less plant number per unit area. It was also reported that in lower planting rates, plants receive maximum sunlight for photosynthesis, producing healthy plants, and as a result, the biomass and the branch number of the plants' increase (Oad et al. 2002). Some studies showed that the branch number in lower planting rates or wider rows was high (Amoughein et al. 2012a, Sharif Maghaddasi and Omidi 2016).

The head number per plant, is one of the factors that directly affect the yield, and it was showed difference in study years and cultivars. In the first study year, branch number and head number per plant were higher. The difference between the study years

was significant at 1% level (Table 1). The highest head number was obtained from Dinçer cultivar in both study years. The head number of the varieties were varied depending on the years. As the row spacing wider in both cultivars and in study years, the head number increased. In the first year and in the Yenice cultivar there was a significant increase depending on row spacing. Depending on the increase in the planting rate, the number of head decreased, it was the lowest in the 60 kg ha<sup>-1</sup> planting rate and the highest in the 20 kg ha<sup>-1</sup> seeding rate treatment plots. Increasing seeding rate increases the seed number per unit area and causes a decrease in the branch number. Since the safflower plant forms a head at the top of each branch, the number of the head decreases as the branch number decreases (Weiss 2000). Some researchers reported that the head number decreased due to the increase in the seeding rate (Emami et al. 2011, Sharif Moghaddasi and Omidi 2016, Uke et al. 2017).

In safflower, head diameter is one of the most important yield components. For this reason, it is desired that the head diameter should be large. Head diameter varies depending on the variety, sowing width and planting rate (Naghavi 2012). In our study, the Yenice cultivar had the highest head diameter value (Table 2) and the difference between the cultivars was statistically significant at the  $p < 0.01$  level (Table 1). Head diameter values were measured as 1.72 cm in the first study year and 1.57 cm in the second year and this difference was statistically significant ( $p < 0.01$ ) (Table 1). In the first study year, warmer weather and suitable rainfall during the flowering period may have been caused the head diameter to be large. Uslu et al. (2002) reported that the low temperature and humidity during the flowering period, the temperature, and drought in the stem period will cause differences in the head diameter. In our



study, head diameter values differed depending on the row spacing and planting rates. It was observed that the head diameter increased due to the increasing of the row spacing. Head diameter values decreased significantly at all row spacing due to the increase in sowing density. The response to the planting rate, depending on the row spacings caused the inter-row x sowing norm interaction to be significant in terms of the head diameter. The reduction of seeding rate decreases the plant number per unit area, decreasing the competition between plants and the plants develop better and the head diameter increases (Sharif Mogdaddasi and Omid 2016).

According to the variance analysis results, the effect of year, cultivar, row spacing, planting rate treatments, year x row spacing, and row spacing x cultivar interactions on the seed number per head was significant (Table 1). The highest seed number per head was obtained in the first study year, and it showed variation in the cultivars (Table 3). The highest seed number per head was determined in the Dinçer cultivar. Due to the differences arising from the

genetic structure of safflower varieties grown under the same ecological conditions, the seed number per head may differ. As a matter of fact, this situation was demonstrated in previous studies (Çalışkan and Çalışkan 2018). In this study, the highest seed number per head was obtained from 60 cm row spacings, it was the same in both study years. The seed number increased depending on the increase in the row spacings. The fact that the response of the safflower plant to the row spacing was different in study years caused the year x row spacing to be significant. The increases in the planting rates caused a significant change in the seed number per head, and the seed number per head was higher in 20 kg ha<sup>-1</sup> treatments (Table 3). Depending on the increase in row spacings, the seed number per head increased in both varieties, but this increase was more pronounced in the Yenice cultivar (Table 3). That high plant density decreases the number of seed per plant by increasing water consumption and causing water deficiency in the post-flowering period.

**Table 3.** The results of table diameter, head number per plant, seed number per head and 1000 seed weight of safflower cultivars grown at different row spacing and planting rates

Treatments	Head diameter (cm)			Seed number per head			1000 seed weight (g)		
	2013	2014	Mean	2013	2014	Mean	2013	2014	Mean
Dinçer	1.70b	1.55b	1.60 b	23.9a	22.1a	23.0a	44.8a	39.2a	42.0a
Yenice	1.73a	1.59a	1.66a	22.1b	20.2	22.2b	41.6b	31.2b	36.4b
Mean	1.72	1.57	1.63	23.0	21.2	22.6	43.2	35.2	39.2
Row spacings									
20	1.65c	1.52c	1.58c	21.6b	20.1c	20.9c	41.2b	33.8c	37.5c
40	1.73b	1.56b	1.64b	23.5a	20.8b	22.2b	44.2a	35.2b	39.7b
60	1.77a	1.63a	1.70a	23.9a	22.4a	23.1a	44.4a	36.6a	40.5a
Mean	1.72	1.57	1.64	23.0	21.1	22.1	43.3	35.2	39.2
Planting rates									
2	1.78	1.68a	1.73a	23.9a	22.1a	23.0a	44.3a	36.2a	40.3a
4	1.74	1.56b	1.63b	22.9b	20.8b	21.9b	42.8b	35.1b	38.9b
6	1.68	1.47c	1.57c	22.1c	20.5b	21.3c	42.7b	34.4c	38.5c
Mean	1.73	1.57	1.64	23.0	21.1	22.1	41.4	35.2	39.2

\*Significant at %5' level (P<0.05); \*\*significant at %1 (P<0.01). The difference between the averages shown in different letters is significant.

In this study, except for the year x planting rate interaction, all treatments and interactions had a significant effect on 1000-seed weight, which is an important yield factor (Table 1). The average 1000 seed weight was 43.2 g and 35.2 g in 2013 and 2014, respectively (Table 3). Seed weight is an important character directly related to climatic conditions, especially during the flowering period. In the second study year, in the first week of August, the flowering period of the plant, there was almost no rainfall and high temperature may have caused the seed weight to be lower. In both years, the highest seed weight was obtained from Dinçer cultivar. Beyyavas et al. (2011) reported that genotype and ecological conditions are two important factors affecting 1000 seed weight. In

2014, the seed weight of Yenice cultivar was lower than Dinçer. (Table 3). This situation may have resulted from plant competition to climatic factors that positively affect seed development during the seed filling stage. The lowest 1000 seed weight was obtained in 20 cm row spacing (37.5 g), the highest 1000 seed weight was obtained from 60 cm row spacing treatments. As a result of the increase in the planting distance in both varieties, the 1000 seed weight increased, but this increase was higher in Dinçer than Yenice cultivar. As a result of the less plant competition in the widening of rows, it is expected that the head diameter and seed were larger. The seed weight varied depending on the seeding rates. In our study, it was determined that the seed

weight in the treatment of 60 kg ha<sup>-1</sup> plantings was lower than other seeding rates. Due to the increase of plant competition in higher planting rates, the development of the photosynthesis organs and other metabolic activities are slow. This negatively affects the seed development especially during the seed

forming period, and accordingly, the seed weight decreases with the increase in the planting rates (Zarei et al. 2011, Emami et al. 2011, Çaliskan and Çaliskan 2018).

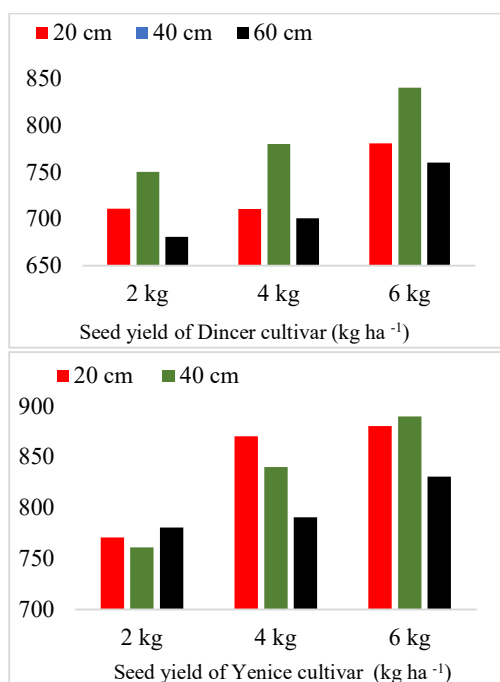
**Table 4.** The results of seed yield, seed oil concentration and oil yield of safflower cultivars grown at different row spacing and planting rates

Treatments	Seed yield (kg ha <sup>-1</sup> )			Seed oil concentration (g kg <sup>-1</sup> )			Oil yield (kg ha <sup>-1</sup> )		
	2013	2014	Mean	2013	2014	Mean	2013	2014	Mean
<b>Cultivars</b>									
Dinçer	870.0a	780.6a	820.8a	200.6a	180.7	190.7a	170.9a	140.7a	160.3a
Yenice	810.5b	680.5b	750.0b	190.5b	180.3	180.9b	150.9b	120.5b	140.2b
Mean	840.3	730.6	780.9	200.1	180.5	190.3	106.9	130.6	150.3
<b>Row spacings</b>									
20	860.4a	720.0b	790.2b	200.0	180.1b	190.0b	170.3a	130.1b	150.2b
40	840.7a	780.0a	801.4a	200.6	190.3a	200.0a	170.5a	150.0a	160.3a
60	810.7b	710.0b	760.2c	190.5	180.2b	180.9b	150.9b	120.9b	140.4c
Mean	840.3	730.7	780.9	200.0	180.5	190.3	160.9	130.7	150.3
<b>Planting rates</b>									
2	810.0c	680.5c	740.8c	200.3	180.8	190.6a	160.4	120.9b	140.7
4	830.8b	730.3b	780.6b	200.2	180.4	190.3ab	160.9	130.5b	150.2
6	880.0a	780.9a	830.5a	190.6	180.3	190.0b	170.3	140.5a	150.9
Mean	840.3	730.6	790.0	200.0	180.5	190.3	160.9	130.6	150.3

\*Significant at %5' level (P<0.05); \*\*significant at %1 (P<0.01). The difference between the averages shown in different letters is significant.

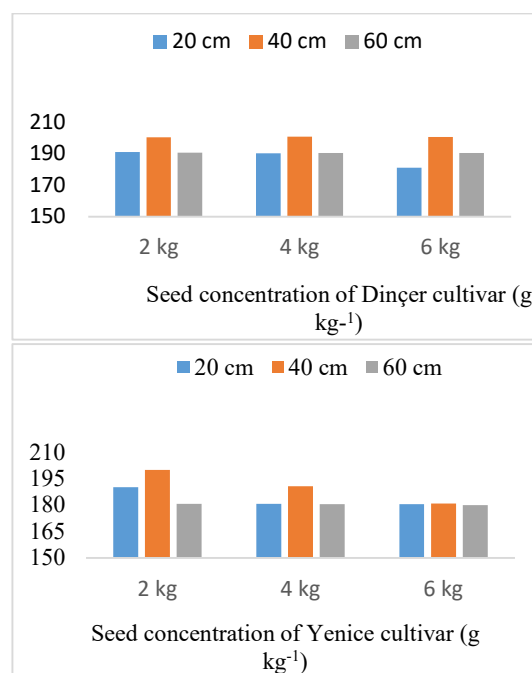
Year, cultivar, row spacing and seeding rate effects were significant on seed yield, which is the main purpose in growing for this plant. Also, the effect of all interaction sources was found to be insignificant, except for the cultivar x year interaction (Table 1). According to the average of the study years and treatments, the seed yield was determined as 820.8 ha<sup>-1</sup> in Dinçer cultivar and 750.0 kg ha<sup>-1</sup> in Yenice. Dinçer cultivar had higher seed yield than Yenice in both study years. The seed yield in the first year was approximately 100.0 kg ha<sup>-1</sup> higher than the second year (Table 4). However, the difference between varieties in terms of seed yield significantly higher in the second year. The higher seed yield in 2013 compared to 2014 can be explained by the more suitable climatic factors in the 2013 growing season. The total precipitation amount, during the plant growth period, was 60.4 mm and 153.1 mm in 2013 and 2014, respectively. During the stemming (June), flowering (July), and seed filling period (August), regular rainfall and the suitable temperature positively affected the branch number, the head number, the seed number per head, and the 1000 seed weight that the seed yield is directly affected by these characteristics. It is well known that there may be significant differences in seed yield between safflower varieties (Bella et al. 2019). According to the average of the experimental factors, seed yield increased up to 40 cm and decreased to 60 cm row

spacing (Table 4). The seed yields of the safflower plant in the 20, 40 and 60 cm row spacing were determined as 790.2, 810.4 and 760.2 kg ha<sup>-1</sup>, respectively (Table 4). It is understood that with the increase of the row distance, the head number per plant, the seed number per head and the 1000 seed weight increased and the seed yield increased accordingly. The seeding rate has a direct effect on the seed yield. For this reason, it is highly important to examine the effect of different planting rate treatments. In the study, the seed yield increased due to the increase in sowing rates, and it was determined as 740.4 kg ha<sup>-1</sup> at 20 kg ha<sup>-1</sup> seeding rate, 780.6 kg ha<sup>-1</sup> at 40 kg seeding rate, and 830.4 kg ha<sup>-1</sup> at 60 kg ha<sup>-1</sup> seeding rate. Ahadi et al. (2011) stated that the seed yield increased by increasing seeding rates, Berglund et al. (1998), Zarei et al. (2011) stated that the plants grown in wide seeding distances utilize more from sunlight, and the seed yield increased due to the decrease in competition.



**Figure 2.** Average seed yield of Dinçer and Yenice safflower cultivars

Safflower is mainly grown for oil production. The seed oil concentration in safflower varied depending on the varieties and the highest seed oil concentration was obtained from Dinçer cultivar (190.7 g kg<sup>-1</sup>). The seed oil concentration was determined as 200.0 g kg<sup>-1</sup> in 2013 and 180.5 g kg<sup>-1</sup> in 2014 (Table 4). This difference between the study years in terms of seed oil concentration was statistically significant ( $p < 0.01$ ) (Table 1). The differences observed in seed oil concentration were probably related to temperature and soil moisture content during the seed filling period. It was stated that the seed oil concentration is significantly affected by the temperature differences and the seed oil concentration decreases during the warmer weather conditions in the seed filling period (Weiss 1983). Dinçer cultivar had higher seed oil concentration in both research years. The seed oil concentration was determined as 190.04, 190.92 and 180.85 g kg<sup>-1</sup> at 20, 40 and 60 cm planting distances, respectively, and the response of the seed oil concentration to the planting distances was irregular. In this study, the lowest seed oil concentration (180.98 g kg<sup>-1</sup>) was obtained from the 60 kg ha<sup>-1</sup> planting rate and the highest (19.55 g kg<sup>-1</sup>) from the 20 kg ha<sup>-1</sup> planting. The decrease in the seed oil concentration by the effects of the increase in the planting rates can be explained by the increase in plant competition for environmental factors such as mineral substances, water, and sunlight. In some studies carried out on the same subject, it was reported that the increase in plant density decreases the seed oil concentration (Amoughein et al. 2012b, Caliskan and Caliskan 2018).



**Figure 3.** Average oil content of Dinçer and Yenice safflower cultivars

The effect of all treatments on oil yield, which is a result of seed yield and seed oil concentration, was significant, and all interactions were insignificant, except for the year x row spacing. In the research, the highest seed oil concentration was obtained from Dinçer cultivar (Table 2). This is due to the seed oil concentration and seed yield of Dinçer cultivar were higher than Yenice. seed oil concentration in the first study year (16.9 kg ha<sup>-1</sup>) was higher than in the second year (13.6 kg ha<sup>-1</sup>). Irregular rainfall in the second year and warmer weather conditions in the post-flowering period caused a decrease in the seed yield and thus the oil yield. It was determined that the increase of row spacing, the oil yield increased up to a certain width and then decreased. As a result of our research, it was determined that the oil yield increased until the row distance of 40 cm and then (60 cm) the oil yield decreased. Due to the increase in the planting rates in safflower, the oil yield increased and the highest oil yield was obtained at 60 kg ha<sup>-1</sup> plantings. Especially seed yield and seed oil concentration values are directly effective in this situation. Studies were reported that the main reason is seed yield for the high oil yield (Shahri et al. 2013, Vagdar et al. 2014).

#### 4. CONCLUSION

In this study, depending on the increase in-row spacing, plant height, stem diameter, 1000 seed weight, branch number, head diameter, and seed number per head increased. The increase of row spacing from 20 to 40 cm, seed oil concentration, seed and oil yield significantly increased, while increasing it from 40 to 60 cm caused a serious decrease in seed oil content, seed, and oil yield. The increase in the planting rate significantly decreased the seed oil

concentration, the seed number per head, the head number, 1000 seed weight, stem diameter, branch number, and head diameter. In safflower production in dry farming areas, the yields of varieties may differ depending on high seed and oil yield, and therefore it is important to choose the appropriate cultivar for the region. In this study, the seed yield and oil ratio values were low due to the study was carried out in dry conditions, short growing season, low rainfall and temperatures, high altitude. It is important to research for more years in order to obtain healthy results, especially to evaluate the reaction of the safflower plant by years. As a result of this research, the fact that the highest yield was obtained at 20 and 40 cm row spacing and 60 kg ha<sup>-1</sup> seeding rate supports that high yield can be obtained from frequent planting. In addition, the sowing distance of 20 cm will allow safflower cultivation to be done using grain drill, it will provide equipment savings and convenience in agricultural enterprises.

As a result, in semi-arid climates dominated by continental climatic conditions with short vegetation period, high planting rate, narrow row spacing are required in terms of yield and yield components for small-grained plants such as safflower in dry conditions.

#### Acknowledgement

This study was supported by Ataturk University [Project BAP No. 2013/381]

#### REFERENCES

- Ali, A., Fletcher, R. A., 1970. Hormonal Regulation of Apical Dominance in Soybeans, *Canadian Journal of Botany* 48(11): 1989-1994.
- Abd El-Mohsen, A.A. & Mahmoud, G.O. 2013. Modeling the influence of nitrogen rate and plant density on seed yield, yield components and seed quality of safflower. *American Journal of Experimental Agriculture* 3 (2): 336-360.
- Ahadi K., Kenarsari, M.J. & Rokhzadi, A. 2011. Effects of sowing date and planting density on growth and yield of safflower cultivars as second crop. *Advances in Environmental Biology*. 5 (9): 2756-2760.
- Bella, L.S., Tuttolomondo, T., Lazzeri, L., Matteo, R., Leto, C. & Licata, M. 2019. An agronomic evaluation of new safflower (*Carthamus tinctorius* L.) germplasm for seed and oil yields under mediterranean climate conditions. *Agronomy* 2019, 9(8), 468. doi.org/10.3390/agronomy9080468
- Berglund, D.R., Riveland, N. & Bergman, J. 1998. Safflower Production. North dakota State Universty NDSU Extension Service. <http://www.ag.ndsu/pubs/plantsci/crops/a870.pdf>
- Beyyavas, V., Haliloglu, H., Copur, O. & Yilmaz, A. 2011. Determination of seed yield lines and populations under the semi-arid conditions. *African Journal of Biotechnology* 10 (4): 527-534. doi: 10.5897/AJB09.1395
- Cosge, B. & Kaya, D. 2008. Performance of some safflower (*Carthamus tinctorius* L.) varieties sown in late-autumn and late-spring. *Süleyman Demirel University Journal of the Institute of Science*, 12 (1): 13-18
- Caliskan, S. & Caliskan, M.E. 2018. Row and plant spacing effects on the yield and yield components of safflower in a mediterranean-type environment. *Turk Journal Field Crops* 2018, 23(2), 85-92. doi.org/10.17557/tjfc.467442
- Elfadl, E., Reinbrecht, C., Frick, C. & Claupein, W. 2009. Optimization of nitrogen rate and seed density for safflower (*Carthamus tinctorius* L.) production under low input farming conditions in temperate climate. *Field Crops Research* 114 (1), 2-13. doi.org/10.1016/j.fcr.2009.06.012
- Emami, T., Naseri, R., Falahi, H. & Kazemi, E. 2011. Response of yield, yield components and oil content of safflower (cv. Sina) to planting date and plant spacing on row in rainfed conditions of western Iran. *American-Eurasian Journal Agriculture and Environmental Science*. 10(6): 947- 953.
- Emongor, V.E., Oagile, O. & Kedikanetswe, B. 2013. Effects of plant population on growth, development and oil yield of safflower. *Journal of Agricultural Science and Technology B*. 3:321-333
- Flagella, Z., Rotunno, T., Tarantino, E., Caterina, R.D & Caro, A.D. 2002. Changes in seed yield and oil fatty acid composition of high oleic sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids in relation to the sowing date and the water regime. *European Journal of Agronomy*, 17: 221-230. doi.org/10.1016/S1161-0301(02)00012-6
- Jajarmi, V., Abazarian, R. & Khosroyar, K. 2014. The Effect of Density, Variety, and Planting Date on Yield and Yield Components of Safflower. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life sciences*. 4(2): 628-632.
- Masoume, M., Siadat, S.A., Norof, M.S. & Naseri, R. 2011. The effects of planting date and row spacing on yield, yield components and associated traits in winter safflower under rain fed condition. *American Eurasian Journal of Agriculture and Environment* 10 (2), 200-206,
- Moatshe, O.G., Emongor, V.E., Balole, T.V & Tshwenyane, S.O. 2016. Yield and yield components of safflower as influenced by genotype and plant density grown in the semi-arid conditions of Botswana. *Scientific Journal of Crop Science*. 5(9): 125-136
- Mohamadzadeh, M., Siadat, S.A., Norof, M.S & Naseri, R. 2011. The Effects of planting date and row spacing on yield, yield components and associated traits in winters safflower under rain fed conditions. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*. 10(2): 200-206.
- Mohammadi, M, & Karimizadeh, R. 2013. Response of safflower to row spacing and intra-row plant distance in semi-warm dryland condition. *Agriculture & Forestry*. 59 (2): 147-155.
- Naderi, R., Kazemeini, A.A. & Noroozi, M. 2015. Water stress and plant within row spacing effects on safflower yield in competition with wild Oat. *Journal of Biological. Environmental. Sciences*, 9(26),71-80
- Naghavi, M.R. 2012. Effects of planting populations on yield and yield components of safflower in different weed competition treatments. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 10 (1), 481-483.
- Oad, F.C., Samo, M.A., Qayyum, S.M. & Oad, N.L. 2002. Inter and intra row spacing effect on the growth, seed yield and oil content of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) *Asian Journal of Plant Sciences*, 1 (1), 18-19. doi:10.3923/ajps.2002.18.19
- Omidi, A.H., Khazaei, H. & Hongbo, S. 2009. Variation for some important agronomic traits in 100 spring safflower (*Carthamus tinctorius* L.) genotypes. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*. 5 (6): 791-795.

- Omidi, A.H., Khazei, H., Monneveux, P. & Stoddard, F. 2012. Effect of cultivar and water regime on yield and yield components in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Turkish Journal of Field Crops* 17(1): 10-15.
- Reddy, G.K.M., Dangi, K.S., Kumar, S. S. & Reddy, A.V. 2003. Effect of moisture stress on seed yield and quality in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Journal of Oilseed Research*, 20: 282-283.
- Sezen, Y. 1995. *Fertilizers and Fertilization Lecture Notes Atatürk Univ. Faculty of Agriculture. Soil Division, Erzurum*, 39-41.
- Shahri, A., Ganjali, H.R. & Fanayi, H.R. 2013. Effect of drought on quantitative and qualitative yield of safflower (Goldasht cultivar) in different planting densities. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences* 6 (19), 1342-1346.
- Sharifmogdaddasi, M. & Omidi, A.H. 2016. Determination of optimum row-spacing and plant density in Goldasht safflower variety. *Scientific Papers, Series A. Agronomy*. LIX:301-306
- Uke, P.C., Vilhekar, S.C. & Vaidya, E.R. 2017. Effect of plant population on yield and yield components of safflower cultivars in rainfed condition of Vidarbha region. *Advance Research Journal of Crop Improvement*. 8(1): 66-69. doi:10.15740/HAS/ARJCI/8.1/66-69.
- Umrani, N.K. & Bhoi, P.G. 1984. Effect of plant density on growth and yield of safflower under two rainfall situations, *Indian Journal of Agronomy*, 29 (3): 282-286.
- Uslu, N., Tutluer, I., Taner, Y., Kunter, B., Sagel, Z. & Peskircioglu, H. 2002. Effects of temperature and moisture stress during elongation and branching on development and yield of safflower. *Sesame and Safflower Newsletter* No: 17, 103-107.
- Vagdar, M.S., Shamsi, K., Kobraee, S. & Behrooz, R. 2014. The effect of planting row interval and plant density on the phenological traits of safflower (*Cardamus tinctorius* L.) dryland conditions. *International Journal of Biosciences (IJB)* 4 (12), 202-208. <http://dx.doi.org/10.12692/ijb/4.12.202-208>
- Weiss, E.A. 1983. *Safflower: In: Oilseed Crops, Tropical Agriculture Series*, Longman Inc., Leonard Hill Books, New York, USA.
- Weiss, E.A. 2000. *Oilseed Crops. Safflower, Second Edition*, Blackwell Publishing Limited, London, UK. Chapter 4:93- 129
- Zarei, G., Shamsi, H. & Fazeli, F. 2011. Effect of planting density on yield and yield components of safflower cultivars in spring planting. *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering* Vol.5, No:12. doi.org/10.5281/zenodo.1055998



## **İlk Üretim Yılında Sivas Ekolojik Şartlarında Yetiştirilen Kenevir Bitkisinden Elde Edilen Tohumun Yağ Oranı ve Yağ Asit Kompozisyonunun Belirlenmesi**

Araştırma Makalesi/Research Article

**N. Gülşah Kütük DİNÇEL<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sivas Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu Sivas-Türkiye

\*sorumlu yazar: [nazirekutuk@cumhuriyet.edu.tr](mailto:nazirekutuk@cumhuriyet.edu.tr)

N. Gülşah Kütük DİNÇEL, ORCID No: 0000-0002-5073-936X

### **Yayın Bilgisi**

Geliş Tarihi: 02.03.2022

Revizyon Tarihi:

Kabul Tarihi: 10.03.2022

doi:10.55257/ethabd.1081704

### **Anahtar Kelimeler**

*Kenevir, Yağ kompozisyonu, Cannabis*

*Sativa, Lif Bitkisi*

### **Keywords**

*Cannabis, Oil composition, Cannabis Sativa, Fiber plant*

### **Özet**

Kenevir (*Cannabis sativa* L.), Cannabaceae familyasına ait, tek yıllık, otsu yapıda, dioik ve çok yönlü kullanım alanları olan bir endüstri bitkisidir. Kenevir bitkisi tarihin ilk çağlarından beri kullanımı süre gelen ve zaman içinde kullanım alanları yaygınlaşan bir bitkidir. Bugün geldiğimiz noktada ilaç, gıda, kâğıt, biyoyakıt, tekstil, kozmetik, inşaat, otomotiv ve savunma sanayi olmak üzere oldukça geniş yelpazede kullanım alanına sahiptir. Bu çalışma, 29.06.2016 tarihli Resmi Gazetede yayımlanan yönetmeliğe ek olarak 2021 yılında yapılan genişletme ile ülkemizde kenevir yetiştiriciliği izni verilen 20 ilden biri olan ve 2021 yılı içerisinde 176 dekar üretim alanı ile tüm ülkedeki kenevir alanları toplamından daha fazla kenevir üretim alanına sahip olan Sivas ilinde, Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğüne (TİGEM) bağlı Gökhöyük Tarım İşletmesinden elde edilen Narlısaray Popülasyonunun, Sivas ekolojik şartlarında üretilmesiyle elde edilen tohumlar üzerinden yapılmıştır. Çalışmada kullanılan tohumlar, ATC-Hawk firması tarafından sözleşmeli üretim kapsamında Sivas-Ankara Karayolu üzeri çöken mevkiinde yetiştirilmiştir. Tohumdaki yağ oranı soxhlet ekstraksiyonu ile belirlenmiş olup; % 39,78 olarak tespit edilmiştir. Yağ asit kompozisyonu ise mekanik presyon (soğuk sıkım) yolu ile elde edilmiş olan kenevir tohum yağı gaz kromatografisi kütle spektrometresi (GC/MS) ile belirlenmiştir. GC/MS sonuçlarına göre kenevir tohum yağının %14,18 oleik (doymamış yağ) asitlerinden, % 56,34 linoleik (doymamış yağ) asitlerinden oluşmaktadır.

### **The Effects of Humic Acid and Vermicompost on Some Yield and Quality Factors in Some Corn (*Zea mays* L. *indentata* Sturt.) Varieties**

### **Abstract**

*Cannabis* (*Cannabis sativa* L.) is an annual, herbaceous, dioecious and versatile industrial plant belonging to the Cannabaceae family. The cannabis plant is a plant that has been used since the first ages of history and its usage areas have become widespread over time. At the point we have reached today, it has a wide range of uses, including medicine, food, paper, biofuel, textile, cosmetics, construction, automotive and defense industries. This study was carried out in Sivas province, which is one of the 20 provinces in which cannabis cultivation is allowed with the extension made in 2021, in addition to the regulation published in the Official Gazette dated 29.06.2016, and which has a production area of 176 decares in 2021, which is more cannabis production area than the total cannabis areas in the whole country. It was made on the seeds obtained by the production of Narlısaray Population obtained from Gökhöyük Agricultural Enterprise affiliated to the General Directorate of Agricultural Enterprises (TİGEM) under Sivas ecological conditions. The seeds used in the study were grown by the ATC-Hawk company in the scope of contracted production in the collapsed area on the Sivas-Ankara Highway. The oil rate in the seed was determined by soxhlet extraction; It was determined as 39.78%. The fatty acid composition was determined by gas chromatography mass spectrometry (GC/MS) of cannabis seed oil obtained by mechanical pressing (cold pressing). According to GC/MS results, hemp seed oil consists of 14.18% oleic (unsaturated fatty) acids and 56.34% linoleic (unsaturated fatty) acids.

**Atf İçin:** Dinçel, N G K., İlk Üretim Yılında Sivas Ekolojik Şartlarında Yetiştirilen Kenevir Bitkisinden Elde Edilen Tohumun Yağ Oranı ve Yağ Asit Kompozisyonunun Belirlenmesi. Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi 5(2):11-16

**To Cite:** Dinçel, N G K., The Effects of Humic Acid and Vermicompost on Some Yield and Quality Factors in Some Corn (*Zea mays* L. *indentata* Sturt.) Varieties. Journal of Erciyes Agriculture and Animal Science, 5(2):11-16



## 1. GİRİŞ

Kenevir (*Cannabis sativa* L.) lif ve yağlı tohum kaynağı olarak ilk çağlardan beri başta endüstriyel, tekstil ve tıp ürünleri olmak üzere hammadde olarak kullanılan bir bitkidir (Johnson, 2014). Botanik olarak isimlendirilmesi *Cannabis sativa* L. olan kenevir bitkisi C3 grubu bitkiler sınıfına girer,  $2n=20$  kromozom sayısına sahiptir. Kök yapısı kuvvetli olup boyca uzundur, kenevir kültüre alınan ilk bitkilerdendir (Aytaç, ve ark., 2017). Kenevir bitkisi ülkemizde çeşitli adlarla tanınmaktadır, bunlardan bazıları çedene, kendir, kınnap ve kendirik olarak bilinmektedir. (Turan, 2000). Kenevir bitkisinin öne çıkan 4 alt vardır, bu alt türlerin adlandırılması; *Cannabis sativa* var. *vulgaris* L. (Kültür Kenevir), *Cannabis sativa* var. *indica* (Hint Kenevir), *Cannabis sativa* sub var. *gigantica* (Dev Cüsseli Kenevir), *Cannabis sativa* var. *ruderalis* (Yabani Kenevir) şeklinde yapılmıştır. Kültürü yapılan kenevir bitkisi *Cannabis sativa* L. ssp. *vulgaris* lif ve elyaf üretiminde kullanılmaktadır. Tetrahidrocannabinol (THC) içeren *Cannabis sativa* L. ssp. *indica* alt türü ise narkotik amaçlarla kullanılmıştır (McPartland, 2018).

Kenevir, ekvator dan kutuplara kadar dünya üzerinde çok geniş bir alana adaptasyon sağlamış bit bitkidir, hem yabani formlarının doğada yetişmesi, hem de kültüre alınarak farklı ekolojiler de yetiştirilebilmesi mümkündür (Vavilov, 2009). Ülkemiz ekolojik şartlarında yazlık olarak yetiştiriciliği yapılan kenevir bitkisinin, su ihtiyacı bakımından ekim öncesi dönemde yağışlara ihtiyaç duymaktadır. Sıcaklık isteği değerlendirildiğinde hafif don olaylarına karşı mukavim olsa da, ilk bahar geç donlarına ve -5 °C altındaki sıcaklıklara karşı hassasiyet göstermektedir bu nedenle bu dönemdeki düşük sıcaklıklara dikkat edilmelidir (Gizlenci, ve ark.,2019). Kenevir bitkisinin saplarından lif elde edilirken, tohumlarından ise sabit yağ elde edilmektedir. Kenevir lifinden elde edilen başlıca ürünler; sicim, kınnap, ip, halat, urgan ve balık ağları gibi malzemelerin yanı sıra hortumlar, otomatik sanayi ürünleri, vagon, vapur, top örtüleri, savunma sanayi ürünleri, yelkenliler için yelken ve çadır bezleri, sağlam çuvallar günlük yaşamda kullanılmak üzere iç giyim ürünleri ve yazlık mevsimine uygun elbiseler üretilir (Gürel ve ark., 2000).

Kenevir tohumu yaklaşık olarak %35 yağ ihtiva etmektedir. Kenevir tohumunun yağ kompozisyonu incelendiğinde insan vücudu için zararlı etkileri olduğu bilinen doymuş yağ asitleri oranı bakımından düşük bir yapıya sahip olduğu, bu nedenle de tohumun kaliteli yağ içeriğine sahip olduğunu belirlenmiştir. İnsan vücudu tarafından üretilemeyen esansiyel yağ asitlerinin dışarıdan alınması gerekmektedir, bu yağ asitlerinden biri olan linolenik yağ asidi bakımından zengin olan kenevir tohumu yağı insan beslenmesinde kullanılabilir. Ayrıca yapılan bazı araştırmalar sonucunda, kanatlı hayvanların beslenmesi için hazırlanan yem karışımlarında kenevir tohumunun yada kenevir tohumundan elde edilen sabit yağın

kullanılması, yumurtanın içeriğinde bulunan linolenik yağ asidi miktarını yükseltmiş ve daha faydalı bir linolenik yağ asiti/linoleik yağ asiti oranını içeren yumurtaların üretilmesi sağlamıştır (Neijat ve ve ark., 2016). Ayrıca kenevir tohumu yaklaşık %20-25 miktarında protein, %20-35 miktarında karbonhidrat, %10-15 miktarında lif, fitokannabinoidler ve terpenoidlerce çok zengin vitamin ve mineralleri (E vitamini, Thiamine (B1), Riboflavin (B2), F, K, Fe, Mg, Zn, Cu bünyesinde ihtiva etmektedir (Yıldırım & Koca Çalışkan, 2020; Göre & Kurt, 2021). Kenevir bitkisinin yağ elde edilen tohumlarının ve lif elde edilen sap ve gövdesinin dışında kök, çiçek ve yaprakları da değerlendirilmektedir. Özellikle ilaç sektörünün ilgi odağında olan kenevirin, yapılan araştırmalara göre; antienflamatuvar, antipiretik, analjezik etkilerinin ve antioksidan etkilerinin olduğu belirlenmiştir (Aswar ve ark., 2010; Antonisamy ve ark, 2015).

Sanayiye yönelik kenevir yetiştiriciliği, kaliteli lif kaynağı olma niteliği sayesinde son yıllarda ekim alanlarının her geçen gün artmasıyla neticelenmiştir. Kenevir bitkisinin içerdiği narkotik karakterden dolayı dünya genelinde olduğu gibi ülkemizde de kontrolsüz üretimi yasaklanmıştır ancak son dönemlerde ıslah edilen endüstriyel amaçlı kenevir çeşitleri vasıtasıyla kenevir tarımı alanları ülkemizde de gündün güne artmaktadır. İlk olarak 29.06.2016 tarihli Resmi Gazetede yayımlanan yönetmeliğe göre, 19 ilde (Antalya, Amasya, Bartın, Burdur, Çorum, İzmir, Kastamonu, Kayseri, Karabük, Ordu, Kütahya, Malatya, Samsun, Rize, Sinop, Uşak, Tokat, Yozgat ve Zonguldak) üretimin kontrollü olarak gerçekleştirilmesine karar verilmiştir. Ayrıca, Samsun On dokuz Mayıs Üniversitesi ile Yozgat Bozok Üniversitelerinin bünyelerinde faaliyet göstermek üzere bu iki noktada “Kenevir Araştırmaları Enstitüsü” kurulmuştur (Göre ve Kurt, 2021). Bu karara ek olarak 2021 yılı içerisinde Sivas ili de bu 19 ile dâhil edilmiş ve yasal olarak kenevir üretimine izin verilen 20. il olmuştur. 2021 yılı içerisinde sözleşmeli üretim ile Sivas'ta 170 dekada kenevir üretimi yapılmıştır.

Türkiye'de kenevir bitkisinin ekim alanı ve üretim oranlarına ait rakamlar Tablo 1'e göre değerlendirildiğinde; ülkemizde 2022 verilerine göre hem tohum kullanılmak üzere hemde tohum dışı üretimde kullanılmak üzere ekim alanı ve üretim miktarları artış göstermektedir. 2021 yılında tohum olarak kullanılmak üzere ekim alanı 317 dekar'a, üretim miktarı 20 ton'a çıkmış olup, tohum dışı olarak kullanılmak üzere ekim alanı 324 dekar'a ve üretim miktarı da 21 ton'a çıkmıştır.

**Tablo 1.** Türkiye’de kenevir ekim alanı ve üretim miktarına (2015-2021) ilişkin veriler (Anonim 2022)

Yıl	Kenevir tohum		Kenevir Lif	
	Ekim Alanı (da)	Üretim (ton)	Ekim Alanı (da)	Üretim (ton)
2015	10	1	10	1
2016	25	1	45	7
2017	24	1	46	7
2018	59	3	55	7
2019	536	20	160	19
2020	4252	273	101	9
2021	317	20	324	21

Ülkemizde kenevir bitkisine ait ekim alanı ve üretim miktarları şehir bazında Tablo 2 ve Tablo 3’e göre değerlendirildiğinde; tohum ve tohum dışı kullanılmak üzere ekim ve üretimin Samsun, Kastamonu, Kayseri, Yozgat ve Sivas illerinde olmak üzere en fazla ekim alanının ülkemiz genelinde bu 5 ilde olduğu, bu iller arasında Sivas ilinin kenevir yetiştiriciliğinin ilk yılı olmasına rağmen diğer 4 şehrimizin ekim ve üretim rakamlarına kıyasla daha fazla oranda paya sahip olduğu dikkat çekmektedir. Tohum dışı kullanılmak üzere ekim ve üretimin sadece Sivas ilinde yapıldığı, Sivas ilinin ekim alanı 176 dekar ve üretim miktarı ise 5 ton olduğu görülmektedir (Anonim 2022).

**Tablo 2.** Türkiye’de il düzeyinde kenevir ekim alanı (2015-2021) ilişkin veriler (Anonim 2022).

Yıllar	Kastamonu		Kayseri		Samsun		Yozgat		Sivas	
	Tohum	Tohum dışı	Tohum	Tohum Dışı	Tohum	Tohum Dışı	Tohum	Tohum dışı	Tohum	Tohum Dışı
2015	0	0	0	0	10	10	0	0	0	0
2016	0	0	0	0	25	45	0	0	0	0
2017	0	0	0	0	24	46	0	0	0	0
2018	0	0	0	0	59	5	0	0	0	0
2019	85	9	32	10	297	141	15	0	0	0
2020	61	16	113	0	2633	14	9	0	0	0
2021	8	7	66	0	115	0	9	0	0	<b>176</b>

**Tablo 3.** Türkiye’de il düzeyinde kenevir üretim miktarı (2015-2021) ilişkin veriler (Anonim 2022).

Yıllar	Kastamonu		Kayseri		Samsun		Yozgat		Sivas	
	Tohum	Tohum dışı	Tohum	Tohum Dışı	Tohum	Tohum Dışı	Tohum	Tohum dışı	Tohum	Tohum Dışı
2015	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
2016	0	0	0	0	1	7	0	0	0	0
2017	0	0	0	0	1	7	0	0	0	0
2018	0	0	0	0	3	7	0	0	0	0
2019	1	0	2	1	15	18	1	0	0	0
2020	2	1	10	0	161	2	1	0	0	0
2021	0	1	4	0	5	0	1	0	0	5

## 2. Materyal ve Metot

Çalışmada Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü’ne (TİGEM) bağlı Gökhöyük Tarım İşletmesi’nden elde edilen Narlısaray Popülasyonu kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan tohumlar, ATC-Hawk firması tarafından sözleşmeli üretim kapsamında Sivas-Ankara Karayolu üzeri çöken mevkiinde yetiştirilmiştir. Ekim tarihi 02.05.2021 olurken 13.10.2021 tarihinde çayır biçme makinası

kullanılarak hasat edildi. Hasattan sonra kapalı ortamda kurutulan kenevir tohumlarının nem içeriği sabit yüksek ısılı fırın yöntemi ile belirlenmiş olup, örnekler 132 °C ve 90 dakika süre ile kurutulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre kenevir tohumlarının nem içeriği %10,39 olarak belirlenmiştir. Sitnik (1995)'in kenevir bitkisi üzerine yaptığı bir çalışmada USO-14 isimli kenevir tohum çeşidiyle yapmış olduğu nem tayini sonucu, ortalama nem yüzdesini %13 olarak belirlemiştir.

Kenevir tohumlarının içerdiği yağ oranlarının belirlenmesi için soxhlet ekstraksiyonu yapılmış olup, çözgen olarak hekzan kullanılmıştır. Örnekler hazırlanıp tartım yapıldıktan sonra toplama kaplarına 40 ml hekzan eklenerek toplamda 120 dk boyunca ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir (Gümüskesen ve Yemişçioğlu 2010).

Kenevir tohumu yağ asitlerinin kompozisyonun belirlenmesi için GC/MS cihazı kullanılmıştır. Cihazın çalışmasında kullanılan kolonun uzunluğu 60 m, çapı 0,25 mm ve film kalınlığı 0.20 µm olup, RTX2330 markadır. Gaz kromatografisinin çalışma şartları aşağıda belirtilmiştir.

Sıcaklıklar Kolon: 180°C

Dedektör: 200°C

Enjeksiyon: 200°C

Yanıcı gaz (H<sub>2</sub>) : 28 ml/dk.

Akış hızları Taşıyıcı gaz (N<sub>2</sub>) : 30 ml/dk.

Enjeksiyon miktarı: 1 µl

Kuru hava: 220 ml/dk.

### 3. Bulgular ve Tartışma

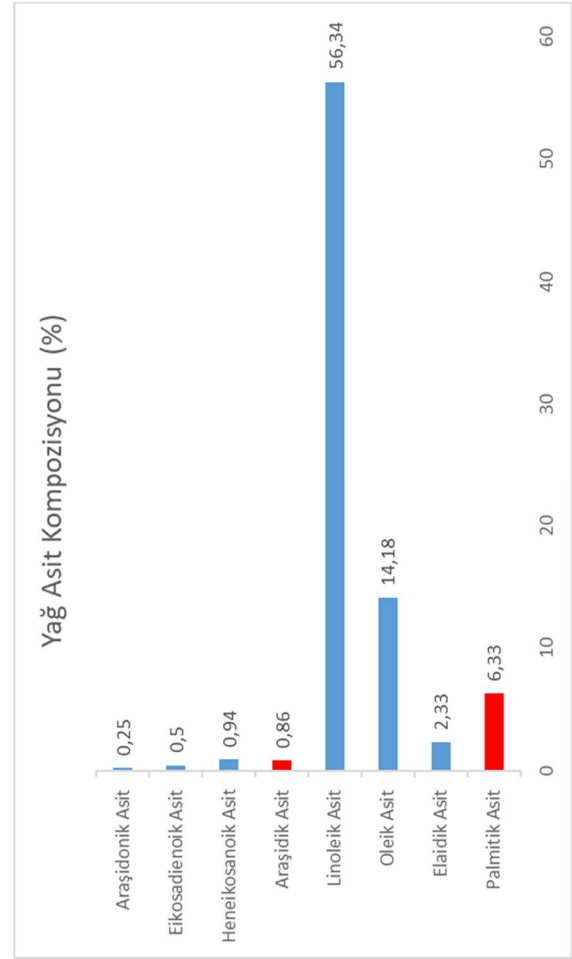
#### 3.1. Yağ Oranı

Kenevir tohumlarının içerdiği yağ oranlarının belirlenmesi için soxhlet ekstraksiyonu yapılmış olup öğütülmüş tohumların yağ oranı %39,78 olarak belirlenmiştir. Grotenhermen ve Russo (2002), yaptıkları çalışmada; kenevir tohumunun sabit yağ oranını % 31, doymuş yağ oranını % 3, doymamış 10 yağ oranını % 28, protein oranını % 23, karbonhidrat oranını % 34, kül oranını % 6 ve nem oranını % 6 olarak belirlemişlerdir. Materyal olarak 51 adet kenevir (*Cannabis sativa* L.) genotipi kullanılarak yürütülen bir başka çalışmada; kenevir tohumunun yağ oranının en alt değer olarak % 26.25 en üst değer olarak ise % 37.50 arasında değiştiğini belirlemişlerdir (Kriese ve ark., 2004). Pakistan'da yapılan farklı bir çalışmada ise üç farklı bölgeden üretilen kenevir tohumlarının yağ içeriği %26,90 ile %31,50 arasında değiştiği bildirilmiştir (Anwar ve ark., 2006).

#### 3.2. Yağ Asit Kompozisyonu

Yağ asit kompozisyonu GC/MS analizleri sonucuna göre, 9 adet yağ asidi tespit edilmiş olup yüzdesel verileri Çizelge 1'deki gibidir.

Çizelge 1. Yağ Asit Kompozisyonu GC/MS analizi %



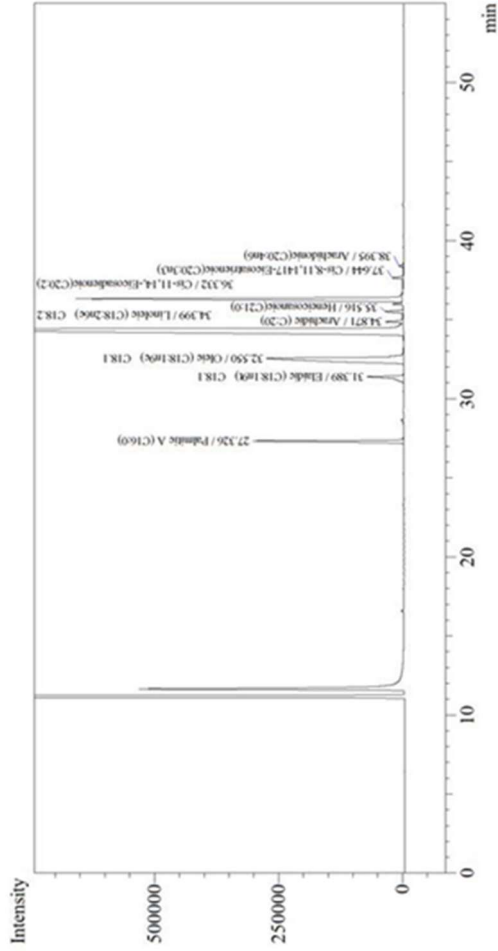
#### 3.3. Koçanda Tane Sayısı (Adet)

Verim belirteçlerinden bir diğer unsur olan koçan başına tane sayısına ait varyans analizi sonuçları ve Duncan çoklu karşılaştırma değerleri Çizelge 3.3.1. ve 3.3.2.' de verilmiştir. Çizelge 3.3.1. incelendiğinde çeşitler, gübreler ve çeşit ve gübre interaksiyonları arasında çok önemli ( $p < 0,01$ ) farklılıklar tespit edilmiştir.

Çizelge 1'e göre 2021 yılında Sivas ilinde yetiştirilen Kenevir bitkisinin yağ asit kompozisyonu değerlendirildiğinde 9 adet yağ asidinin yüzdesel dağılımı şu şekildedir;

- Palmitik asit %6,33 (Doymuş Yağ Asidi)
- Elaidik asit %2,33 (Tekli Doymamış Yağ Asidi)
- Oleik asit %14,18 (Doymamış Yağ Asidi)
- Linoleik asit %56,34 (Doymamış Yağ Asidi)
- Araşidik asit %0,86 (Doymuş Yağ Asidi)
- Heneikosanoik asit %0,94 (Doymamış Yağ Asidi)
- Cis-11,14,-Eikosadienoik asit %18,23 (Doymamış Yağ Asidi)
- Cis-8,11,1417 Eikosatrik asit %0,50 (Doymamış Yağ Asidi)
- Araşidonik asit %0,25 olarak (Doymamış Yağ Asidi)

**Çizelge 2.** GC/MS cihaz raporu



Callaway ve ark., (2005), yaptıkları bir çalışmada; Finlandiya’da, kenevir bitkisinin tohumunun yağ oranı % 37.4 olarak belirlenmiştir, doymuş yağ asitleri oranı % 9.6 olarak belirlenmiştir, linoleik asit oranı % 10.7 olarak tespit edilmiş olup, alpha-linoleik asit oranı ise % 3.3, karbonhidrat oranı % 45 ve son olarak protein oranını % 15.6 olarak bildirmişlerdir. Deferne ve Pate ‘nin (1996) yaptıkları bir araştırmada kenevir tohumu yağ kompozisyonu belirlenmiş olup, doymamış yağ asit içeriğinin %70-80 olduğunu ve bu oranın oldukça yüksek olduğuna dikkat çekmişlerdir. Kenevir bitkisinin tohumunun sabit yağ oranının %50-70’ini linoleik asitten oluştuğunu, %15-25’inin ise linolenik asit oluşturduğunu ve bu oranın insan beslenmesi için gerekli olan esansiyel yağ asitlerinin sağlanması bakımından fonksiyonel önemli bir gıda maddesi kaynağı olduğunu bildirmişlerdir (Deferne ve Pate 1996). Karataş 2015’te sanayide kullanılan kenevirinin yaklaşık olarak %30–35’i yağ içerdiğini ve bu yağın %80’i doğal yağ asidinden oluştuğu bildirilmiştir. Kenevir bitkisinin tohumunu sabit yağı kompozisyon olarak incelendiğinde %55 linoleik asit, %22 alfa-linolenik asit, ayrıca %1-4 gama-linolenik asit, galakturonik asit ve stearidonik asit, %0-2 olduğu tespit edilmiştir.

## Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışma 29.06.2016 tarihli resmi gazetede yayımlanan kenevir yetiştiriciliğine ait yönerge kapsamında belirlenen 19 şehre 2021 yılı içerisinde Sivas ilinin de eklenmesi sonucunda ilk yıl 176 üretim alanı ile tüm ülkedeki kenevir alanları toplamından daha fazla kenevir üretim alanına sahip olan Sivas ilinde, Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğüne (TİGEM) bağlı Gökhöyük Tarım İşletmesinden elde edilen Narlısaray Popülasyonunun, Sivas ekolojik şartlarında üretilmesiyle elde edilen tohumlar üzerinden yapılmıştır. Çalışmada kullanılan tohumlar, ATC-Hawk firması tarafından sözleşmeli üretim kapsamında Sivas-Ankara Karayolu üzeri çöken mevkiinde yetiştirilmiştir. Üretim ilk yıl hasatından elde edilen bitkilerinin yağ kompozisyonunu belirlenmiştir. Yapılan soxhlet ekstraksiyonu sonucunda sabit yağ oranı %39.78 olarak belirlenmiş olup literatürde belirtilen %26-%37 sabit yağ oranının üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Sivas ilinde yetiştirilen kenevir bitkisinin tohumlarının yağ oranı değerlendirildiğinde genel ortalamanın üzerinde yağ içeriği olduğu bu bakımdan liflik üretimin yanı sıra yağ içeriğinin de tatmin edici seviyede olduğu düşünülmektedir. Ayrıca yağ asit kompozisyonu bakımından değerlendirildiğinde insan beslenmesi için elzem olan ve insan vücudunun üretilmediği ve beslenme ile dışardan alınması gereken esansiyel yağ asitlerinin temini açısından önemli fonksiyonel gıda maddesidir ve Sivas ilinde yetiştirilen kenevir tohumlarının yağ asit kompozisyonu literatürle kıyasladığımızda doymamış yağ asit seviyesinin uygun düzeyde olduğu görülmektedir. 2021 yılında kenevir üretiminin ilk yılında Sivas ilinde ülkemiz genelinden fazla miktarda kenevir ekimi yapılmış olup, elde edilen kenevirler lif dışında yağ özellikleri bakımından da önemli kullanım potansiyeli oluşturmaktadır.

## KAYNAKLAR

- Anonim, 2022. TÜİK, Bitkisel Üretim İstatistikleri, Türkiye İstatistik Kurumu, 2020. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/>
- Antonisamy, P., Duraipandiyar, V., Ignacimuthu, S. & Kim, J.H., 2015. Anti-diarrhoeal activity of friedelin isolated from *Azima tetracantha* lam. in wistar rats. *South Indian Journal of Biological Sciences*. 1(1):34-37.
- Anwar F, Latif S, Ashraf M., 2006. Analytical characterization of hemp (*Cannabis sativa*) seed oil from different agro-ecological zones of Pakistan, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 83(4), 323–329s. doi:10.1007/s11746-006-1207-x
- Aswar, U.M., Ehaskaran, S., Mohan, V. & Bodhankar, S.L., 2010. Estrogenic activity of friedelin rich fraction (INDHE) separated from *Cissus quadrangularis* and its effect on female sexual function. *Pharmacognosy Research*. 2(3):138.
- Aytaç, S., Ayan, A.K., Arslanoğlu, Ş.F., 2017. Endüstriyel Tip Kenevir (*Cannabis sativa* L.) Yetiştiriciliği. "Karadeniz Lif Bitkileri (Keten-Kenevir-Isırgan) Çalıştayı", s:27-35, 5-6 Mayıs 2017.
- Callaway, J. C., 2004. *Hempseed as a Nutritional Resource: An Overview*. Kluwer Academic Publishers. Netherland. 140: 65- 72.
- Deferne J L, Pate D W., 1996. Hemp seed oil: A source of valuable essential fatty acids, *Journal of the International Hemp Association*, 3(1), 4-7.
- Gizlenci, Ş., Acar, M., Yiğen, Ç., Aytaç, S., 2019. Kenevir tarımı. *Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü yayınları*. Samsun.
- Grotenhermen, F., Russo, E., 2002. *Cannabis and Cannabinoids: Pharmacology, Toxicology, and Therapeutic Potential*. The Haworth Integrative Healing Press, New York.
- Göre, M & Kurt, O., 2021. Bitkisel üretimde yeni bir trend: Kenevir. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*. 4(1):138-157.
- Gümüskesen A S, Yemişçiöğlü F., 2010, Bitkisel Sıvı ve Katı Yağ Üretim Teknolojisi 3. Baskı, Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir.
- Gürel, A., Akdemir, H., Emiroğlu, Ş. H., Kadoğlu, H., Karadayı, H. B., 2000. Türkiye Lif Bitkileri (Pamuk Tarımı, Teknolojisine Genel Bakış ve Diğer Lif Bitkileri). Türkiye Ziraat Mühendisliği V Teknik Kongresi, 17-21 Ocak 2000, Ankara. 525- 566.
- Johnson, R., 2014. *Hemp as an agricultural commodity*. Library of Congress Washington DC Congressional Research Service.
- Karataş Ş., 2015. Sanayi Kenevir Yağının Elde Edilmesi ve Besleyici Özellikleri, İstanbul Aydın Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Florya Kampüsü Küçükçekmece /İstanbul.
- Kriese, U., Schumann, E., Weber, W. E., Beyer, M. and Brühl, L., 2004. Oil content, tocopherol composition and fatty acid patterns of the seeds of 51 *Cannabis sativa* L. genotypes. *Euphytica*, 137(3), 339-351.
- McPartland, J. M., 2018. *Cannabis systematics at the levels of family, genus, and species*. *Cannabis and cannabinoid research*, 3(1), 203-212.
- Neijat, M., 2016., Hempseed products fed to hens effectively increased n 3 polyunsaturated fatty acids in total lipids, triacylglycerol and phospholipid of egg yolk. *Lipids*, 51:601–614.
- Turan, M., 2000. *Lif Bitkileri*. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Bursa.
- Vavilov, N.I., 2009. *Orijin and Geograph of Cultvated Plants*. Cambridge University Press. P:22-135.
- Yıldırım, S. & Koca Çalışkan U., 2020. Kenevir ve Sağlık Alanında Kullanımı. *Ankara Ecz. Fak.Derg.* 44(1):112-136.





## **Türkiye’de Yetiştiriciliği Yapılan Sofralık, Kurutmalık Ve Şaraplık Üzümlerin Mevcut Durumu Ve Üretim Projeksiyonu**

Araştırma Makalesi/Research Article

**Ahmet SÜMBÜL<sup>1\*</sup> Ercan YILDIZ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Sivas Cumhuriyet University, Susehri Timur Karabal Vocational School, Sivas, Turkey

<sup>2</sup> Erciyes University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Kayseri, Turkey

sorumlu yazar: [asumbul3188@gmail.com](mailto:asumbul3188@gmail.com)

Ahmet SÜMBÜL ORCID ID: 0000-0001-9510-0992, Ercan YILDIZ ORCID ID: 0000-0003-1445-2385

### **Yayın Bilgisi**

Geliş Tarihi: 29.04.2022

Revizyon Tarihi: 27.04.2022

Kabul Tarihi: 27.04.2022

Doi: 10.55257/ethabd.1095080

### **Anahtar Kelimeler**

Üzüm, Üretim miktarı, Üretim alanı,

Projeksiyon katsayısı

### **Keywords**

Grape, Production amount, Production area, Projection coefficient

### **Özet**

Türkiye, coğrafik konumu, iklimi ve toprak yapısı bakımından bağcılığa son derece elverişli kuşakta yer almaktadır. Eski bağcılık kültürüne sahip olan Türkiye'nin hemen hemen her bölgesinde üzüm üretimi yapılabilmektedir. Üzüm, insan sağlığı ve beslenmesindeki önemi ve değerlendirme şekillerinin çok yönlü oluşu ile üreticiler için diğer meyve türlerine kıyasla daha değerlidir. Bu çalışmada son on yıla ait Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre, Türkiye’de sofralık, kurutmalık ve şaraplık üzüm üretim alanları ve üretim miktarlarının projeksiyonunun hesaplanması amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre kurutmalık çekirdeksiz üzüm üretim alanı ve üretim miktarı pozitif yönde bir projeksiyon göstermiştir. Ancak sofralık çekirdekli üzüm, sofralık çekirdeksiz üzüm, kurutmalık çekirdekli üzüm ve şaraplık üzüm grubu negatif yönde bir projeksiyon göstermiştir. Çalışmada elde edilen projeksiyon sonuçları üzerine çevresel koşullar ile tüketici ve üretici tercihlerinin etkili olduğunu söyleyebiliriz.

### **Present Situation and Production Projection of Table, Dry and Wine Grapes Grown in Turkey**

#### **Abstract**

Turkey is located in a zone that is extremely suitable for viticulture in terms of geographical location, climate and soil structure. Grape production may be done in almost every region of Turkey, which has an old viticulture. Grape is more valuable for growers compared to other fruit types due to its importance in human health and nutrition and the versatility of evaluation methods. In this study, it is aimed to calculate the projection of production areas and production amounts of table, dried and wine grapes in Turkey, according to the data of the Turkish Statistical Institute (TUIK) for the last ten years. According to the results obtained, the production area and production amount of dried seedless grapes showed a positive projection. However, table seed grapes, table seedless grapes, dried seed grapes and wine grape groups showed a negative projection. We can say that environmental conditions with consumer and grower preferences are effective on the projection results obtained in the study.

**Atf İçin:** Sümbül, A., Yıldız E., Türkiye’de Yetiştiriciliği Yapılan Sofralık, Kurutmalık Ve Şaraplık Üzümlerin Mevcut Durumu Ve Üretim Projeksiyonu. Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi 5(2):17-22

**To Cite:** Sümbül, A., Yıldız E., Present Situation and Production Projection of Table, Dry and Wine Grapes Grown in Turkey. Journal of Erciyes Agriculture and Animal Science, 5(2):17-22



## 1. GİRİŞ

Türkiye'nin gen merkezleri içerisinde bulunduğu coğrafik konumu ve sahip olduğu ekolojik faktörlerin elverişli olması nedeniyle bağcılık, ülkemizde en etkin şekilde yürütülen tarımsal faaliyetlerden biridir. Üzüm, farklı iklim ve toprak koşullarına yüksek adaptasyon yeteneği, çok çeşitli kullanım alanları ve farklı değerlendirme şekilleri yanında yüksek besin değeri ile ılıman ve tropikal iklime sahip bölgelerin önemli ticari ürünlerinden biri olma özelliğini sürdürmektedir (Çelik, 2006). İnsan sağlığı ve beslenmesindeki öneminin yanı sıra, değerlendirme şekillerinin de çok yönlü oluşu üzümün değerini daha da artırmaktadır (Adınır, 2011).

Ülkemiz, kültür asmasının (*Vitis vinifera* L.) anavatanları arasında yer alması nedeniyle çok eski ve zengin bir bağcılık kültürüne sahiptir (Ağaoğlu ve Çelik 1985). 2020 yılı verilerine göre dünyada üretilen 78.034.332 ton üzümün 4.208.908 tonu ülkemizde üretilmektedir. Dünya üzüm üretimi içerisinde %5.39'lük pay ile ülkemiz 6. sırada yer almaktadır. Türkiye'de üzüm üretimi 400.998 ha'lık alanda gerçekleşmektedir. Dünya üzüm üretiminin gerçekleştiği alanların %5.77'sine sahip ülkemiz, üzüm üretim alanı bakımından dünyada 5. sırada yer almaktadır (FAO, 2020a). Ülkemiz toplam üzüm üretiminin (4.208.908 ton), tüm meyve üretimi (21.853.084 ton) içindeki payı %19.26'dır. Toplam üzüm üretimimiz içerisinde sofralık üzümün payı %52.70 (2.218.056 ton) iken, kurutmalık üzüm %36.46 (1.534.499 ton), şaraplık üzüm ise %10.84'lük (456.353 ton) bir paya sahiptir (TÜİK, 2020).

Yapılan bu çalışmada farklı değerlendirme şekilleri ile ülke ekonomisine önemli katkıları olan sofralık, kurutmalık ve şaraplık üzümün son on yıllık (2012 – 2021) mevcut durumundan projeksiyon katsayısı belirlenerek gelecekteki üretim miktarlarının tahmin edilmesi amaçlanmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmanın materyalini, ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen üzümün Türkiye İstatistik Kurumuna ait 2011 – 2021 yılları arasındaki üretim alanları ve üretim miktarlarına ait değerler oluşturmaktadır (TÜİK, 2021). Sofralık, kurutmalık ve şaraplık üzümlere ait son on yıllık üretim miktarlarındaki artış ve azalış miktarlarının yüzdeler oranları hesaplanmıştır. Elde edilen bu değişim oranlarının ortalaması alınarak üzüm üretimine ait projeksiyon katsayısı belirlenmiştir. Bir önceki yılın sofralık, kurutmalık ve şaraplık üzüm üretim miktarı ile projeksiyon katsayısı çarpılarak, katsayılarıdaki artış ya da azalış doğrultusunda Türkiye'deki yetiştiriciliği yapılan üzümlerin 2031 yılına kadar olan üretim projeksiyonları tespit edilmiştir. Projeksiyon katsayılarında oluşan negatiflik azalışı, pozitiflik ise

artışı ifade etmektedir (Demir, 2013; Demir ve Kuş, 2016).

## 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

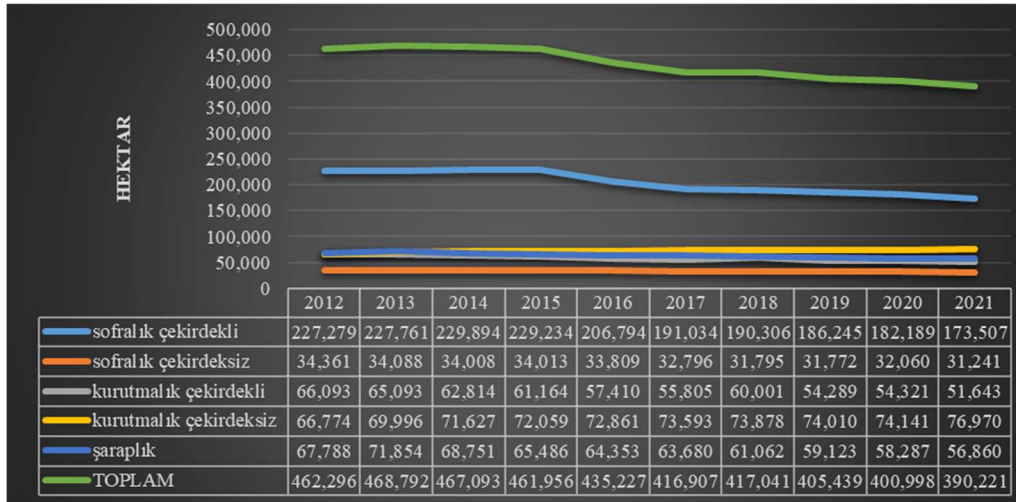
Sofralık, kurutmalık ve şaraplık üzümlere ait 2012 – 2021 yılları arasındaki üretim alanı değerleri Şekil 1'de, 2022 – 2031 yılları arasındaki projeksiyon değerleri ise Şekil 2'de verilmiştir. Sofralık, kurutmalık ve şaraplık üzüm üretim alanlarına ait 2012 – 2021 yılları arasındaki değişim oranları ve projeksiyon katsayısı Çizelge 1'de verilmiştir.

Ülkemizdeki üzüm üretim alanları ve değişim oranları yıllara göre artış ve azalışlar göstermiştir. Ancak kurutmalık çekirdeksiz üzüm grubu dışındaki diğer üzüm gurupları üretim alanları on yıllık süreç içerisinde azalmıştır. Kurutmalık çekirdeksiz üzüm üretim alanı 2012 yılında 66.774 ha iken 2021 yılında %15,3'lük artışla 76.970 ha olmuştur. Pozitif yönde gerçekleşen %1,60'luk projeksiyon katsayısı ile kurutmalık çekirdeksiz üzüm üretim alanının 2031 yılında 90.244 ha olacağı tahmin edilmektedir.

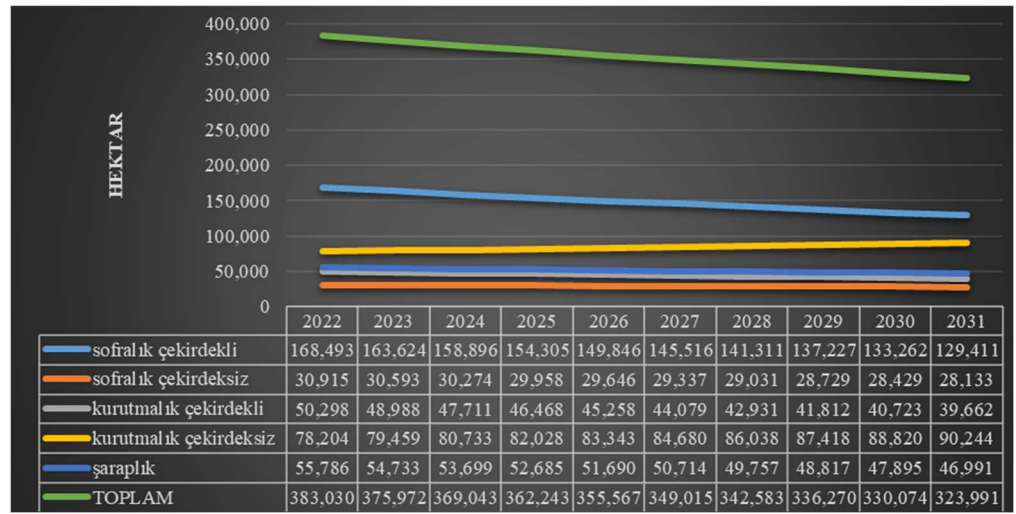
Üretim alanlarındaki azalış en çok sofralık çekirdekli (%-2,89), kurutmalık çekirdekli (%-2,61), şaraplık (%-1,89) ve sofralık çekirdeksiz (%-1,04) üzümlerde gerçekleşmiştir. Kurutmalık üzüm üretim alanlarında yaşanan artışa rağmen toplam üzüm üretim alanlarının azalış eğiliminde olduğu görülmektedir. 2012 yılında toplam üzüm üretim alanımız 492.296 ha iken 2021 yılında %20,7'lik azalışla 390.221 ha olmuştur. Toplam üzüm üretim alanlarının negatif yönlü projeksiyon katsayısı (%-1,84) üzüm üretim alanımızın 2031 yılında tahmini 323.991 ha olacağını göstermektedir.

Ülkemiz üzüm üretim alanlarında meydana gelen azalma trendi birçok üzüm üreticisi olan ülkelerde de görülmektedir. Dünyada üzüm üretimi yapan İran, Portekiz, Özbekistan ve ABD gibi ülkelerde üretim alanlarında önemli bir azalış trendi görülmektedir. Dünya genelinde 2017 yılından sonra üzüm üretim alanlarında stabilize bir durum gözlenmiş olsa da bu gelişme dünya genelinde heterojen bir yapıda seyretmektedir. 2013'ten bu yana Türkiye'nin üzüm üretim alanlarında ciddi bir düşüş yaşanmaktadır. Buna karşın dünya üzüm üretiminde söz sahibi Çin, İtalya ve Fransa gibi ülkelerde ise üretim alanlarında artış meydana gelmiştir (OIV, 2020).

Ülkemizde 2012 – 2021 yılları arasında üretim alanlarında meydana gelen azalma daha çok çekirdekli üzüm guruplarında gerçekleşmiştir. Üretim alanlarındaki bu azalışın gelecek yıllarda da devam edeceği tahmin edilmektedir. Bu değişimin nedeni, tüketici tercihlerinin çekirdeksiz üzümlerden yana olması ve üreticilerin gelir odaklı üretim yapması ile açıklanabilir.



Şekil 1. 2012 – 2021 yılları arasındaki sofralık, kurutmalık ve şaraplık üzüm üretim alanları



Şekil 2. 2022 – 2031 yılları arasındaki sofralık, kurutmalık ve şaraplık üzüm üretim alanlarına ait projeksiyon değerleri

Çizelge 1. Sofralık, kurutmalık ve şaraplık üzüm üretim alanlarına ait 2012 – 2021 yılları arasındaki değişim oranları ve projeksiyon katsayısı

Yıllar	Sofralık Çekirdekli (%)	Sofralık Çekirdeksiz (%)	Kurutmalık Çekirdekli (%)	Kurutmalık Çekirdeksiz (%)	Şaraplık (%)	TOPLAM (%)
2012 – 2013	0,21	-0,79	-1,51	4,82	6,00	1,41
2013 – 2014	0,94	-0,24	-3,50	2,33	-4,32	-0,36
2014 – 2015	-0,29	0,02	-2,63	0,60	-4,75	-1,10
2015 – 2016	-9,79	-0,60	-6,14	1,11	-1,73	-5,79
2016 – 2017	-7,62	-3,00	-2,80	1,00	-1,05	-4,21
2017 – 2018	-0,38	-3,05	7,52	0,39	-4,11	0,03
2018 – 2019	-2,13	-0,07	-9,52	0,18	-3,17	-2,78
2019 – 2020	-2,18	0,91	0,06	0,18	-1,42	-1,10
2020 – 2021	-4,17	-2,55	-4,93	3,82	-2,45	-2,69
<b>Projeksiyon katsayısı (%)</b>	<b>-2,89</b>	<b>-1,04</b>	<b>-2,61</b>	<b>1,60</b>	<b>-1,89</b>	<b>-1,84</b>

Sofralık, kurutmalık ve şaraplık üzümlere ait 2012 – 2021 yılları arasındaki üretim miktarları Şekil 3’de, 2022 – 2031 yılları arasındaki projeksiyon değerleri ise Şekil 4’de verilmiştir. Sofralık, Ülkemizde gerçekleştirilen toplam üzüm üretim miktarları yıllara göre değişiklik göstermiştir.

kurutmalık ve şaraplık üzüm üretim miktarlarına ait 2012 – 2021 yılları arasındaki değişim oranları ve projeksiyon katsayısı Çizelge 2’de verilmiştir.

Üzümün adaptasyon yeteneği güçlü olmasına rağmen tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de etkili olan

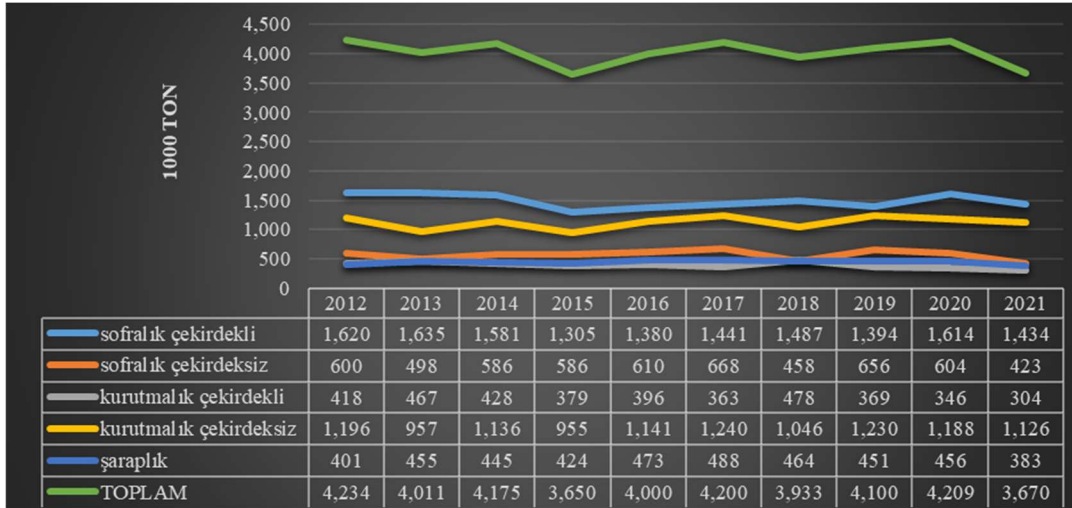
çeşitli biyotik ve mevsimsel yağışlar, soğuk zararı gibi bazı abiyotik stres koşulları yıllar bazında üzüm üretiminin düşmesine sebep olabilmektedir. Ayrıca günümüzde giderek etkisini arttıran küresel iklim değişikliği verimlilik üzerine önemli düzeyde etki etmektedir. Nitekim çevre şartları ve biyotik stres koşulları bütün tarım ürünlerinde verimi etkilemektedir (Yaman ve ark., 2018; Uzun ve ark., 2018).

Ülkemiz üzüm üretimi içerisinde 2021 yılı verilerine göre %39'luk paya sahip olan sofralık çekirdekli üzüm üretim miktarı ve değişim oranları yıllar bazında değişiklik göstermiştir. 2012 yılında 1.619.849 ton olan sofralık çekirdekli üzüm üretimi 2021 yılında %11,5'lik azalışla 1.434.010 ton gerçekleşmiştir. On yıllık projeksiyon katsayısı negatif yönde %-0,90 olarak hesaplanmıştır. Projeksiyon katsayısı dikkate alınarak yapılan hesaplamalar sonucunda sofralık çekirdekli üzüm üretimi 2031 yılında 1.310.116 ton olarak hesaplanmıştır.

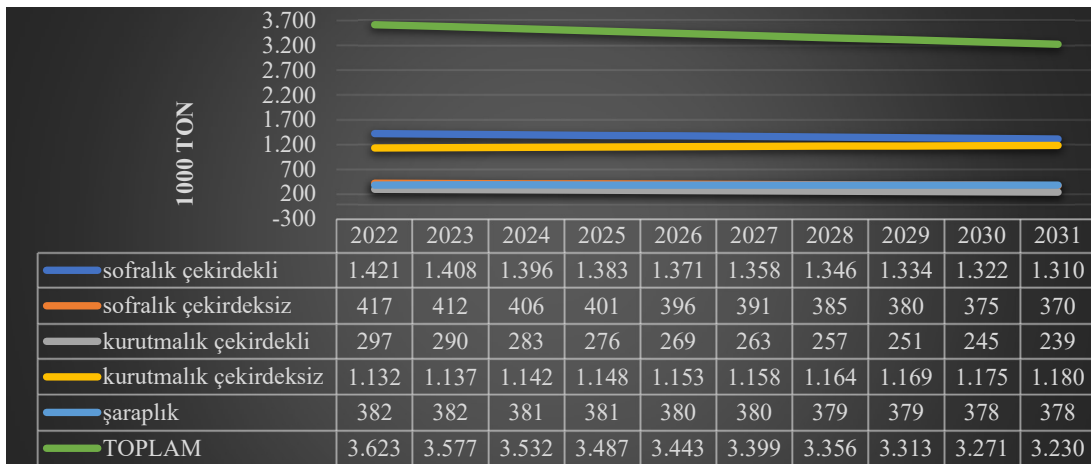
Üretilen üzüm miktarı içindeki payı (%30,7) ve ekonomik katkısı açısından önem arz eden kurutmalık çekirdeksiz üzüm üretimi yıllar bazında değişiklik göstermiş olsa da

üretim miktarının artma eğiliminde olduğu görülmektedir. Son on yıllık üretim miktarlarına göre kurutmalık çekirdeksiz üzümün projeksiyon katsayısı %0,47 olarak hesaplanırken, projeksiyon katsayısı pozitif çıkan tek üzüm grubu olmuştur. 2012 yılında 1.196.312 ton olan üretim miktarı 2021 yılında 1.126.304 ton gerçekleşmiş olup, projeksiyon katsayısına göre 2031 yılında 1.180.421 ton olarak tahmin edilmektedir.

Sofralık çekirdeksiz, kurutmalık çekirdekli ve şaraplık üzüm üretim projeksiyon katsayısı negatif yönde (sırasıyla %-1,32; %-2,38; %-0,14) değerler olarak üretim miktarlarındaki azalışı net bir şekilde göstermiştir. %2,38'lük projeksiyon katsayısı ile üretim miktarlarındaki en çok azalış kurutmalık çekirdekli üzümlerde gerçekleşmiştir. Çalışma kapsamında elde edilen projeksiyon katsayılarına göre kurutmalık çekirdeksiz üzüm üretiminin gelecek yıllarda pozitif yönde gelişeceği tahmin edilmiş olsa da ülkemiz toplam üzüm üretim miktarımızın giderek azalacağı öngörülmektedir. 2012 yılında 4.234.305 ton olan üzüm üretimimiz 2021 yılında 3.670.000 ton olarak gerçekleşmiştir. 2031 yılında üretim miktarımız negatif yönlü %-1,27'lik projeksiyon katsayısı ile 3.229.701 ton olacağı tahmin edilmektedir.



Şekil 3. 2012 – 2021 yılları arasındaki sofralık, kurutmalık ve şaraplık üzüm üretim miktarları



Şekil 4. 2022 – 2031 yılları arasındaki sofralık, kurutmalık ve şaraplık üzüm üretim miktarlarına ait projeksiyon değerleri

İstatistiksel veriler dünyada üzüm üretiminde yıllara ve ülkelere göre değişen oranlarda artış ve azalışlar yaşandığını göstermektedir. Üzüm üretim miktarında her ne kadar dalgalanmalar yaşansa da dünya genelinde uzun vadeli bir artış trendi gözlemlenmektedir. Bu artış trendi üzüm üretiminde önde gelen Çin, Fransa ve İtalya gibi ülkelerin üretim alanlarında ki artışın üretim miktarına yansımaları ve diğer ülkelerin modern yetiştiricilik sistemlerine geçmesi ile yaşanan verim artışlarına bağlanabilir (FAO, 2020b).

Çalışmamızda elde ettiğimiz üzüm üretim miktarının projeksiyon değerleri, kurutmalık çekirdeksiz üzümün artış eğiliminde olmasına rağmen toplam üzüm üretim miktarımızın azalış eğiliminde olacağını göstermektedir. Türkiye, hem üretim alanı hem de üretim miktarı bakımından önemli üzüm üreticisi ülkeler arasında yer almasına rağmen, verim ve kalite bakımından beklenen başarıyı elde edememiştir (Arslan, 2015; DİKA, 2021). Ülkemizde yapılan bağcılıkta modern terbiye sistemlerinin uygulanması, sulama, gübreleme ve hastalık-zararlı ile mücadele gibi kültürel uygulamaların etkinliğinin artırılması ile verim ve kalitede artışlar yaşanacağı aşikardır.

**Çizelge 2.** Sofralık, kurutmalık ve şaraplık üzüm üretim miktarlarına ait 2012 – 2021 yılları arasındaki değişim oranları ve projeksiyon katsayısı

Yıllar	Sofralık Çekirdekli (%)	Sofralık Çekirdeksiz (%)	Kurutmalık Çekirdekli (%)	Kurutmalık Çekirdeksiz (%)	Şaraplık (%)	TOPLAM (%)
2012 – 2013	0,91	-16,99	11,74	-20,00	13,62	-5,26
2013 – 2014	-3,30	17,70	-8,36	18,69	-2,22	4,09
2014 – 2015	-17,40	0,04	-11,29	-15,90	-4,85	-12,58
2015 – 2016	5,72	4,10	4,34	19,45	11,57	9,59
2016 – 2017	4,41	9,42	-8,27	8,66	3,27	5,00
2017 – 2018	3,21	-31,43	31,61	-15,62	-4,99	-6,36
2018 – 2019	-6,27	43,21	-22,76	17,55	-2,73	4,25
2019 – 2020	15,81	-7,97	-6,14	-3,40	1,19	2,66
2020 – 2021	-11,17	-29,95	-12,27	-5,20	-16,09	-12,80
<b>Projeksiyon Katsayısı (%)</b>	<b>-0,90</b>	<b>-1,32</b>	<b>-2,38</b>	<b>0,47</b>	<b>-0,14</b>	<b>-1,27</b>

### 3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Asmanın meyvesi olan üzüm, taze ve kurutmalık tüketimde, çeşitli şekillerde işlenerek alkollü ve alkolsüz içeceklerde, ilaç ve kozmetik sektöründe kullanılabilirken yaprakları ise salamura şeklinde değerlendirilmektedir. Üzümün çok yönlü olarak değerlendirilmesi diğer meyvelere kıyasla halk arasında daha değerli olmasını sağlamaktadır. Ayrıca ülkemizin kurutmalık çekirdeksiz üzümünden ekonomik anlamda önemli gelirler elde etmesi üreticiler tarafından bağcılığa olan ilginin artmasına sebep olmaktadır.

Yapılan bu çalışma ile ülkemizde yetiştiriciliği yapılan üzüm gruplarına ait son on yıllık (2012 – 2021) mevcut durumuna göre projeksiyon katsayıları hesaplanarak gelecekte yapılacak üzüm üretim miktarları hakkında bir fikir oluşmasını sağlamıştır. Üzüm gruplarına ait üretim alanlarında meydana gelen azalış oranlarına paralel olarak üretim miktarları da azalış eğilimi göstermiştir. Çalışma sonucunda kurutmalık çekirdeksiz üzüm üretimi

dışında diğer üzüm gruplarına ait üretim miktarında ve üretim alanlarında 2031 yılına kadar azalış olacağı öngörülmüştür. Ancak yıllar içerisinde meydana gelen bu azalma eğilimi çekirdekli üzüm gruplarında daha hızlı gerçekleşmektedir. Biyotik ve abiyotik stres koşulları, diğer meyve türlerinde olduğu gibi üzüm üretiminde de yıllar içerisindeki üzüm üretiminde dalgalanmaya sebep olmaktadır. Ayrıca çevresel koşulların haricinde tüketici tercihleri ve üreticilerin ekonomik getiri odaklı yaklaşımı da üzüm üretim değerlerinde meydana gelen değişiklikleri etkilemektedir. Nitekim çekirdeksiz üzüm gruplarındaki azalışın çekirdekli üzüm gruplarına nazaran yavaş olmasının nedeni tüketici tercihlerinin çekirdeksiz üzümlerden yana olmasına bağlanabilir.

Sonuç olarak projeksiyon değerleri gelecek yıllarda üzüm üretimimizde azalma meydana geleceğine işaret etmektedir. Ancak modern bağcılık tekniklerinin kullanılması sonucunda yaşanacak verim ve kalite artışı ile bu azalış trendin tersine çevirerek dünya üzüm üretiminde söz sahibi ülke konumuna gelinebileceği öngörülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Ağaoğlu, Y.S., Çelik, H., 1985. Conservation of Germplasm of *Vitis vinifera* L. in Turkey, 4th. International Grapevine Breeding Symposium, 13–18 April 1985, 40–42
- Adınır, M., 2011. Salamuralık yaprak toplanan omcalardaki koruk üzümün (*Vitis vinifera*) turşu olarak değerlendirilmesi. Yüksek lisans tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat
- Arslan, S., 2015. Üzüm, TEPGE Yayın No: 268, Ankara
- Çelik, H., 2006. Üzüm Çeşit Kataloğu. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü. Sun Fidan A.Ş. Mesleki Kitaplar Serisi-3:165, Ankara
- Demir, B., 2013. Mersin İlinin Tarımda Teknoloji Kullanım Projeksiyonu. *Alinteri*, 24 (B) – 29-34
- Demir, B., ve Kuş, E., 2016. İç Anadolu Bölgesinin Tarımda Teknoloji Kullanım Projeksiyonu. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi TARGİD Özel Sayı*, 89-95
- DİKA, 2021. TRC3 Bölgesi'nde Bağcılığın Geliştirilmesi Raporu. <https://www.dika.org.tr/assets/upload/dosyalar/trc3-bolgesinde-bagciligin-gelistirilmesi-raporu.pdf> (Erişim tarihi: 15.03.2022)
- FAO, 2020a. Crops and livestock products. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Erişim tarihi: 15.03.2022)
- FAO, 2020b. Crops and livestock products. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize> (Erişim tarihi: 15.03.2022)
- OIV, 2020. State of the world vitivinicultural sector in 2020.
- TÜİK, 2020 Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim tarihi: 15.03.2022)
- TÜİK, 2021 Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim tarihi: 15.03.2022)
- Uzun, A., Yaman, M., Pınar, H., Çetin, N., ve Say, A., 2018. Türkiye'de ekonomik olarak yetiştiriciliği yapılan sert çekirdekli meyvelerin üretim projeksiyonu. *BAHÇE 47 (Özel Sayı 2: Uluslararası Tarım Kongresi (UTAK 2018))*: 79–83
- Yaman, M., Uzun, A., Çetin, N., ve Say, A., 2018. Türkiye'de yetiştiriciliği yapılan bazı üzüksü meyvelerin üretim projeksiyonu. *Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi*, 1(1), 19-24





## **Altınova ve polatlı tarımsal işletmelerinde yetiştirilen arpa (*hordeum vulgare* L.) Çeşitlerinin bazı tarımsal özellikleri ve kalite değerleri**

Araştırma Makalesi/Research Article

Hakkı AKDENİZ<sup>1</sup> Ali KOÇ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 7600-Iğdır, Türkiye*

<sup>2</sup>*Tarımsal İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Ar-Ge Şube Müdürlüğü, Ankara, Türkiye*

\* Corresponding Author: [hakki\\_akdeniz@hotmail.com](mailto:hakki_akdeniz@hotmail.com)

Hakkı AKDENİZ ORCID ID: 0000-0001-5806-5710, Ali KOÇ ORCID ID: 0000-0002-8744-5939

### **Yayın Bilgisi**

Geliş Tarihi: 17.03.2022 Revizyon Tarihi:

11.04.2022

Kabul Tarihi: 25.04.2022

Doi: 10.55257/ethabd.1089492

Bu çalışmanın özeti 2018 Uluslararası GAP ve Tarım Fuarında sunulmuştur.

### **Anahtar Kelimeler**

*Arpa, Genotip, Verim ve kalite özellikleri*

### **Keywords**

*Barley, Genotype, Yield and quality traits*

### **Özet**

Bu çalışmada, 2014-2015 üretim sezonunda, Altınova ve Polatlı Tarımsal İşletmelerinin sulu koşullarında 4 yerli standart (St) kışlık (Kral-97, Çetin 2000, Larende ve Aydan Hanım) ve 6 yurtdışından getirilen arpa (Reflexion, Apso-2, Apso-3, Sixtine, Taranie ve Bastille) çeşitlerinin tarımsal özellikleri ile bazı kalite analizleri yapılmıştır. Araştırma tesadüf blokları deneme desenine göre, dört tekerrürlü olarak, iki ayrı yerde yürütülmüştür. Denemede iki tarımsal araştırmanın ortalama sonuçlarına göre, en düşük ve en yüksek tane verimi 604.3-885.9 kg da-1 arasında sırasıyla Aydan Hanım (St) ve Reflexion; bitki boyu 78.4-111.5 cm ile Apso-3 ve Çetin 2000 (St); hektolitre ağırlığı 65.0-68.9 kg/L ile Larende (St) ve Bastille; 1000 tane ağırlığı 38.3-55.1 g ile Reflexion ve Taranie; ham protein oranı %8.2-11.1 ile Aydan Hanım (St) ve Taranie; 2.5 mm elek üstü %85.4-97.2 ile Reflexion ve Apso-2; ve 2.5-2.8 mm elek altı %2.1-14.1 ile Apso-2 ve Aydan Hanım çeşitlerinden sırasıyla elde edilmiştir.

### **Some Agricultural Traits and Quality Values of Barley (*Hordeum vulgare* L.) Varieties of Grown in Altınova And Polatlı Agricultural Enterprises**

### **Abstract**

The main purpose of investigation was to determine agricultural properties and some quality analyzes of four standard (St) winter (King-97, Cetin 2000, Larende and Aydan Hanım) and 6 barley introduced from abroad (Reflexion, Apso-2, Apso- 3, Sixtine, Taranie and Bastille) grown under irrigated conditions in 2014-2015 growing season. The experiment was conducted in both Altınova and Polatlı Agricultural Enterprises locations, according to the completely randomized block design with four replications. According to the average results of the two agricultural researches in the trial, the lowest and highest grain yields were ranged from 604.3-885.9 kg da-1 with Aydan Hanım (St) and Reflexion; plant height 78.4-111.5 cm, with Apso-3 and Çetin 2000 (St); the hectolitre weight 65.0-68.9 kg/L with Larende (St) and Bastille; a weight of 1000 seeds 38.3-55.1 g with Reflexion and Taranie; crude protein ratio 8.2-11.1% with Aydan Hanım (St) and Taranie; at 2.5 mm over-sieve 85.4-97.2% with Reflexion and Apso-2 and under 2.5 mm sieves, 2.1-14.1% with Apso-2 and Aydan Hanım varieties, respectively.



## 1. GİRİŞ

Tahıl taneleri binlerce yıldan beri gere insanoğlunun beslenmesinde ve gerek uygarlığın oluşmasında önemli bir rol oynamış olup, Türkiye’de temel besin ekmek ve diğer tahıl ürünleri gelmektedir (Köse ve Mut, 2018). Bugün dünyada hayvan beslenmesinde kullanılan arpa, malt ve bira endüstrisinin hammaddesi olarak ekonomik açıdan, buğdaydan sonra ikinci sırada gelmektedir (Sirat ve Sezer, 2014). Tahıllar içerisinde arpa, element içeriği bakımından zengin olmasından dolayı insan ve hayvanlar açısından çok önemlidir (Köse ve Mut, 2019). Gerek dünyada ve gerekse ülkemizde arpa üzerinde çok sayıda farklı araştırmalar yürütülmüştür. Tanesinde yaklaşık olarak %7.5-15 ham protein ve %75 oranında da hazmolunabilir besin maddesinden dolayı hayvan yemi, malt ve bira endüstrisinin ham maddesi olarak değerlendirilmektedir (Akkaya ve Atken, 1986). Tuzluluk, dünyanın birçok yerinde artan bir şekilde sorun olmaya devam etmektedir. Arpa tuza dayanıklı olup, topraklardan fazla tuz kaldırdığı, sulu tarım alanlarında münavebe içerisinde toprakların çoraklaşmasını önleme açısından önemli bir bitki durumundadır. Yapılan bir çalışmada, Tarm-92 çeşidinin diğer çeşitlere göre tuza toleransının daha yüksek olduğu (Benlioğlu ve Özkan 2015), bazı arpa çeşitlerin tuzlu alanlarda kullanılabileceği belirlenmiştir (Yeğin ve Yorgancılar, 2012). Akdeniz ve ark.(2006), azotlu gübre uygulamaları arpanın verimini arttırdığını ve en uygun azot dozunun 9 kg da-1 olduğunu belirlemişlerdir. Yılmaz ve ark (2001), inorganik azot uygulamalarında, dekara 197.5 kg tane ve 580.4 kg da-1 toplam verim, arıtma çamuru uygulamalarından ise dekara 216.0 kg tane ve 580.2 kg toplam verim almışlardır. Aydoğan ve ark. (2011), tane verimini 257-381 kg da-1, bin tane ağırlığı 38.30-43.17 g, protein oranı %11.08-12.15, protein verimini 28.97-42.90 kg/da ve selüloz oranını ise %5.22-6.47 arasında bulmuşlardır. Yazlık olarak ekilen arpanın yeterince yağmur yağmadığı kurak ve yarı kurak bölgelerde verimi düşmektedir. Kahramanmaraş koşullarında arpanın tane verimi 367.2-734.9 kg da-1, bitki boyu 79.50-110.8 cm, başak uzunluğu 7.53-9.44 cm, bin tane ağırlığı 37.14-50.49 g arasında değişirken, Şanlıurfa koşullarında ise tane verimi 419.2-540.8 kg da-1, bitki boyu 55.98-80.60 cm, başak uzunluğu 5.59-7.24 cm, bin tane ağırlığı 41.62-52.52 g arasında değişmiştir (Çölkesen ve ark., 2002). Çevre koşulları ile çevre ve çeşit interaksyonunun verim ve kalite özellikleri üzerinde belirleyici olduğu, Sirat ve Sezer (2005), verim ve kalite özellikleri bakımından, bazı arpa çeşitlerinin diğer çeşitlere göre daha ümitvar çeşitler olduğunu belirtmişlerdir. Bununla birlikte Sarı ve İmamoğlu (2007), bazı arpa çeşitlerinin yüksek verimli, stabil ve genel adaptasyon kabiliyeti yüksek olduğunu, Aydoğan ve ark (2011), ise verim ve kalite özelliklerinin çevrelere göre değiştiğini vurgulamışlardır. Bitkisel üretimde yüksek verim potansiyeline sahip, farklı ekolojik koşullara uyum sağlayan, kaliteli, hastalık ve zararlılara dayanıklı çeşitlerin elde edilmesi ve bu çeşitlerin

yaygınlaştırılması büyük önem arz etmektedir (Karahan ve Sabancı, 2010).

Dünyada sürekli ıslah edilen arpa çeşitlerinden üstün olan tür ve çeşitleri, ülkemize kazandırmak için, yurtdışından temin edilen bazı yabancı menşeli arpa çeşitlerini, Altınova ve Polatlı Tarımsal İşletmelerinde verim ve kalite yönlerini mukayese etmek amacıyla yapılmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOD

Araştırma 6 ithal (Reflexion, Apso-2, Apso-3, Sixtine, Taranie, Bastille) ve 4 yerli standart (Çetin 2000, Larende, Aydın Hanım ve Kral-97) arpa (*Hordeum vulgare* L.) çeşitlerinin tane verimi, bitki boyu, hektolitre ağırlığı, 1000 tane ağırlığı, ham protein oranı ve 2.5-2.8 mm elek altı ve 2.5-2.8 mm elek üstü gibi özellikler incelenmiştir. Bu çeşitlerden, Reflexion, Sixtine ve Çetin-2000, 6 sıralı diğerleri ise 2 sıralıdır. Araştırma tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak, 01-08.11.2014 tarihlerinde kurulmuştur. Ekimde parsel boyu 5 m, sıra arası 20, her parselde 6 sıra olmak üzere toplam parsel alanı 6.0 m<sup>2</sup>'dir. Aşağıdaki formül kullanılarak m<sup>2</sup>'ye 450 adet tohum atılmıştır. Sulama zamanı ve sayısı olarak, ekimin hemen ardında bir sulama yapılarak çıkış sağlanmış ve sapa kalkma, başaklanma ve tane doldurma zamanında birer sulama yapılmıştır. İlkbaharda sapa kalkma dönemi öncesi dar yapraklı (kısır yabancı yulaf (*Avena sterilis*) ve tilki kuyruğu (*Alopecurus myosuroides*) karşı otalar karşı selektif, etkili maddesi (69 g/l Fenoxaprop-ethyl+34,5 g/l Safener (Cloguintocet mexyl) formülasyon şekli suda yağ emilsiyon (EW) olan ilaçtan dekara yabancı ot çıkış sonrası 80 ml/da, geniş yapraklı otlara karşı etkili maddesi % 75 Chlorsulfuron olan formülasyon şekli Kuru Akışkan (DF) olan ilaçtan 1 g/da dozunda kullanılmıştır.

$$\text{Dekara atılması gereken} = \frac{1000 \text{ tane ağırlığı (g)} \times \text{m}^2 \text{ de istenen tane sayısı} \times 10}{\text{çimlenme oranı (\%)} \times \text{safiyet (\%)}}$$

Ekimde dekara saf olarak 8 kg P2O5 diamonyum-fosfat (DAP) taban gübresi kullanılmış olup, saf azot olarak 14 kg/da olarak, azotun 3 kg'ı DAP ile birlikte ekimde, geri kalan 11 kg N ise bitkilerin sapa kalkma döneminde, üre gübresinden tamamlamıştır (Akman ve ark. 1999). Hasat sırasında parsel başlarından 0.50 cm ve kenarlardan birer sıra bırakıldıktan kalan toplam alan (3.2 m<sup>2</sup>) 15-20.07.2015 tarihleri arasında hasat edilmiştir. Çeşitlerin 1000 tane ağırlığı (Anonymous, 2000), Ham protein oranı (Akyıldız, 1984), Elek analiz, (Williams ve ark. 1986), Hektolitre ağırlığı (kg/hl), (Vasiljevic and Banasik, 1980), metodlarına göre yapılmıştır. Denemenin elde edilen veriler SAS (1985) istatistik paket programından yararlanılarak yapılmış ve ortalamalar ise Duncan çoklu karşılaştırma testine göre gruplandırılmıştır. Her iki araştırma istasyonun 20 cm derinliğinden alınan toprak örneklerinin bazı özellikleri Çizelge 1'de gösterilmiştir. Polatlı lokasyonu toprakları, Altınova'ya göre kireç oranı % 3.645, organik madde oranı % 2.41, yarıyıllı fosfor, potasyum ile mangan hariç diğer mikro besin elementleri yönünden yüksek bulunmuştur. Ortalama sıcaklık, yağış ve nispi nem değerleri Çizelge 2'de sunulmuştur. Araştırmanın

yapıldığı yerlerde, sıcaklık değerleri bakımından her iki araştırma istasyonunda gerek aylar itibariyle bir birine çok yakın, sıcaklık ortalaması ise benzer olmuştur. Yağış değerleri bakımından ise Altınova’da toplam 560 mm düşen yağış, Polatlı istasyonundan

yaklaşık 100 mm daha fazla olmakla birlikte, nispi nem değerleri de %10 kadar fazla seyretmiştir. (Çizelge 2).

**Çizelge 1.** Polatlı ve Altınova tarımsal lokasyonlarının bazı toprak özellikleri

Araştırma istasyonu	EC (dS m <sup>-1</sup> )	Suyla doymuş toprakta (pH)	Kireç (%)	Organik karbon (%)	Organik madde (%)	Yarayışlı (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (kg da <sup>-1</sup> )	Yarayışlı (K <sub>2</sub> O) (kg da <sup>-1</sup> )
Polatlı	0.789	7.66	3.64	1.39	2.40	24.1	291.8
Altınova	0.730	7.89	14.5	0.63	1.09	2.86	144.9
Miko-besin elementleri (mg kg <sup>-1</sup> )							
	Na	Mg	Ca	Cu	Mn	Fe	Zn
Polatlı	1331	412.7	4692	1.905	31.2	2.171	0.591
Altınova	105.1	214.7	2564	1.287	61.61	1.336	0.023

**Çizelge 2.** Araştırma istasyonlarındaki ortama sıcaklık, yağış ve nispi nem değerleri

Aylar	Ortalama sıcaklık (°C)		Yağış (mm)		Nispi nem (%)	
	Altınova	Polatlı	Altınova	Polatlı	Altınova	Polatlı
Eylül	18.6	19.4	91	46.4	66.8	58.9
Ekim	10.5	11.2	47	54.9	78.5	71.7
Kasım	7.85	7.15	29.5	19	80	63.4
Aralık	4.85	4.9	32.5	38.1	90.6	87.3
Ocak	-1.4	-2.45	35	13.2	92.9	88.1
Şubat	2.9	4	58	55	96.8	77.1
Mart	7.05	7.05	61	72.7	71.1	74.2
Nisan	9.8	9.45	39	23.8	66.7	59.5
Mayıs	17.2	15.2	79	51.4	54.1	-
Haziran	17.7	19.1	88	77.4	-	-
Top/Ort.	9.5	9.5	560	451.9	69.75	58.02

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

In this study, the impacts of different row spacing and seeding rates on yield, and yield components and the variance analysis results are given in Table 1.

#### 3.1. Bitki Boyu

Çalışmada kullanılan, 6 ithal (Reflexion, Apso-2, Apso-3, Sixtine, Taranie, Bastille) ve 4 yerli arpa (Çetin 2000 (St.), Larende), Ayden Hanım (St.), Kral-97 ) çeşitlerinin bitki boyu ve tane verim değerleri Çizelge 3’te verilmiştir. Altınova araştırma alanında, çeşitler arasında standart çeşitlerden en yüksek bitki boyu (111.5 cm) ile Çetin 2000 (St.)’den tespit edilmiş olup, bunu Ayden Hanım (St.), 107.0 cm ile takip etmiştir. Taranine çeşidi ise 101.5 cm bitki boyu ile 3.sırada yer almıştır. En düşük bitki boyu (79.5 cm) ise Apso-3 çeşidinden sağlanmıştır. Aynı çeşitlerin Polatlı tarımsal alandan ise hemen benzer tepkileri olmuş ve yine en yüksek bitki boyu Çetin 2000 (St.) çeşidinden, bunu Ayden Hanım (St.) takip etmiştir. Birleşik analiz sonuçlarına göre de, çeşitler genellikle aynı boy sıralaması göstermiş olup, en uzun boylu arpa çeşidi Çetin 2000 (St.), bu çeşidi Ayden Hanım (St.) ve Taranine izlemiş olup, en düşük bitki boyu ise yine Apso-3 ve Kral-97 (St.) çeşitlerinden elde edilmiştir. Bununla birlikte her iki lokasyonda en yüksek bitki boyu (111.5 cm) ile Çetin 2000 (St.)’den tespit edilmiş istikrarlı çeşit olarak dikkati çekmiştir. Çalışmada kullanılan arpa

çeşitlerinin bitki boyu, 78.4 cm ile 111.5 cm arasında değişim göstermesi, Çölkesen ve ark. (2002) bitki boyu 79.50-110.8 cm, İmamoğlu ve Yılmaz (2012) arpa çeşit ve hatların bitki boyu 74.8-104.1 cm sonuçları ile uyumlu, ancak (Akdeniz ve ark., 2004) Van ekolojik koşullarında bazı arpa çeşitlerinin bitki boyu değerleri (62.5-69.2 cm) ve Kaydan ve Yağmur (2007) sap uzunluğunu (51.2- 64.9 cm) değerlerinden yüksek bulunmuştur. Bitki boyu başta genotipe bağlı olmakla birlikte, çevre faktörlerinden oldukça etkilenmektedir. Yılmaz ve Dokuyucu (1994) da bitki boyunun genotipine bağlı olarak değiştiğini bildirmişlerdir. Tane veriminin dışındaki tüm özelliklerde yıl x çeşit etkileşiminin önemli veya çok önemli olduğu belirtilmiştir (Öztürk ve ark., 2007).

#### 3.2. Tane Verimi

İslah ve çeşit geliştirmek amacıyla üzerinde durulması gereken faktörlerin yanında birim alandan elde edilen verim çok önemlidir. Altınova işletmesinde yetiştirilen arpa çeşitlerinin tane verimleri, en yüksek 909.2 kg da<sup>-1</sup> ile Reflexion çeşidinden ve en düşük ise 612.8 kg da<sup>-1</sup> ile Ayden Hanım (St.) çeşidi arasında değişmiştir. Aynı çeşitlerin Polatlı tarım işletmesinde elde edilen verimleri sırasıyla 862.6 ile 595.9 kg da<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. Birleşik analiz sonuçlarına göre ise Refexiton, Apso-2, Apso-3, Sixtine ve Kral-97

çeşitleri aynı verim grubunda yer almış olup, 808.4 kg ile 885.9 kg da-1 değerleri arasında değişmiştir. Çölkesen ve ark. (2002), Kahramanmaraş koşullarında arpa çeşitlerinin tane verimi 367.2-734.9 kg da-1, Şanlıurfa koşullarında ise 419.2-540.8 kg da-1 değiştiğini, Akdeniz ve ark. (2004) Van kıraç koşullarında tane verimlerini 187.7-322.9 kg da-1; İmamoğlu ve Yılmaz (2012) tane verimi 256.6-481.8 kg da-1 arasında, iki lokasyonun ortalaması olarak çeşitlerin, tane verimi 388-487 kg da-1 arasında değişmiştir; Kaydan ve Yağmur (2007) tane verimini 197.3-319.7 kg da-1, (Sirat ve ark, 2012) çeşitlerin tane verimleri 293.9-428.5 kg da-1 arasında değiştiği, tane verimi üzerine çeşit, çevre ve çeşit x çevre interaksiyonunun etkisinin önemli olduğu vurgulamışlardır. Öztürk ve ark. (2007), tane verimi ile olgunlaşma gün sayısı ve bin tane ağırlığı arasında olumlu ve önemli ilişki olduğu ifade edilmektedir. Ülker ve ark. (2001) Van Gölü havzasında yapmış oldukları bir çalışmada, tane verimi ve verimi doğrudan etkileyen, metrekarede başak sayısı, bin tane ağırlığı ve başak tane sayısı gibi karakterlerinin genotipik etkisi altında olduğu, yine bu karakterlerin

lokasyonlara göre önemli derecede değiştiği tespit etmişlerdir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, gerek lokasyonlar arasında ve gerekse ortalamaya göre, istatistiksel olarak en düşük tane verimi Aydan Hanım (St.) arpa çeşidinden elde edilmiştir. Diğer taraftan ise lokasyonların tane verimi üzerinde etkileri istatistiksel olarak önemli olmamıştır. Bu durum iki lokasyonun iklim değerleri birbirine yakın ve kısmen toprak koşulları ile birlikte ekim, bakım, sulama ve gübreleme gibi agronomik işlemlerin çok iyi yapıldığını göstermektedir. Bununla birlikte bu çalışmada ithal edilen bazı çeşitlerin verimleri, standart yerli çeşitlerden oldukça yüksek bulunmuştur. Doğan ve ark. (2014) tane verimlerinin 464.7-704.4 kg da-1 arasında değiştiğini, yurt dışından temin edilen bazı genotiplerin gerek tane verimleri yönünden ve gerekse kalite kriterleri bakımından ümitvar oldukları görülmüştür. Arpa genotiplerinde tane verimlerinin 324.3 kg/da ile 445.8 kg/da arasında değiştiğini belirten Kızılcı ve ark. (2016), inceledikleri birçok özellik bakımından lokasyonların etkisinin önemli olduğunu belirtmişlerdir.

**Çizelge 3.** Araştırmada yetiştirilen arpa çeşitlerinin bitki boyu ve tane verimleri\*

Çeşit	Bitki boyu (cm)			Tane verimi (kg da <sup>-1</sup> )		
	Altınova	Polatlı	Birleşik analiz	Altınova	Polatlı	Birleşik analiz
Reflexion	98.9 d	98.3 c	98.5 c	909.2 a	862.6 a	885.9 a
Apso-2	87.0 g	84.0 f	88.5 f	849.9 ab	873.3 a	861.6 ab
Apso-3	79.5 h	77.3 g	78.4 g	805.4 abc	816.7 ab	811.1 abc
Sixtine	97.0 e	95.5 d	96.3 d	766.7abc	854.8 a	810.8 abc
Kral-97 (St.)	80.5 h	77.3 g	78.9 g	797.9 abc	818.8 ab	808.4 abc
Taranie	101.5 c	97.8 c	99.6 c	803.8abc	781.3 ab	792.5 bcd
Çetin 2000 (St.)	111.5 a	111.5 a	111.5 a	752.9 bc	804.2 ab	778.6 bcd
Bastille	89.8 f	87.3 e	88.5 e	736.3 bcd	750.0 ab	743.1 cd
Larende (St.)	91.0 f	88.3 e	89.6 e	702.9 cd	712.0 b	707.7 d
Aydan Hanım (St.)	107.0 b	104.5 b	105.8 b	612.8d	595.9 c	604.3 e
Ortalama	94.4	92.2	93.3	773.8	786.9	780.4

\*: Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur (p<0.05).

### 3.3. 1000 Tane Ağırlığı

Arpa çeşitlerinden Altınova istasyonunda en yüksek 1000 tane ağırlığı (54.3 g), ile Taranie çeşidinden ve en düşük değer ise (37.3 g) ile Reflexion çeşidinden alınmıştır. Benzer şekilde aynı özellik ve aynı çeşitlerin Polatlı istasyonunda 1000 tane ağırlıkları en yüksek ve en düşük olarak sırasıyla Taranie ve Aydan Hanım (St.) ve Sixtine çeşitlerinden elde edilmiştir. Birleşik analiz sonuçlarına göre en yüksek 1000 tane ağırlığı 55.1 g ile Taranie çeşidinden, bu çeşidi Apso-2, 50.6 g ile takip etmiş olup, en düşük değer ise 38.3 g ile Reflexion çeşidinden sağlanmıştır. Çeşitlerin ortalamasına göre Polatlı lokasyonunda 1000 tane ağırlığı, Altınova'ya göre 1.65 g kadar fazla ve önemli bulunmuştur. Besin maddelerinin elverişliliği ve yararlılığı, toprak reaksiyonuna bağlı olarak artan ve azalan bir durum gösterebilir (Bilen ve Sezen, 1993). Polatlı tarım istasyonundaki deneme yeri topraklarının Mn hariç, gerek makro ve gerekse mikro besin

elementi ve yağış ve organik madde yönünden Altınova'ya göre biraz fazla olduğundan kaynaklanabilir (Çizelge 2). Bin tane ağırlığının yüksek olması tanelerin iriliği ve dolgunluğu, nişastanın fazlalığı anlaşılmaktadır. Kün (1988) iyi biralık arpalarda bin tane ağırlığının 36-48 g arasında değiştiğini beyan etmektedir. Bu araştırmadaki çeşitlerin bin tane ağırlıkları, çok sayıdaki araştırmacıların bulgularıyla uyum içinde olduğu anlaşılmaktadır. Çölkesen ve ark. (2002) 41.62-52.52 g, Akdeniz ve ark. (2004), 40.69-50.94 g, İmamoğlu ve Yılmaz (2012), 38.0-53.3 g; Kaydan ve Yağmur (2007) bin tane ağırlığını 41.70-46.32 g arasında (Tarm-92) ve (Aydan Hanım (St.)) çeşitlerinden elde etmişlerdir. Sirat ve Sezer (2017), en yüksek 1000 tane ağırlığını sırasıyla Fahrettinbey, Sladoran ve Çumra-2001 (49.84, 47.97 ve 47.32 g) çeşitlerinden sağlamışlardır. Yağdı (2004) ise 1000 tane ağırlıklarının 42.88- 51.17 g arasında ve hektolitre ağırlığı ve 1000 tane ağırlığı arasında pozitif korelasyon olduğunu, Öztürk ve ark. (2007) tane

verimi ile olgunlaşma gün sayısı ve bin tane ağırlığı arasında olumlu ve önemli korelasyonun olduğunu ileri sürmüştür.

**Çizelge 4.** Araştırmadaki arpa çeşitlerinin 1000 tane ağırlıkları ve ham protein oranları\*

Çeşit	1000 tane ağırlığı (g)			Ham protein oranı (%)		
	Altınova	Polatlı	Birleşik analiz	Altınova	Polatlı	Birleşik analiz
Reflexion	37.3 h	39.3 f	38.3 f	8.7 f	10.0 f	9.2 d
Apso-2	50.0 b	51.3 b	50.6 b	9.7 c	10.7 d	10.1 cb
Apso-3	44.5 d	45.5 d	45.0 d	9.2 c	10.4 e	9.8 c
Sixtine	40.3 g	42.0 e	41.1 e	10.7 a	11.5 b	11.1 a
Kral-97 (St.)	43.8 de	46.8 d	45.3 d	9.5 d	10.6 d	10.0 c
Taranie	54.3 a	56.0 a	55.1 a	10.2 b	11.4 b	10.8 a
Çetin 2000 (St.)	42.5 ef	46.3 d	44.4 d	10.1 b	11.2 c	10.6 ab
Bastille	44.5 d	45.5 d	45.0 d	10.8 a	11.7 a	11.2 a
Larende (St.)	48.0 c	48.0 c	48.0 c	8.6 f	9.6 f	9.1 d
Aydan Hanım (St.)	41.5 fg	42.5 e	42.0 e	7.7 g	8.9 g	8.2 e
Ortalama	44.65 B	46.3 A	45.47	9.49	10.55	10.02

\*: Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur (p<0.05).

### 3.4. Ham Protein Oranı

Ele alınan arpa çeşitleri arasında ham protein oranı bakımında Altınova'da en düşük ve en yüksek olarak %7.7 ile %10.8 arasında sırasıyla, Aydan Hanım ve Bastille çeşitlerinden, Polatlı'da ise %8.9 ile %11.7 arasında, yine aynı çeşitlerden elde edilmiştir. Lokasyon ortalamasına göre ise en yüksek ham protein oranı Sixtine, Kral-97 (St.), Taranie, Çetin 2000 (St.) ve Bastille çeşitleri ön plana çıkmıştır. Aydan Hanım (St) gerek lokasyonlarda ve gerekse ortalama ham protein bakımından en düşük olan çeşit olarak kendini göstermiştir. Altınova'da çeşitlerin ortalaması olarak ham protein oranı (% 9.49), Polatlı lokasyonunda (%10.55) olarak yaklaşık % 1 kadar düşük bulunmuştur. Her iki lokasyonda her ne kadar kısmi sulama yapılmış olsa da, Altınova'nın toplam yağış miktarı, arpa çeşitlerinin vejetatif aksamını artırabileceğini, Polatlı'da toprakların başta organik madde oranı olmak üzere bazı besin maddelerinin daha yüksek olmasından kaynaklanabilir. Denemede ortalama göre elde edilen ham protein değerleri %8.2-11.2, Çölkesen ve ark. (2002), Kahramanmaraş ve Şanlıurfa koşullarında protein oranı % 10.32-11.95 değerleri ile uyumlu, Aydoğan ve ark. (2011) protein oranını % 11.08-12.15 olarak, İmamoğlu ve Yılmaz

**Çizelge 5.** Arpa çeşitlerinin 2.5-2.8 mm elek üstü ve altı (%) oranları\*

Çeşit	2.5-2.8 mm elek üstü (%)			2.5-2.8 mm elek altı (%)		
	Altınova	Polatlı	Birleşik analiz	Altınova	Polatlı	Birleşik analiz
Reflexion	85.4 h	85.4 h	85.4 h	14.6 a	13.5 a	14.0 a
Apso-2	97.2 a	97.2 a	97.2 a	2.3 b	1.8 g	2.1 g
Apso-3	90.8 e	90.8 e	90.8 e	9.2 d	8.6 c	8.9 c
Sixtine	87.4 f	87.4 f	87.4 f	12.6 c	11.4 b	11.9 b
Kral-97 (St.)	96.4 b	96.4 b	96.4 b	3.6 g	2.4 f	2.9 f
Taranie	91.6 d	91.6 d	91.6 d	8.4 e	7.5 d	7.9 d
Çetin 2000 (St.)	91.1 e	91.1 e	91.1 e	8.9 d	7.4 d	8.1 d
Bastille	93.9 c	93.9 c	93.9 c	6.0 f	5.6 e	5.8 e
Larende (St.)	96.2 g	96.2 g	96.2 g	13.8 b	13.5 a	13.6 a
Aydan Hanım (St.)	85.2 h	86.4 g	86.3 g	14.8 a	13.6 a	13.7 a
Ortalama	90.57	91.48	91.03	9.42	8.51	8.96

\*: Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur (p<0.05).

(2012)'in %11.7-15.1 değerlerinden düşük bulunmuştur. Sirat ve Sezer (2017) en yüksek ham protein oranına Çıldır-02 (%11.74) ve Efes-98 (%11.69) çeşitlerinden sağlamışlardır. Akdeniz ve ark. (2004), Van kıraç koşullarında bazı arpa çeşitlerinin ham protein oranları %10.37-10.95 arasında olup, Çetin-2000 çeşidinin %10.37 olarak bu çalışmadaki aynı çeşidin bulgularıyla (%10.6) oldukça uyum içinde olduğu görülmektedir. Karahan ve Sabancı (2010) Ceylanpınar'da tanede protein oranı yüksek olmakla beraber tane veriminin %40 azaldığını beyan etmişlerdir. Sari ve İmamoğlu (2007), Ege bölgesi sahil kuşağında geliştirilen bazı yazlık arpa çeşitlerinin yüksek verimli, stabil ve genel adaptasyon kabiliyeti yüksek olduğu bildirilmektedir.

### 3.5. Ham Protein Oranı

Arpa çeşitlerinin 2.5-2.8 mm elek üstü analizlerinde Apso-2 çeşidi %97.2 ile diğer çeşitlerden en yüksek oranda olup, lokasyonlarda kısmen farklılıklar olmakla birlikte, ortalama en düşük elek üstü değeri %85.4 oranı ile Reflexion çeşidi olmuştur. En yüksek elek üstü değerine sahip Apso-2 ise en düşük elek altı (%2.1) değerine sahip olmuştur (Çizelge 5).

### 3.5. Hektolitre ağırlığı

Çizelge 6'ta sunulan arpa çeşitlerinin hektolitre ağırlığı Altınova'da 63.0 ile 68.0 kg/lt arasında olup, Polatlı'da 64.3 ile 69.8 kg/lt arasında değişmiştir. Çeşitlerim hektolitre ağırlığı birbirine çok yakın bulunduğundan lokasyonda farklı gruplanmalar olmuştur. Her iki lokasyonda ve birleşik analizde ise hektolitre ağırlığı en düşük olarak Kral-97 (St.) çeşidinden elde edilmiştir. Bu özellik bakımından Apso-2, Sixtine, Taranie, Bastille ve Çetin 2000 (St.) çeşitleri yüksek olarak aynı grupta yer almıştır. Bununla birlikte, iki lokasyon arasında 1.7 kg/hl olmakla birlikte istatistiksel olarak önemli olmamıştır ve ortalamada hektolite ağırlığı 63.6 ile 68.9 kg/lt arasında değişmiştir. Bazı araştırmacılar, farklı çeşit ve lokasyonlarda farklı miktarlarda değerler bulmuşlardır. İmamoğlu ve Yılmaz (2012) hektolitre

ağırlığı 59.2- 67.9 kg/hl; Yağdı (2004) genotiplerin hektolitre ağırlıklarını 77.93- 81.26 kg arasında olduğunu ve çalışmasında yaş öz içeriği ile protein oranı, hektolitre ağırlığı ve 1000 tane ağırlığı arasında pozitif korelasyon elde etmişlerdir. Samsun ekolojik koşullarına uygun arpa çeşitlerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada en yüksek hektolitre ağırlığı Fahrettinbey (68.1 kg/hl) ile Balkan-96 (66.4 kg/hl) çeşitlerinden elde edilmiştir (Sirat ve Sezer, 2005). Bazı arpa genotiplerinin farklı çevre şartlarında tane verimi, verimi etkileyen morfolojik karakterler (başaklanma süresi ve bitki boyu) ve bazı kalite kriterleri (hektolitre ağırlığı, bin tane ağırlığı, protein ve nişasta oranları gibi özellikler bakımından, genotip, lokasyon ve genotip x lokasyon interaksyonunda %1 ve %5 düzeyinde önemli farklılıkların olabileceği belirtilmiştir (Kendal, 2013).

Çizelge 6. Araştırmada yetiştirilen arpa çeşitlerinin hektolitre ağırlıkları\*

Çeşit	Hektolitre ağırlığı (kg/hl)		
	Altınova	Polatlı	Birleşik Analiz
Reflexion	66.0 bc	67.8 cd	66.9 bc
Apso-2	68.0 a	69.0 abc	68.5 a
Apso-3	65.5 c	68.0 bc	66.8 bc
Sixtine	67.5 a	67.8 cd	67.6 ab
Kral-97 (St.)	63.0 e	64.3 f	63.6 e
Taranie	67.0 ab	68.8 abc	67.9 ab
Çetin 2000 (St.)	66.0 bc	69.5 ab	67.8 ab
Bastille	68.0 a	69.8 a	68.9 a
Larende (St.)	64.0 ed	66.0 e	65.0 d
Aydan Hanım (St.)	65.0 cd	66.3 ed	65.6 cd
Ortalama	66.0	67.7	66.9

\*:Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur (p<0.05).

### 4. SONUÇ

Altınova ve Polatlı tarımsal işletmelerinin sulu koşullarında yetiştirilen arpa çeşitlerinden Reflexion çeşidi kısa boylu ve verimi en yüksek çeşit olarak ortaya çıkmıştır. 1000 tane ağırlığı yönünden Taranie

çeşidi ön sırada, en yüksek ham protein oranı yönünden Sixtine, Bastille ve Çetin 2000 (St.) çeşitleri olmuştur. En yüksek hektolitre ağırlığı bakımından ise Apso-2, Sixtine, Taranie ve Çetin 2000 (St.) çeşitleri olmuştur.



## KAYNAKLAR

- Akdeniz, H., Karslı, M., Ülker, M., Oral, E. (2006). Effects of increasing levels of N fertilization on yields on yield and nutrient content of different barley varieties grown arid condition. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 5(2), 150–155.
- Akdeniz, H., Keskin, B., Yılmaz, İ., Oral, E. (2004). Bazı arpa çeşitlerinin verim ve verim unsurları ile bazı kalite özellikleri üzerinde bir araştırma. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 14(2), 119–125.
- Akkaya, A., Akten, Ş. (1986). Kırac koşullarda farklı gübre uygulamalarının bazı kışlık Arpa çeşitlerinde kışa dayanıklılık ve dane verimi ile bazı verim öğelerine etkisi. *Doğa, Tr. Tar. Or. D.*, C:10, S:2, 127-140s.
- Akman, Z., Karadoğan, T., Çarkçı, K. (1999). Farklı azot ve fosfor dozlarının arpa (*Hordeum vulgare*)'nın verim, verim öğeleri ve bazı kalite özelliklerine etkileri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi* (8), 1-2.
- Akyıldız, A.R., 1984. *Yemler Bilgisi Laboratuar Kılavuzu* (İlaveli ikinci baskı). AÜ Ziraat Fak., Yay. No:895, Ankara, 213 s.
- Anonymous. 2000. *Approved Methods of American Association of Cereal Chemists International (AACCI)*. The Association: St. Paul, MN.
- Aydoğan, S., Şahin, M., Akçacık, A.G., Ayrancı, R. (2011). Determination of high yielding and quality of barley genotypes in Konya Conditions. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 25(1), 10–16.
- Benlioğlu, B., Özkan, U. (2015). Bazı arpa çeşitlerinin (*Hordeum vulgare* L.) çimlenme dönemlerinde farklı dozlardaki tuz stresine tepkilerinin belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 24(2), 109–114.
- Bilen, S., Sezen, Y. (1993). Toprak reaksiyonunun bitki besin elementleri elverişliliği üzerine etkisi. *Atatürk Ü. Zir. Fak. Der.* 24 (2), 156-166.
- Çölkesen, M., Öktem, A., Engin, A., Öktem, A.G. (2002). Bazı arpa çeşitlerinin (*Hordeum vulgare* L.) Kahramanmaraş ve Şanlıurfa koşullarında tarımsal ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Mustafa. KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi* 5(2).
- Doğan, Y., Kendal, E., Karahan, T., Çiftçi, V. (2014). Tokat ili kentsel alanda bildirilen ürünleri tüketim düzeyi ve alışkanlıklarının belirlenmesi. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University*, 31(2014–2), 39–39. <https://doi.org/10.13002/jafag331>
- İmamoğlu, A., Yılmaz, N. (2012). Bursa ekolojik koşullarında bazı arpa (*Hordeum vulgare* L.) genotiplerinin verim ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi 1. *ANADOLU, J. of AARI*, 22(3), 13–36.
- Kendal, E. (2013). İleri kademedeki bazı yazlık arpa genotiplerinin farklı çevre şartlarında verim ve kalite parametrelerinin incelenmesi. *Fırat Üniv. Fen Bilimleri Dergisi*, 25(1), 7–17.
- Karahan, T., Sabancı, O.C. (2010). Güneydoğu Anadolu ekolojik koşullarında bazı arpa (*Hordeum vulgare* L.) çeşitlerinin verim ve verim öğelerinin belirlenmesi. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 27(1), 1–11.
- Kaydan, D., Yağmur, M. (2007). Van ekolojik koşullarında bazı iki sıralı arpa çeşitlerinin (*Hordeum vulgare dictichon* L.) verim ve verim öğeleri üzerine bir araştırma. *Tarım Bilimleri Dergisi Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Van*, 13(3), 269–278.
- Kızılkıç, F., Akıncı, C., Biçer, T.Ö., Başdemir, F., Yıldırım, M. (2016). Bazı arpa genotiplerinin Diyarbakır ve Şanlıurfa koşullarında verim ve kalite özellikleri açısından incelenmesi. *Tarla Bitkileri Merkezi Araştırma Enstitüsü*. 25 (Özel sayı, 1), 146-150.
- Köse Ö.D.E ve Mut, Z. 2018. Tahıl Ve Tahıl Ürünlerinin İnsan Beslenmesi ve Sağlık Açısından Önemi, *Yozgat'ta Tahılların Durumu. III. ULUSLARARASI BOZOK SEMPOZYUMU Bölgesel Kalkınma ve Sosyo-Kültürel Yapı 3rd INTERNATIONAL BOZOK SYMPOSIUM. 03-05 Mayıs 2018 YOZGAT*.
- Köse Ö.D.E ve Mut, Z. 2019. Yerli ve Yabancı Bazı Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Çeşitlerinin Mineral Madde İçerikleri. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 22(5):671-677, 2019 *KSU J. AgricNat* 22(5):671-677, DOI:10.18016/ksutarimdoga.vi.523982
- Öztürk, İ., Avcı, R., Kahraman, T. (2007). Trakya Bölgesinde Yetiştirilen Bazı Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Çeşitlerinin Verim ve Verim Unsurları İle Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(1), 59–68.
- Sarı, N., İmamoğlu, A. (2007). Determination of performance of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) varieties at the Aegean Region. *Anadolu, J. of AARI*, 17(1), 1–7.
- SAS User's Guide: *Statistics, Version 5 ed.* SAS inst., Inc., Cary, NC. 1985.
- Sirat, A., Sezer, İ., Mut, Z. (2012). Bazı Kışlık Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Çeşitlerinin genotip x çevre etkileşimlerini ve stabilite belirlenmesi. *GÜFBED/GUSTIJ* (2012), 2(2), 68–75.
- Sirat, A., Sezer İ (2005). Samsun ekolojik koşullarına uygun arpa (*Hordeum vulgare* L.) çeşitlerinin belirlenmesi. *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 20(3), 72–81.
- Sirat, A., Sezer İ (2014). Samsun İlinde Arpa Üretim Potansiyeli. *The Potential of Barley Production In Samsun Province. GÜFBED/GUSTIJ*, 4(2), 183–192.
- Sirat, A., Sezer, İ. (2017). Baflra Ovasında Yetiştirilen Bazı İki Sıralı Arpa (*Hordeum vulgare conv. distichon*) Çeşitlerinin verim, verim öğeleri ile bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(1), 77–87.
- Ülker, M., Sönmez, F., Çiftçi, V. (2001). Kışlık arpanın verim ve bazı karakterlerinde adaptasyon ve stabilite analizi. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 32(1), 25–32.
- Yağdı, K. (2004). Bursa koşullarında geliştirilen ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) hatlarının bazı kalite özelliklerinin araştırılması. *Ulud. Üniv. Zir. Fak. Derg.*, 18(1), 11–23.
- Yeğin, Z.G., Yorgancılar, M. (2012). ARPA Genotiplerinde Tuz Toleransının Fizyolojik Analizlerle Belirlenmesi. (2012).
- Yılmaz, İ., Bozkurt, M., Akdeniz, H. (2001). Kışlık arpa tarımında arıtma çamuru kullanma olanakları üzerinde bir araştırma. *T.C. Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü-Ulusal Sanayi-Çevre Sempozyumu ve Sergisi*, 169–177.
- Yılmaz, H.A., Dokuyucu, T. (1994). Kahramanmaraş koşullarına uygun ve yüksek verimli makarnalık buğday çeşitlerinin saptanması. *Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi*, 22-25 Eylül, 9-13, Samsun.





## Tarımsal Ürünlerin Kurutulmasında Kullanılan Kurutma Yöntemleri

Derleme/Review

Seda GÜNAYDIN<sup>1</sup> Cevdet SAĞLAM<sup>1</sup> Necati ÇETİN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Kayseri

\* Corresponding Author: [sedagunaydin07@gmail.com](mailto:sedagunaydin07@gmail.com)

Seda GÜNAYDIN ORCID ID: 0000-0003-2510-9638, Cevdet SAĞLAM ORCID ID: 0000-0002-9955-3128,

Necati ÇETİN ORCID ID: 0000-0001-8524-8272

### Yayın Bilgisi

Geliş Tarihi: 31.03.2022

Revizyon Tarihi: 16.05.2022

Kabul Tarihi: 17.05.2022

Doi: 10.55257/ethabd.1096697

### Anahtar Kelimeler

Kurutma, Tarımsal Ürün, Nem içeriği, Enerji Tüketimi

### Keywords

Drying, Agricultural product, Moisture content, Energy consumption

### Özet

Tarımsal ürünler bünyesinde bulunan yoğun nem sebebiyle hasattan kısa bir süre sonra çürüme ve bozulma eğilimine girmektedir. Çürüme rejimine giren bu ürünlerin aroma, renk, görünüş ve besinsel özelliklerinde kayıplar meydana gelmektedir. Bu kalite kayıplarını önlemek ve ürünlerin raf ömrünü artırmak amacıyla geçmişten günümüze kadar uygulanan çeşitli muhafaza yöntemleri uygulanmıştır. Bu yöntemlerden en ekonomik ve yaygın olarak kullanılanı kurutarak muhafaza yöntemidir. Kurutulmuş ürünün; taşıma ve depolamada kolaylık sağlaması, besin içeriği açısından daha konsantre bir özellik göstermesi, çok uzun süre boyunca muhafaza edilebilmesi, paketleme masrafının daha az olması gibi diğer muhafaza yöntemlerine göre üstünlükleri vardır. Ayrıca kurutma işlemi ile kuru incir, kuru kayısı, kuru üzüm gibi ticari değeri olan ürünler elde edilmektedir. Bu çalışmanın amacı literatür bilgileri doğrultusunda tarımsal ürünlerin kurutulmasında yararlanılan güneşte, gölgede, konvektif, vakumlu, mikrodalga, dondurarak, sprey, köpük, puf, kızılötesi, ozmotik, elektrohidrodinamik ve hibrit kurutma yöntemlerinin incelenmesidir.

### Drying Methods Used in Drying of Agricultural Products

#### Abstract

Agricultural products tend to rot and deteriorate shortly after harvest due to the intense moisture content. The aroma, color, appearance and nutritional properties of these products, which begin the decay regime, are lost. In order to prevent these quality losses and to increase the shelf life of the products, various preservation methods have been applied from past to present. The most economical and widely used of these methods is the preservation method by drying. It has advantages over other preservation methods such as convenience in transportation and storage, more concentrated nutrient content, long-term preservation, and less packaging costs. In addition, products with commercial value such as dried figs, dried apricots, drying grapes and raisins are obtained by drying. The aim of this study is to examine the sun, shade, convective, vacuum, microwave, freeze, spray, foam, puff, infrared, osmotic, electrohydrodynamic and hybrid drying methods used for drying agricultural products in accordance with the literature.

## 1. GİRİŞ

Hasat sonrası taze meyve ve sebzeler bünyesinde bulunan yoğun nem miktarı ve hassas dokuları sebebiyle çürüme eğilimine girer. Bu ürünlerin fiziksel ve biyokimyasal özelliklerinde bazı kayıplar meydana gelmektedir. Bu kalite kayıplarını önlemek için ısı uygulaması ile muhafaza, soğuk uygulama ile muhafaza, kurutarak muhafaza, koruyucu maddelerle muhafaza, fermentasyon, kontrollü atmosferde depolama, modifiye atmosferde depolama gibi çeşitli muhafaza yöntemleri uygulanmaktadır. Bu yöntemlerden en ekonomik ve en yaygın olarak kullanılanı kurutarak muhafaza yöntemidir. Kurutmada temel amaç; kurutma süresi ve enerji tüketiminin minimize edilerek materyallerin kalite parametrelerinin optimizasyonudur. Kurutmanın; taşıma ve depolamada kolaylık sağlaması, kurutulmuş ürünlerin besin içeriği açısından daha konsantre bir özellik göstermesi, ürünlerin çok uzun süre boyunca muhafaza edilebilmesi, depolama, taşıma ve paketleme masrafının daha az olması gibi diğer muhafaza yöntemlerine göre üstünlükleri vardır. Bununla birlikte kurutma işlemi ile kuru incir, kuru kayısı, kuru üzüm gibi ticari değeri olan ürünler elde edilmektedir (Alibaş, 2012; Darıcı ve Şen 2012; Calín-Sánchez ve ark., 2012; Morad ve ark., 2017; Adeleye ve ark., 2020).

Kurutma işlemi, ürünlerin yapısında bulunan yoğun nemin, mikroorganizma faaliyetlerinin inaktive edildiği bir nem düzeyine kadar indirilmesidir (Deng ve ark., 2017; Alibaş ve ark., 2021). Kurutma işlemi “eş zamanlı gerçekleşen ısı ve kütle transferi olayı” şeklinde ifade edilmektedir. Isı transferi sırasında kurutma materyali kurutucu içerisinde sirküle olan sıcak hava ile etkileşime girerek ısınır. Kütle transferinde ise kurutma materyalinin dış kısmında ince bir film şeklinde olduğu kabul edilen nemin buharlaşmasının ardından, iç tabaklardaki nem dış katmanlara taşınır. Kurutma işlemi sırasıyla; materyalin ısınması etabı, sabit hızla kuruma etabı ve azalan hızla kuruma etabı olmak üzere üç aşamada gerçekleşir. Materyalin ısınması evresi, ürünlerin kurutucu içerisindeki sıcaklığa eriştiği süreci kapsar. Materyalin ısınması kısa sürede gerçekleştiği için bu evrede kayda değer miktarda nem kaybı olmaz. Dolayısıyla bu aşamadan sonra ürünler sabit hızla kuruma evresine girer. Sabit hızla kuruma evresinde, kurutma materyalinin yüzeyinin ince bir su filmiyle kaplı olduğu varsayılır ve burada ürünün iç kısmından yüzeye taşınan su hızı ile kurutma materyalinden buharlaşan suyun hızı eşittir. Ürünlerin iç kısmından dış katmanlara taşınan su hızının, kurutma materyalinin yüzeyindeki nemin buharlaşma hızından daha az olması durumunda ürün yüzeyindeki ince su filmi zamanla yok olmaya başlar. Sabit hızla kuruma evresi bu anda sona erer ve bu andaki neme 1. kritik nem düzeyi denir. Bu anda 1.kritik nem düzeyinden itibaren azalan hızla kuruma evresi başlar ve bu evre ürün denge nemine ulaşıncaya yani iç tabakalardan dış tabakalara olan nem geçişi bittiği anda sona erer (Yağcıoğlu, 1999). Ürünlerden fazla nemin uzaklaştırılması olarak da ifade edilen kurutma işlemi

iletim (kondüksiyon), taşınım (konveksiyon) ve ışınım (radyasyon) teknikleri kullanılarak yapılmaktadır. Bu tekniklerin kullanıldığı ve geçmişten günümüze uygulanan güneşte ve gölgede kurutma yöntemi, mikrodalga kurutma yöntemi, konvektif kurutma yöntemi, dondurarak kurutma yöntemi, sprey kurutma yöntemi, vakumlu kurutma yöntemi, kızılötesi kurutma yöntemi, ozmotik kurutma yöntemi, köpük kurutma yöntemi, puf kurutma yöntemi, elektrohidrokinamik kurutma yöntemi ve hibrit kurutma yöntemi gibi pek çok kurutma yöntemi tanımlanmıştır (Sadıkoğlu ve Özdemir, 2003; Gürel ve ark., 2016; Top ve ark., 2019; Liu ve ark., 2019; Dehghannya ve ark., 2019). Bu çalışmanın amacı literatür araştırması doğrultusunda tarımsal ürünlerin kurutulmasında kullanılan kurutma yöntemlerinin incelenmesini kapsamaktadır.

## 2. TARIMSAL ÜRÜNLERİN KURUTULMASINDA KULLANILAN KURUTMA YÖNTEMLERİ

### 2.1.1. Güneşte Kurutma Yöntemi

Doğal kurutma yöntemi güneşte kurutma yöntemi ve gölgede kurutma yöntemi olmak üzere iki grupta incelenir.

### 2.1.1. Güneşte Kurutma Yöntemi

Doğal kurutma yöntemlerinden biri olan güneşte kurutma yöntemi açık havada ürünlerin kurutulması işlemidir. Güneşte kurutma yönteminin; kurutma süresince başka bir enerji kaynağına ihtiyaç duyulmaması ve yüksek maliyet gerektirmemesi gibi son derece önemli avantajları vardır. Fakat kurutma süresinin uzun olması, serilerek kurumaya bırakılan ürünlerin hava koşullarından etkilenmesi ile birlikte toz, toprak, böcek, kuş ve kemirici gibi çeşitli kirleticilerin etkisi altında kalması, kurutma için büyük alanlara gereksinim duyulması, ürünlerde küflenme riskinin yüksek olması ve kurutma süresinin uzamasına bağlı olarak önemli ölçüde kalite kayıplarının meydana gelmesi gibi dezavantajları vardır. Ayrıca güneşte kurutma yönteminde işgücü ihtiyacı optimum düzeydedir. Bununla birlikte, açık alanda yapılan güneşte kurutma işlemi sonlanıncaya kadar sağlık açısından son derece zararlı olan çeşitli gaz emülsiyonlarının kurutma materyaline nüfuz etme olasılığı oldukça yüksektir. Güneşte kurutma işlemi için çoğunlukla tarım arazileri kullanılır. Bu da arazide kurutma işlemi sonlanıncaya kadar tarımsal üretim yapılamamasına sebep olmaktadır. Dolayısıyla güneşte kurutma yönteminin tarımsal üretimi sınırlandırıcı bir etkisi de söz konusu olmaktadır (Özbay Doğu ve Sarıçoban, 2015; Liu ve ark., 2019; Turan ve İslam, 2019; Srinivasa Reddy, 2020; Alibaş ve ark., 2021; Waswaa ve ark., 2021).

### 2.1.2. Gölgede Kurutma Yöntemi

Gölgede kurutma yöntemi genellikle baharatların ve aromatik tıbbi bitkilerin kurutulmasında tercih edilir. Güneşte kurutmada olduğu gibi gölgede

kurutma yönteminin de kurutma işlemi sonlanıncaya kadar herhangi bir ek enerji gereksiniminin olmaması son derece önemli bir avantajdır. Buna karşın, gölgede kurutma yönteminde kurutma süresinin uzun olması, bununla ilişkili olarak da ürünlerin besinsel içeriğinde ciddi kayıpların meydana gelmesi (aflatoksin oluşumu gibi) dezavantajlı yönlerindedir. Ayrıca gölgede kurutma yönteminde kurutma materyallerinin sinek, böcek, fare gibi zararlıların istilasına uğraması kaçınılmazdır. Bununla birlikte kurutmanın yapıldığı kapalı alanlarda nem denetimi oldukça güç olup, bu durum ürünlerde küf mantarlarının oluşmasına yol açmaktadır. Güneşte ve gölgede kurutma yöntemlerine söz konusu dezavantajlarından dolayı rağbet azalmış olup, günümüzde daha yenilikçi kurutma yöntemleri yer edinmeye başlamıştır (Toğrul, 2006; Alibaş, 2012; Kara ve ark., 2014; Gürel ve ark., 2016).

Literatürde güneşte ve gölgede kurutma yöntemi kullanılarak pek çok ürün kurutulmuştur. Silbir ve ark. (2015) kuzukulağı yapraklarını (Rumex acetosa), güneşte ve 180, 540 ve 900 W'da mikrodalga kurutma yöntemleri ile kurutmuş ve en uzun kurutma süresinin 60 saat ile güneşte kurutma yöntemi olduğunu bildirmiştir. Ayrıca çalışmada kalite parametrelerinin en iyi korunduğu yöntemin 180 W'da mikrodalga kurutma yöntemi olduğu, güneşte kurutulan ürünlerin askorbik asit ve renk parametrelerinde önemli ölçüde kayıplar meydana geldiği tespit edilmiştir. Güleç ve Turhan Özdemir (2017) tarafından yürütülen bir çalışmada karayemiş meyvesi güneşte, 460, 600 ve 700 W'da mikrodalga kurutma ile 200, 300, 400 ve 500 W'da kızılötesi kurutma yöntemleri kullanılarak kurutulmuştur. Çalışmada en uzun kurutma süresinin 5760 dakika ile güneşte kurutma yönteminde olduğu saptanmıştır. Wasswa ve ark. (2021) tarafından yürütülen bir çalışmada börülce yaprakları güneşte kurutma ve 10 dakika boyunca sıcak suya daldırma ön işlemi ardından güneşte kurutma olmak üzere iki farklı şekilde kurutulmuştur. Çalışma sonucunda sıcak su ön işlemi uygulanarak güneşte kurutulan ürünlerde Fe, Zn ve Ca içeriğinin daha yüksek seviyede olduğu tespit edilmiştir. Alibaş ve ark. (2021) dilimlenmiş deveci armudunu doğal (gölgede) ve 60, 80, 100°C hava sıcaklıklarında konveksiyonel fırında kurutmuş olup, en uzun kurutma süresi olan gölgede kurutmanın ürünlerde kalite parametrelerini olumsuz etkilediğini bildirmiştir. Pinar ve ark. (2021) iki farklı biber çeşidini açıkta güneşte, gölgede, serada, dondurarak kurutma, 300-600 W'da mikrodalga ve 60-80°C'de konvektif kurutma yöntemi ile kurularak likopen,  $\beta$ -karoten ve ham protein içeriğinin dondurarak kurutulan ürünlerde çok daha iyi korunduğunu tespit etmiştir. Bununla birlikte en yüksek askorbik asit içeriği gölgede ve dondurarak kurutulan ürünlerde ölçülmüştür. Ayrıca çalışmada toplam fenolik içeriğinin mikrodalga kurutma yönteminde artış gösterdiği, gölgede kurutma yönteminde yağ asitleri kayıplarının daha az olduğu saptanmıştır. Çalışmada en uzun kurutma süresi 240 saat ile gölgede kurutma yönteminde, en kısa kurutma süresi 600 W'da mikrodalga kurutma yönteminde 21 dakika olarak kaydedilmiştir. Patel ve ark. (2020) sarımsak

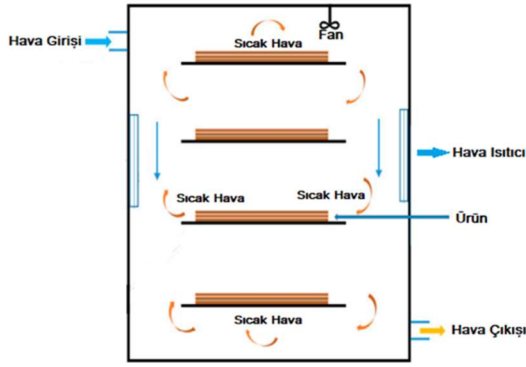
dişlerinin gölgede, güneşte, 800 W'da mikrodalga ve 60°C'de konvektif kurutma yöntemi ile kurutulmasında en uzun kurutma süresini gölgede kurutmada ölçmüştür. Ayrıca çalışmada en yüksek C vitamini içeriğinin gölgede kurutma yönteminde bulunmasına sebep olarak askorbik asitin sıcaklığa duyarlı olması gösterilmiştir.

## 2.2. Yapay (Sunı) Kurutma Yöntemleri

Gelişen teknoloji ile birlikte tarımsal ürünlerin kurutulmasında geleneksel kurutma yöntemlerinin (güneşte ve gölgede kurutma) yerini daha yenilikçi yöntemler almaya başlamıştır. Bu bölümde tarımsal ürünlerin kurutulmasında yararlanılan yapay kurutma yöntemlerinden; konvektif kurutma metodu, mikrodalga kurutma metodu, sprey kurutma metodu, vakumlu kurutma metodu, dondurarak kurutma (liyofilizasyon) metodu, kızılötesi kurutma metodu, ozmotik kurutma metodu, köpük kurutma metodu, puf kurutma metodu, elektrohidrodinamik kurutma metodu ve hibrit kurutma metodu ayrıntılı olarak incelenmiştir.

### 2.2.1. Konvektif Kurutma Yöntemi

Konvektif kurutma yöntemi (sıcak hava ile kurutma), güneşte kurutmaya alternatif olarak geliştirilmiş bir yöntemdir. İlk yatırımının masraflı olmaması ve kullanım kolaylığı sunması yönüyle tarımsal ürünlerin kurutulmasında uzun yıllardan bu yana yaygın olarak kullanılır. Sıcak hava ile kurutma yöntemi kurutucu içerisine giren havanın ısıtılarak bir fan yardımıyla kurutucu içerisinde dolaştırılması esasına dayanır (Şekil 1). Bu yöntemde ısıtılan hava kurutulacak ürünlerin dış katmanından başlayarak yavaşça iç katmanlarına doğru nüfuz ederek dış tabakadan iç tabakalara doğru bir kuruma gerçekleşir (Çetin, 2019; Demir ve ark., 2019; Liu ve ark., 2019). Konvektif kurutma yöntemi özellikle bağıl nemin yüksek olduğu yerlerde kurutma süresini önemli ölçüde uzatır. Kurutucu hava sıcaklığının yükseltilmesiyle kurutma süresi kısaltılmakta fakat ürünlerde kabukta sertleşme, büzüşme, esmerleşme reaksiyonları gibi bir takım deformasyonlar meydana gelmektedir. Düşük sıcaklıklarda ise uzun süre sıcak havaya maruz kalan ürünlerde lipid oksidasyonu gerçekleşmektedir. Bununla birlikte, konvektif kurutma yönteminin; kuruma süresinin uzamasına paralel olarak enerji tüketiminin artması, ürünlerde rehidrasyon kapasitesinin azalması, materyallerin fiziksel ve biyokimyasal özelliklerinde ciddi kayıpların meydana gelmesine sebep olması gibi dezavantajları söz konusudur. Söz konusu dezavantajlarının önüne geçmek adına konvektif kurutma yöntemi ile mikrodalga, vakum, dondurma, ozmotik dehidrasyon, ultrases kombinasyonu yapılarak hibrit kurutma yöntemleri geliştirilmiştir. Hibrit kurutma yöntemleri hem kurutma süresi ve enerji tüketimi bakımından hem de besin kalitesi açısından faydalı olabilir (Cemeroğlu ve Özkan, 2004; Russo ve ark., 2013; Szadzinska ve ark., 2017; Adeleye ve ark., 2020).



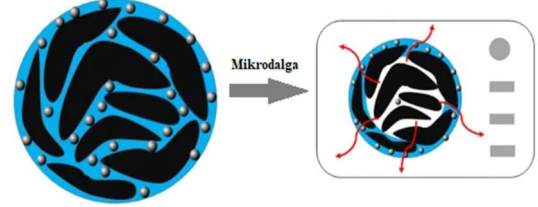
Şekil 1. Konvektif kurutmada ısı transferi (Adetoro ve ark., 2020)

Maysami ve ark. (2020) elma dilimlerinin 40, 50 ve 60°C'de konvektif kurutma yöntemi ile kurutulmasında en uzun kurutma süresi ve enerji tüketiminin sırasıyla; 537 dakika ve 11.2 kWh ile 40°C sıcaklıkta elde edildiği, sıcaklığın azalmasına paralel olarak enerji tüketiminin arttığını bildirmiştir. Kaveh ve ark. (2021) nar tanelerini 50, 60 ve 70°C sıcaklıkta konvektif, 270, 450, 630 W'da mikrodalga kurutma yöntemi ile kurutmuş ve özgül enerji tüketiminin en fazla olduğu yöntemin 145.12 kWh kg<sup>-1</sup> ile 50°C'de konvektif kurutma yöntemi olduğunu, buna karşın özgül enerji tüketiminin en az olduğu yöntemin 35.42 kWh kg<sup>-1</sup> ile 270 W'da mikrodalga kurutma yöntemi olduğunu tespit etmiştir. Bustos ve ark. (2018) tarafından yürütülen bir çalışmada böğürtlen, ahududu, siyah ve kırmızı frenk üzümü 50, 65, 130°C'de sıcak hava ve -80°C'de dondurarak kurutma yöntemi ile kurutulmuştur. Çalışmada konvektif kurutma yönteminde sıcaklığın azaltılmasıyla renk kayıplarının arttığı ve kurutma süresinin uzadığı, dondurarak kurutma yöntemi ile kurutulmuş ürünlerde renk parametrelerinin daha iyi korunduğu bildirilmiştir. Demir ve ark. (2019) kızılçık tanelerini 50, 60, 70°C'de konveksiyonel kurutucuda kurutarak kurutucu hava sıcaklığının azalmasıyla ürünlerdeki renk kayıplarının arttığını ve ürünlerde kararmalar meydana geldiğini bildirmiştir. Polatoğlu ve Beşe (2017) kızılçık meyvelerini sıcak hava sirkülasyonlu fırında 50, 60, 70°C'de kurutmuş olup, kurutma hava sıcaklığının artmasıyla kurutma süresinin kısaldığını bildirmiştir. Ayrıca çalışmada C vitamini kayıplarının en fazla olduğu kurutma hava sıcaklığının 50°C olduğu tespit edilmiştir. Koca ve ark. (2009) kuşburnu meyvesini 50, 60 ve 70°C'de konvektif kurutma tekniğiyle kurutmuş ve kurutma hava sıcaklığının azalması ile kurutma süresi ve enerji tüketiminin arttığını bildirmiştir. Horuz ve ark. (2017) yaptıkları bir çalışmada vişnenin 50 ve 70°C'de konvektif, 120-180 W çıkış güçlerinde mikrodalga ve bu yöntemlerin kombinasyonları ile kurutulmasında özgül enerji tüketimi ve toplam enerji tüketiminin en fazla olduğu yöntemin kurutma süresinin uzun olmasına paralel olarak 50°C'de konvektif kurutma olduğunu bildirmiştir. Zia ve Alibas (2021) kızılçık meyvesini gölgede, 100, 300 ve 500 W'da mikrodalga ve 50, 70 ve 90°C'de konvektif ve kombine mikrodalga-konvektif kurutma yöntemi ile kurutmuş, en kısa kurutma süresinin 500W-90°C'de kombine kurutma yönteminde ölçüldüğünü, 50°C'de konvektif kurutma

yönteminde özgül enerji tüketiminin en yüksek olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca çalışmada antioksidan kapasitesi, toplam fenolik içerik, askorbik asit ve antosiyanin içeriği açısından taze ürüne en yakın değerlerin 300 W'da mikrodalga kurutma yönteminde elde edildiği belirtilmiştir. Kowalski ve ark. (2016) tarafından yürütülen bir çalışmada çileğin 50°C'de konvektif, 100 W çıkış gücünde mikrodalga ve 50°C-100 W'da kombine konvektif-mikrodalga kurutma yöntemi ile kurutulmasında özgül enerji tüketiminin en yüksek olduğu yöntemin 50°C'de konvektif kurutma yöntemi olduğu bulgulanmıştır. Niro ve ark. (2017) tarafından yürütülen bir çalışmada goji berry meyvesi 60°C sıcaklıkta konvektif kurutma yöntemiyle kurutulmuş ve konvektif kurutulan ürünlerdeki K, P, Cu, Fe, Mn ve Zn içeriğinin taze ürüne göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

## 2.2.2. Mikrodalga Kurutma Yöntemi

Mikrodalga kurutucular temel olarak magnetron, fırın boşluğu, dalga yayıcı bir güç kaynağı ve havalandırma sisteminden meydana gelmektedir (Yağcıoğlu, 1999; Alibas ve ark., 2021; Çetin, 2021). Bu yöntemde kurutucuda yer alan magnetron kurutulacak ürünlerin içerisindeki su moleküllerini yüksek frekansta titreştirmektedir. Bu titreşim hareketi sonucu oluşan hareket enerjisi ısı enerjisine dönüştürülerek ürünler merkezden başlayarak dış tabakalara doğru ısıtılmaktadır. Böylece ürünlerin içten dışa doğru kendi iç enerjisi ile kuruması sağlanmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Mikrodalga kurutmada ısı transferi (Karimi ve ark., 2021)

Mikrodalga kurutma yönteminin; kurutma işleminin çok kısa bir sürede sonlanması, kuruma süresinin kısalmasına bağlı olarak enerji sarfiyatının azalması ve kurutma materyalinde aroma, renk, tat, makro ve mikro besin elementi içeriği gibi kalite parametrelerinin optimum seviyede korunması ve kurutma yapılacak alanın önceden ısıtılmasına gerek duyulmaması gibi son derece önemli avantajları vardır (Alibas, 2015; Günaydın, 2020; Guo ve ark., 2021; Liu ve ark., 2021). Buna karşın, mikrodalga kurutma yönteminin ilk yatırımının oldukça pahalı olması, tasarımı, kurulumu ve kullanımının zor olması, kurutma materyalinin tüm yüzeyinin eşit oranda ısınmamasından kaynaklı ürünlerin eşit oranda kurumaması, şekerli ürünlerde yanma, esmerleşme, patlama, çatlama gibi deformasyonlara sebep olması gibi dezavantajlı yönleri vardır. Yüksek mikrodalga çıkış güçlerinde kurutulmuş ürünlerde meydana gelen deformasyonları minimize etmek adına kombine kurutma yöntemlerinin uygulanması yaygınlaşmaya başlamış olup mikrodalga vakum kombinasyonunun enerji tüketimini azalttığı, bununla birlikte ürünlerde

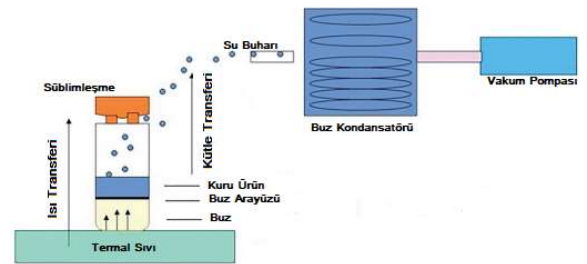


kalite parametrelerinin çok iyi düzeyde korunduğu bilinmektedir. Benzer şekilde mikrodalga konvektif kurutma kombinasyonu ile yapılan kurutma işlemleri kurutma süresini, bununla ilişkili olarak da enerji tüketimini azaltmaktadır (Karaaslan ve ark., 2012; Alibaş, 2012; Xu ve ark., 2018; Cin ve Palazoğlu, 2019; Alibaş ve ark., 2021). Simsek ve Süfer (2021) beyaz tatlı kirazların 50, 60 ve 70°C sıcaklıkta konvektif ve aynı sıcaklıkların 90 W'da mikrodalga kombinasyonu ile kurutulmasında tek başına konvektif kurutma süresinin hibrit yöntemle göre çok daha uzun olduğunu tespit etmiştir. Alibaş ve ark. (2019) maydanoz yapraklarını 700 W'da mikrodalga kurutma, 50°C sıcaklıkta konvektif kurutma, güneş fırınında, güneşte ve gölgede kurutma yöntemleri ile kurutmuş ve hem kurutma süresi açısından hem de kalite parametreleri açısından en iyi sonuçları veren yöntemin güneş fırınında kurutma ve mikrodalga kurutma yöntemi olduğunu bildirmiştir. Nawirska-Olszańska ve ark. (2017) tarafından yürütülen bir çalışmada altın çilek meyvesinin 70°C'de konvektif kurutma, 120 W ve 480 W çıkış güçlerinde mikrodalga kurutma yöntemi ile kurutulmasında kurutma süresi, antioksidan ve karotenoid içeriği bakımından en yüksek değerlerin 480 W'da mikrodalga kurutma yönteminde ölçüldüğü saptanmıştır. Kutlu ve İşçi (2016) kiraz domatesinin 140, 210 ve 280 W'da mikrodalga ve 60, 70 ve 80°C hava sıcaklıklarında konvektif kurutulmasında en uzun kurutma süresi 60°C sıcaklıkta konvektif kurutmada 1050 dakika, en kısa kurutma süresi 280 W'da mikrodalga kurutma yönteminde 70 dakika olarak kaydedilmiştir. Ayrıca çalışmada renk parametrelerinin mikrodalga ile kurutulan ürünlerde konvektif kurutma yöntemine kıyasla çok daha iyi korunduğu bildirilmiştir. Behera ve ark. (2021) havuç dilimlerinin mikrodalga (0.8-2.95 w g-1) ve konvektif (40°-60°C) kurutulmasında rehidrasyon kapasitesi ve renk açısından mikrodalga kurutma yönteminin iyi sonuçlar verdiğini, ayrıca bu yöntemde enerji tüketiminin daha az olduğunu saptamıştır. Chauhan ve ark. (2015) karonda meyvesinin 800 W'da mikrodalga, -20°C'de dondurarak kurutma ve güneşte kurutma yöntemi ile kurutulmasında protein içeriği, antioksidan kapasitesi ve besin elementi içeriğinin en üst düzeyde korunduğu yöntemin 800 W'da mikrodalga kurutma yöntemi olduğunu tespit etmiştir. Liu ve ark. (2019) alıç meyvesini 60, 80, 100 ve 120°C sıcaklıklarda konvektif, 400, 640 ve 800 W'da mikrodalga, -80°C dondurarak kurutma ve güneşte kurutma yöntemlerini kullanarak kurutmuş olup en kısa kurutma süresinin (10-19 dakika) mikrodalga kurutma yönteminde ölçüldüğünü, bununla ilişkili olarak mikrodalga kurutma yönteminin enerji tüketimi bakımından fayda sağladığını belirlemiştir.

### 2.2.3. Dondurarak Kurutma Yöntemi

Dondurarak kurutma yöntemi (liyofilizasyon) ısıya duyarlı ürünlerin kurutulmasında tercih edilen bir yöntem olup, bu yöntemde üründe ihtiva eden yüksek orandaki nem düşük basınç altında süblimasyon yolu ile üründen uzaklaştırılır. Bu teknikte ürünlerden yoğun nemin azaltılması işlemi üç etapta

tamamlanmaktadır. Bunlar sırasıyla; dondurma evresi, birincil kurutma evresi ve ikincil kurutma evresidir (Şekil 3). Kurutulacak ürün ilk önce dondurulur ve dondurulmasının ardından buz oluşumları meydana gelir. Oluşan buzlar süblimleştirilerek (katı formdan gaz forma geçiş) su buharına dönüştürülmektedir. Su buharı bir vakum pompası yardımıyla çekilerek ortamdan uzaklaştırılmaktadır (Kumar ve ark., 2001; Sadıkoğlu ve Özdemir, 2003). Dondurarak kurutulan ürünlerin tekstürel yapı, renk ve besin içeriğinin önemli ölçüde korunması, tat ve aroma kayıplarının minimum düzeye inmesi, kurutulan ürünlerin yüksek rehidrasyon özelliğine sahip olmaları gibi önemli avantajları vardır. Buna karşın; maliyetinin çok yüksek olması, kurutma için çok uzun bir süreç gerektirmesi ve buna paralel olarak enerji sarfiyatının fazla olması gibi dezavantajları söz konusudur (Ratti, 2001; Marques ve ark., 2006).



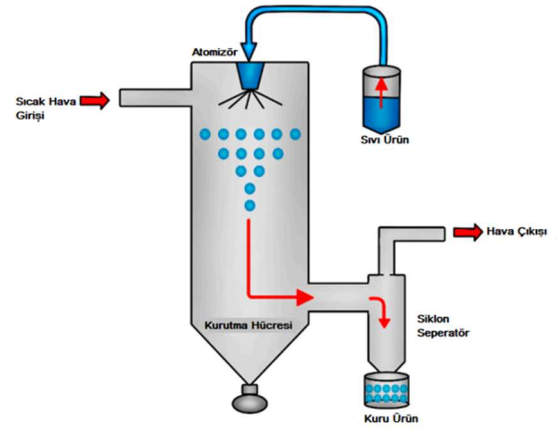
Şekil 3. Dondurarak kurutmada ısı ve kütle transferi (Kumar ve ark., 2011)

Başığit ve Karaaslan (2020) keme mantarının dondurarak, vakumlu, kabin ve güneş enerjili kurutma teknikleriyle kurutulmasında renk, rehidrasyon kapasitesi, koku ve aroma özellikleri bakımından en iyi sonuçları veren yöntemin dondurarak kurutma yöntemi olduğunu bildirmiştir. Akyıldız ve ark. (2017) karpuz dilimlerini 70°C sıcaklıkta konvektif kurutma ve -66°C'de dondurarak kurutma yöntemi ile kurutmuş olup, askorbik asit, tat, koku, rehidrasyon kapasitesi açısından en iyi sonuçları veren yöntemin dondurarak kurutma yöntemi olduğunu belirtmiştir. Çakmak ve ark. (2016) dilimlenmiş dağ çileği meyvesini -50°C'de dondurarak kurutma yöntemi ve 60°C'de tepsili kurutucuda konvektif kurutma yöntemi ile kurutmuş olup, askorbik asit içeriği, toplam fenolik ve antioksidan kapasitesinin dondurarak kurutulan ürünlerde daha iyi korunduğunu saptamıştır. Lu ve ark. (2021) siyah kurt üzümünü güneşte, 50 ve 60°C'de konvektif, -30 ve -60°C'de dondurarak kurutma yöntemi ile kurutmuş ve dondurarak kurutulan ürünlerin görüntü, biyoaktif bileşenler, toplam fenolik, antioksidan kapasitesi ve antosiyanin içeriğinin diğer kurutma yöntemlerine nazaran daha iyi korunduğunu belirtmiştir. Köprülalan ve ark. (2021) balkabağı dilimlerinin -55°C'de dondurarak kurutma, 50, 60 ve 70°C'de konvektif kurutma ve bu yöntemlerin puf kurutma kombinasyonu ile kurutulmasında antioksidan kapasitesi, fenolik içerik, toplam karotenoid ve renk bakımından dondurarak kurutma yönteminin diğer yöntemlere göre daha iyi sonuçlar verdiğini, dondurarak-puf kurutma kombinasyonunun tek başına dondurarak kurutma yöntemine göre kurutma süresini %23 oranında azalttığını bildirmiştir.



## 2.2.4. Sprey Kurutma Yöntemi

Püskürtmeli kurutma yöntemi olarak da bilinen sprej kurutma yöntemi sıvı, yarı sıvı ya da ince pulp halindeki ürünlerin kurutulmasında kullanılır. Püskürtmeli (sprej) kurutma sistemleri temel olarak sıcak hava üretim düzeni, ürünü kurutma hücresine püskürten bir atomizör, kurutma hücresi, toz ürünü ortamdaki uzaklaştırmaya yarayan bir siklon seperatör ve elde edilen toz formdaki son ürünün toplandığı bir ürün toplama kabından oluşur. Sprej kurutma yönteminde temel prensip akışkan ürünlerin, içerisinde sıcak hava bulunan kurutucu hücresine püskürtülmesi sonucu sıcak hava etkisi ile ürünlerdeki fazla suyun buharlaştırılmasıdır (Şekil 4). Kurutma sonucu elde edilen son ürün toz formdadır. Burada kurutucu içerisindeki hava sıcaklığı yaklaşık 150-200°C dolaylarında iken, kuru ürün sıcaklığı 60°C civarındadır. Püskürterek kurutma işlemi 3-10 saniye gibi çok kısa bir sürede sonlanır. Sprej kurutma yöntemi gıda ve eczacılık sektörü başta olmak üzere biyokimyasal ve kimyasal endüstri, hayvan kesimhaneleri, balık endüstrisi ve bazı ahşap ürünlerin yapım aşaması olmak üzere pek çok alanda kullanılmaktadır. Süt tozu üretimi, meyve-sebze suyu tozları eldesi, bitki özlerinin çıkarılması, deterjan sabun gibi temizlik ürünlerinin yapımı, puding tozu eldesi, enkapsüle ürünler, aşı, vitamin ve maya üretimi, hayvan proteini ve kanlarının kurutulması püskürterek kurutma yönteminin kullanım alanlarındandır (Sagar ve Kumar, 2010; İşleroğlu ve ark., 2018). Sprej kurutma yönteminin; kurutma işleminin çok kısa bir sürede sonlanması, elde edilen son ürünlerde parçacık boyutlarının eşit oranda olması, kurutmanın steril bir ortamda gerçekleşmesi, gıda sektöründen eczacılığa kadar çok geniş bir kullanım yelpazesine sahip olması, ürünlerin renk, aroma ve besinsel içeriğinin iyi düzeyde korunması, işletim kolaylığı sunması gibi konularda fayda sağlamaktadır. Buna karşın maliyeti oldukça yüksektir olup, büyük alanlar işgal etmesinden ötürü fabrikasyonunda sıkıntılar yaşanmaktadır (Özdemir ve ark., 2021). Karaça ve ark. (2017) sprej kurutma yöntemi ile dokuz çeşit meyve suyu konsantresini kurutmuş ve elde edilen meyve suyu tozlarının toplam fenolik madde ve antioksidan içeriğinin iyi düzeyde korunduğu bildirmiştir. Can ve ark. (2020) organik çilek özütünü 120-150°C giriş hava sıcaklığında püskürtmeli kurutma yöntemi ile kurutmuş ve sprej kurutma yönteminin organik çilek özütünden toz elde etmek konusunda uygun olduğunu tespit etmiştir.



Şekil 4. Sprej kurutma tekniği şematik gösterimi (Marante ve ark., 2020)

## 2.2.5. Vakumlu Kurutma Yöntemi

Vakumlu kurutma yöntemi ısı hassasiyeti olan materyallerin kurutulmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemde ürünlerden fazla suyun uzaklaştırılması işlemi vakum ortamında gerçekleştirilmekte olup, bir vakum pompası yardımıyla vakum hücresinin içindeki hava çekilerek basınçlı vakum ortamı oluşturulur. Ürünler ısı iletim tekniklerinden (konveksiyon ya da radyasyon) biri ile ısıtılarak bünyesinde bulunan fazla suyun buharlaşması sağlanır. Buharlaşan su, vakum hücresinden dışarı atılır (Alibaş, 2011). Vakumlu kurutma yönteminde uygulanan vakum etkisi ürünlerin kalitesini belirleyen önemli bir parametre olup, vakum etkisinin artırılması kurutulmuş ürünlerin renk, koku, tat, rehidrasyon kapasitesi ve besin içeriği gibi kalite parametrelerinin iyi seviyede korunmasını sağlamaktadır. Konvektif kurutma yöntemi ile kıyaslandığında vakumlu kurutma yönteminde kurutma süresi daha kısa olmaktadır. Bununla ilişkili olarak da bu yöntemde enerji sarfiyatı konvektif kurutmaya nazaran daha düşüktür. Vakumlu kurutma yöntemi söz konusu avantajlarının yanı sıra ilk yatırım maliyetinin pahalı olması gibi bir dezavantaja sahiptir (Alibaş, 2011; Sahin ve ark., 2020). Alibaş (2011) kırmızı şili biberini 50 ve 75°C sıcaklıklarda ve 0.05, 7 ve 13 kPa vakum uygulaması ile altı farklı kurutma deseni ile kurutmuş ve çalışma sonucunda kurutma süresi, enerji tüketimi ve renk parametreleri açısından en iyi kurutma yönteminin 75°C sıcaklıkta 0.05 kPa vakum uygulaması olduğunu bildirmiştir. Sahin ve ark. (2020) buharda ve suda haşlama ön işlemi uyguladıkları enginar dilimlerinin 70°C sıcaklıkta 10, 15 ve 25 kPa vakum uygulaması ile kurutmuş, suda haşlama ön işlemi uygulanan 70°C-15 kPa vakum uygulamasında toplam fenolik içeriğinin üst düzeyde olduğunu bildirmiştir. Quintero ve ark. (2014) kuşburnu meyvelerini 60°C ve 70°C sıcaklıkta konvektif, 35.0 kPa-70°C ve 21.0 kPa-60°C kombinasyonu ile vakumlu kurutma ve aynı sıcaklıklarda kızılötesi kurutma yöntemi ile kurutulmasında taze ürüne en yakın renk değerlerinin 21.0kPa-60°C kombinasyonunu içeren vakumlu kurutma yönteminde ölçüldüğünü bildirmiştir. Özkan

Karabacak (2019) karaçalı pestilinin vakumla kurutulmasında basınç seviyesinin artırılmasıyla kurutma süresinin kısaldığını belirtmiştir. İzli ve ark. (2019) deveci armudu dilimlerini 100-200 W'da mikrodalga ve 200-400 mmHg basınç uygulaması ile mikrodalga vakum kombinasyonu ile kurutmuş ve vakum seviyesinin artması ile enerji tüketiminin azaldığını, kombine kurutulan ürünlerin gözeneklilik boyutu ve dağılımının homojenlik gösterdiğini belirlemiştir.

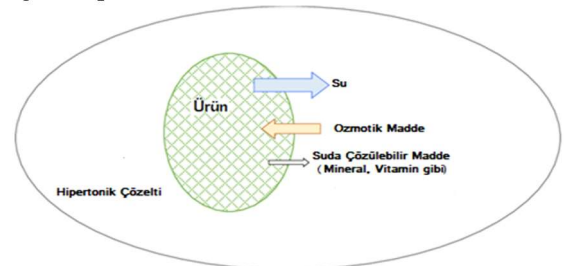
### 2.2.6. Kızılötesi Kurutma Yöntemi

Kızılötesi ışınım ile kurutma yöntemi; kurutma materyalinin üzerine yansıyan kızılötesi ışınımın ısı enerjisine dönüştürülmesi ile fazla suyun üründen uzaklaştırılması olarak tanımlanır. Bu yöntemde kızılötesi ışınlar kurutma materyalini yüzeysel olarak ısıtırken, kurutucu içerisindeki hava ısısını etkilemez. Kızılötesi ışınlar kurutma materyalinin derinliklerine nüfuz etmez. Bu yüzden ince tabaka halindeki ürünlerin kurutulması için uygun bir yöntemdir. Gıdaların kızılötesi ışınlarla kurutulması esnasında 0.5-100 µm dalga boyu kullanımı uygun görülmektedir. Ürünlerin nem yoğunluğu ve ürün kalınlığı oldukça önemli bir parametre olup, kurutma kinetiğini belirleyici bir faktördür. Hububatlar gibi nem içeriği düşük ürünlerin kızılötesi ışınım ile kurutulması sırasında kabukta çatlama, patlama gibi birtakım deformasyonlar meydana gelir (Özkoç, 2010; Aktaş ve ark., 2013; Nozad ve ark., 2016). Bu kurutma yöntemi, işletim kolaylığı sunması, kurutma süresinin kısaldığı, enerji tüketiminin az olması, materyallerin besinsel içeriğinden özellikle vitamin içeriğinin iyi düzeyde korunması, herhangi bir durumda anında müdahale edilebilmesi, ürünlerin ısı ile temasının çok kısa sürede gerçekleşmesi ve ürünlerin homojen kuruması gibi önemli avantajları olması sebebiyle giderek rağbet gören bir kurutma yöntemi haline gelmiştir. Fakat maliyetinin çok yüksek olması, her ürün için uygun bir kurutma yöntemi olmaması ve uzun süre kızılötesi radyasyona maruz kalan materyallerde birtakım kalite kayıplarının meydana gelmesi gibi dezavantajları da söz konusudur. Kızılötesi ışınım ile kurutma yönteminin konveksiyonel ya da mikrodalga kaynaklarla kombinasyonu ile birlikte uygulanması daha uygundur (Salehi ve Kashaninejad, 2018; Amini ve ark., 2021). Küçük ve Doymaz (2019) kamkat dilimlerini 50, 62, 74 ve 88 W'da kızılötesi radyasyon güçlerinde kurutmuş ve kurutma sürelerini sırasıyla; 330, 240, 180 ve 150 dakika olarak belirlemiştir. Çalışmada kızılötesi radyasyon gücünün artırılmasıyla kurutma süresinin kısaldığı bildirilmiştir. Taşkın ve İzli (2017) hurma meyvesini 60, 70 ve 80°C'de kızılötesi kurutucuda kurutmuş olup, kurutucu sıcaklığının artmasıyla kuruma süresinin kısaldığını tespit etmiştir. Kocabiyik ve Tezer (2009) havuç dilimlerini 300, 400 ve 500 W'da kızılötesi radyasyon güçlerinde kurutulmasında kızılötesi radyasyon gücünün artmasıyla kurutma süresi ve özgül enerji tüketiminin azaldığını belirlemiştir. Abbaspour-Gilandeh ve ark. (2021) ultrases, haşlama ve mikrodalga ön işlemleri

uyguladıkları menengiç tohumlarını 50, 60, 70°C sıcaklıklarda konveksiyonel ve 250, 500, 750 W'da kızılötesi radyasyon güçlerinde kızılötesi kurutma yöntemi ile kurutmuş olup, özgül enerji tüketiminin en az olduğu yöntemin mikrodalga ön işlemleri uygulaması ile 750 W'da kızılötesi kurutma yöntemi olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca çalışmada mikrodalga ön işlemleri uygulaması ile kızılötesi kurutma yönteminin kurutma süresini ve enerji tüketimini önemli ölçüde azalttığı belirtilmiştir.

### 2.2.7. Ozmotik Kurutma Yöntemi

Ozmotik kurutma yöntemi dilimlenmiş ya da bütün haldeki meyve ve sebze gibi kurutma materyallerinin hipertonic çözelti içerisinde bir müddet bekletilmesi sonucu fazla suyun üründen uzaklaştırılması olarak ifade edilir. Ozmotik kurutma yönteminde işlem süresinin oldukça uzun olması ozmoz öncesi elektriksel ya da ultrasonik ön işlem uygulanmasını zorunlu kılmaktadır. Meyvelerin ozmotik kurutulmasında genellikle sakkaroz çözeltisi kullanılırken, sebzeler için sodyum klorür ya da sakkaroz sodyum klorür solüsyonları tercih edilir. Ozmotik kurutma işlemi sırasında buharlaşmadan ziyade ozmoz olayı öne çıkmaktadır (Şekil 5). Bu yöntemde ürünlerin nem oranı %25-50 nem düzeyine kadar indirilebildiğinden, literatürde ozmotik dehidrasyon çoğunlukla kurutma öncesi bir ön işlem olarak kabul görmüştür (İçier ve ark., 2013; Çetin, 2021; Uğuz ve Gezici, 2021). İçier ve ark. (2013) ayva dilimlerini ön işlemsiz ozmotik kurutma, ultrases ve elektriksel ön işlem uygulamasının ardından ozmotik kurutma yöntemi ile kurutmuş ve renk, toplam katı madde miktarı, elektriksel iletkenlik, ağırlık azalımı, boyut değişimi ve sıcaklık gibi kalite belirteçleri bakımından en iyi sonuçların ultrason ön işlemleri ozmotik kurutma yönteminde elde edildiğini bildirmiştir. Zou ve ark. (2013) mango meyvesine ozmotik dehidrasyon ön işlemi uygulandıktan sonra puf kurutma yöntemi ile kurutmuş ve ozmotik dehidrasyon ön işlem uygulanan ürünlerde tat, renk ve aroma açısından taze ürüne yakın değerler elde edildiğini saptamıştır. Uğuz ve Gezici (2021) ejder meyvesini ozmotik dehidrasyon ön işlemleri ve ön işlemsiz olarak dondurarak kurutma yöntemi ile kurutmuş olup, kurutma süresi, şeker kazanımı, renk ve doku açısından ozmotik dehidrasyon ön işlemleri dondurarak kurutma yönteminin daha iyi sonuçlar verdiğini tespit etmiştir.



Şekil 5. Ozmotik dehidrasyon (Guiamba, 2016)

### 2.2.8. Köpük Kurutma Yöntemi

Köpük kurutma yöntemi; kurutulmak istenen ürünün sıvı forma dönüştürülmesinin ardından soya proteini, yumurta albümini, gam, süt, yumurta beyazı, gliserol monosakkarit, triklorofosfat gibi stabilizatörler veya ajanlar vasıtası ile köpük haline getirildikten sonra sıcak hava, mikrodalga, vakum ya da dondurarak kurutma yöntemi gibi diğer kurutma yöntemleri ile kurutulmasıdır. Köpük kurutma yöntemi katı, sıvı ve püre formundaki ürünlerin kurutulması için uygundur. Bu yöntemde elde edilen son ürün toz formda olup, kullanılan stabilizatör ya da ajan kurutulmuş ürünlerin kalite parametrelerini ve kurutma kinetiğini önemli ölçüde etkiler. Köpük kurutma yönteminin düşük maliyetli olması, kurutma süresini kısaltması, elde edilen son ürünün raf ömrünün uzun olması, depolama ve nakliye açısından kolaylık sağlaması gibi avantajları söz konusudur. Bununla birlikte köpük formun düşük sıcaklıklarda dahi çok çabuk kuruması besin içeriği kayıplarını minimuma indirir. Geniş yayılım alanına sahip olan köpüklerin sistem çalışma kapasitesini düşürmesi gibi bir dezavantajı vardır (Kadam ve ark., 2012; Varhan ve Koç, 2017; Çınar ve Erafşar, 2018; Dehghannya ve ark., 2019). Kadam ve ark. (2012) domates suyunu yumurta akı, süt ve karboksimetil selüloz ajanları ile köpük hale getirdikten sonra 65, 75 ve 85°C'de sıcak hava ile kurutmuş ve elde edilen domates tozlarının C vitamini, likopen, toplam şeker ve toplam asit açısından en iyi sonuçların karboksimetil selüloz ajanı kullanılarak 85°C'de kurutulan ürünlerden elde edildiğini bildirmiştir. Gupta ve ark. (2021) hünnap meyvesinin yumurta albümini ve maltodekstrin ile sıvılaştırılmasının ardından yüksek devirde çarpıcı kullanılarak köpük hale getirmiş ve 45, 55 ve 65°C'de sıcak hava ile kurutarak hünnap tozu elde etmiştir. Yüksel ve Çalışkan Koç (2020) yumurta akı ile sıvı forma getirdikleri avokado meyvesini mikser yardımıyla köpük forma dönüştürdükten sonra 60, 70, 80°C'de konveksiyonel kurutma fırınında ve 120, 460, 700 W'da mikrodalga kurutma yöntemleri ile kurutarak avokado tozu elde etmiştir. Çalışmada mikrodalga çıkış gücü ve kurutma hava sıcaklığının artmasıyla kuruma süresinin kısaldığı bildirilmiştir. Razali ve ark. (2020) muz püresini peynir altı suyu ve karboksimetil selüloz kullanılarak köpük forma dönüştürdükten sonra 50, 60, 70, 80°C'de konvektif olarak kurutmuş ve köpük yoğunluğu, renk, nem içeriği, çözünürlük açısından en iyi sonuçların 80°C'de elde edildiği sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte çalışmada muzun köpük kurutma yöntemi ile kurutulmasının kurutma süresini geleneksel konvektif kurutma yöntemine göre 3 kat azalttığı bildirilmiştir.

### 2.2.9. Puf Kurutma Yöntemi

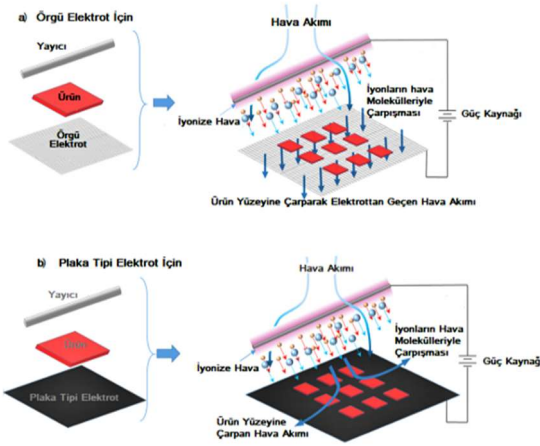
Puf kurutma yönteminde ilk olarak yüksek basınç altında kızgın buhar ya da doymuş buhar gibi yüksek sıcaklıkların tesiri altında kurutma materyalinin dokusu gevşetilerek yumuşak bir hale gelmesi sağlanır. Daha sonra vakum altında fazla su üründen hızlı bir şekilde buharlaştırılır. Dolayısıyla yüksek sıcaklıkta ani basınç düşmesi ilkesine dayanan bir

yöntemdir. Puf edilen kurutma materyallerinde bal peteğini anımsatan gözenekli oluşumlar meydana gelir. Ürünler genellikle 0.1-0.3 MPa hava basıncında ve 80-130°C sıcaklıklarda puf hale getirilmekte olup bu işlem 7-15 dakika sürmektedir. Son yıllarda popülerliği artmaya başlayan puf kurutma yönteminin, ürünlerde koku, tat, renk, görüntü ve besin içeriğinin iyi düzeyde korunması, işletim maliyetinin yüksek olmaması, ürünlerin herhangi bir ön işlemden geçirilmeksizin doğrudan kullanılabilmesi, nakliye ve depolama giderlerinin az olması gibi önemli avantajları söz konusudur. Söz konusu avantajlarından ötürü puf kurutma yönteminin diğer kurutma yöntemlerine göre daha üstün olduğu ve önümüzdeki yıllarda popüleritesinin artacağı ön görülmektedir (Du ve ark., 2013; Köprüalan ve ark., 2019). Du ve ark. (2013) hünnap meyvesinin güneşte ve puf kurutma yöntemi ile kurutulmasında antioksidan, toplam fenolik, vanillik, galial, phidroksibenzoik, p-kumarik asit, ferulik asit açısından en yüksek değerlerin puf kurutma yöntemi ile kurutulmuş ürünlerde elde edildiğini belirtmiştir. Chen ve ark. (2017) karadut meyvesini dondurarak kurutma, konvektif kurutma ve bu kurutma yöntemlerinin puf kurutma ile kombinasyonu ile kurutulmasında siyanidin-3-glukozit, tat, renk ve tekstürün en iyi korunduğu yöntemin dondurarak kurutma-puf kurutma kombinasyonu olduğunu bildirmiştir. Yi ve ark. (2017) papaya, mango ve pitaya meyvelerinin konvektif ve dondurarak kurutma yöntemi ile kurularak ön işlem uygulanmasının ardından puf kurutma yöntemi ile kurutmuş ve dondurarak kurutma ön işlemli puf kurutma yönteminde besinsel içeriğin daha iyi seviyede korunduğunu tespit etmiştir. Zou ve ark. (2013) mango meyvesine ozmotik dehidrasyon ön işlemi uyguladıktan sonra puf kurutma yöntemi ile kurutmuş ve ön işlem uygulanan ürünlerde tat, renk ve aroma açısından taze ürüne yakın değerler elde edildiği saptanmıştır.

### 2.2.10. Elektrohüdrodinamik Kurutma Yöntemi

Elektrohüdrodinamik kurutma yöntemi termal olmayan yenilikçi bir kurutma teknolojisi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu yöntem daha çok ısı hassasiyeti olan ürünlerin kurutulmasında tercih edilir ve kurutulacak ürünler ince tabaka halinde plaka tipi ya da örgü tip bir elektrot üzerine yerleştirilir (Bajgai ve ark., 2006; Yang ve Ding, 2016; Onwude ve ark., 2021; Cao ve ark., 2021). Elektrohüdrodinamik kurutma yönteminde yüksek AC ya da DC gerilimi altında yatay ince bir telden ya da keskin bir elektro iletken iğneden kaynaklanan elektrik boşalması meydana gelmektedir. Daha sonra deşarj elektrodunu terk eden iyonlar metalik ve elektriksel olarak topraklanmış elektrot üzerinde yer alan kurutma materyallerinin yüzeyine çarpmaktadır. Yarı iyonize gaz molekülleri ile birlikte artuk yüklü olmayan moleküller, toplama elektrodu ile deşarj elektrodu arasında çok hızlı bir gaz akışı oluşturarak ürünlerden fazla nemin uzaklaşmasını sağlamaktadır (Şekil 6). Akım, voltaj ve sıcaklık gibi parametreler EHD kurutma kinetiğini önemli ölçüde etkilemektedir. Elektrohüdrodinamik kurutma tekniğinin (EHD)

tasarımı ve kullanımı oldukça kolaydır. İşletim masrafının az olması, kurutma materyallerinden fazla suyun kısa sürede uzaklaşması, ürünlerde renk, görünüş, aroma, besinsel içeriğin iyi seviyede korunması ve kurutulmuş ürünlerde meydana gelen yapısal bozulmaların diğer tekniklere nazaran daha az olması gibi avantajları bulunmaktadır. Henüz yaygın bir kullanıma sahip olmayan bu kurutma tekniğinin kurutma işleminin başlangıcında etkinliği oldukça fazladır. Ancak kurutmanın son evrelerinde aynı etkiyi gösterememektedir. Bu sebeple diğer kurutma yöntemleriyle entegre edilerek uygulanmasının bu kurutma tekniğinin işlevselliğini artıracakı düşünülmektedir (Elmizadeh ve ark., 2018; Kovacı ve ark., 2018; Defreaye ve Martynenko, 2019; Bölek, 2020; Iranshahi ve ark., 2020).



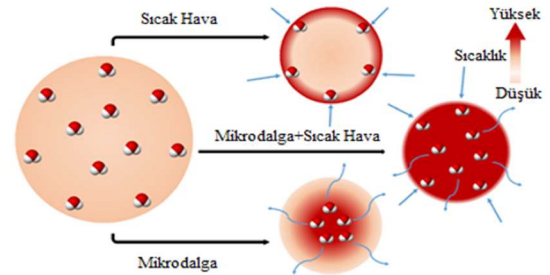
Şekil 6. Elektrohodinamik kurutma yöntemi; a) Örgü tip elektrot için, b) Plaka tipi elektrot için (Iranshahi ve ark., 2020)

Polat ve İzli (2020) kayısı meyvesinin elektrohodinamik kurutma, konvektif kurutma ve bu yöntemlerin kombinasyonu ile kurutulmasında yeniden su çekme kapasitesinin kombine yöntem ile kurutulmuş ürünlerde daha yüksek olduğunu belirlemiştir. Ding ve ark. (2015) havuç dilimlerinin 70°C'de konvektif ve 40°C-35kV'de konvektif-EHD kombinasyonu ile kurutulmuştur. Çalışmada rehidrasyon kapasitesi ve karoten açısından en iyi sonuçların konvektif-EHD kombinasyonunda elde edildiği bildirilmiştir. Bai ve ark. (2012) deniz patlıcanını elektrohodinamik kurutma ve vakumlu dondurarak kurutma ile kombine ettikleri EHD-vakumlu dondurarak kurutma tekniği ile kurutulmuş ve kombine yöntem ile kurutulmuş ürünlerde protein içeriğinin daha iyi korunduğunu ve yeniden su çekme kapasitesinin daha yüksek olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca çalışmada EHD-vakumlu dondurarak kurutma tekniğinin enerji sarfiyatını azalttığı belirlenmiştir. Elmizadeh ve ark. (2018) ayva dilimlerini 5, 7 ve 9 kV'luk üç voltaj seviyesinde elektrohodinamik ve 50, 60, 70°C hava sıcaklıklarında konveksiyonel kurutma fırınında kurutulmuştur. Çalışmada EHD ile kurutulmuş ürünlerde voltaj seviyesinin artmasıyla ürünlerde renk kayıplarının arttığı ve yeniden su çekme kapasitesinin azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca artan voltaj seviyesi ve kurutucu hava sıcaklığının

kurutma süresini kısalttığı bildirilmiştir. Esehaghbeygi ve Karimi (2020) tarafından yürütülen bir çalışmada nane yaprakları 25°C'de gölgede, 13, 14.5 ve 16 kV'luk üç voltaj seviyesinde elektrohodinamik kurutma yöntemi ve 40°C'de sıcak hava sirkülasyonlu (konvektif) fırında kurutulmuştur. Çalışma sonucunda EHD kurutma yönteminin kurutma süresi ve enerji tüketimi bakımından avantaj sağladığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte çalışmada EHD ile kurutulmuş ürünlerin renk parametrelerinin taze ürüne daha yakın olduğu, konvektif kurutma yönteminde ürünlerde esmerleşme reaksiyonlarının meydana geldiği vurgulanmıştır.

## 2.2.11. Hibrit Kurutma Yöntemi

Hibrit kurutma yöntemi mevcut kurutma yöntemlerinin tek başına kullanılması sonucu ortaya çıkan olumsuzlukları aşmak adına geliştirilmiştir. Bu kurutma tekniğinde, farklı yöntemlerin birbiri ile kombine edilerek (mikrodalga-sıcak hava, dondurarak-vakum kurutma, mikrodalga-vakum gibi) hem ürün kalitesi hem de enerji tüketimi bakımından fayda sağlanması amaçlanmaktadır (Şekil 7). Hibrit kurutma yöntemlerinin kurutma süresini kısaltarak enerji tüketimini azalttığı ve besin içeriği, görüntü ve tat açısından daha kaliteli ürünlerin elde edildiği bilinmektedir. Son yıllarda hibrit kurutma yöntemlerinin kullanımı artmaya başlamıştır (Xu ve ark., 2018; Adeleye ve ark., 2020; Guo ve ark., 2021).



Şekil 7. Hibrit kurutmada ısı transferi (Karimi ve ark., 2021)

İncedayı ve ark. (2016) kayısının 90-160 W'da mikrodalga, 50-75°C'de konvektif ve bu yöntemlerin kombinasyonları ile kurutulması sonucunda 50°C-160W hibrit kurutma yöntemi ile kurutulmuş ürünlerde kısa kuruma süresi ile ilişkili olarak karoten içeriğinin daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Sunjka ve ark. (2008) kızılcık meyvesini 100, 125 ve 150 W'da mikrodalga ve 3.4, 18.6, 33.8 kPa basınç uygulamasının kombinasyonu ile kurutulmuş ve çalışmada mikrodalga çıkış gücü ve basınç seviyesinin artırılmasıyla kurutma süresinin kısaltıldığı sonucuna varılmıştır. Zia ve Alibaş (2021) yaban mersini meyvesini 50, 70 ve 90°C'de konvektif, 100, 300 ve 500 W'da mikrodalga kurutma yöntemi ve bu yöntemlerin kombinasyonları ile kurutulmuştur. Çalışmada en kısa kurutma süresi ve enerji tüketiminin 500W-90°C kombine yöntemde, en uzun kurutma süresi ve enerji tüketiminin 50°C'de konvektif kurutma yönteminde ölçüldüğü bulgulanmıştır.



Köprülalan ve ark. (2021) balkabağı dilimlerinin - 55°C’de dondurarak kurutma, 50, 60 ve 70°C’de konvektif kurutma ve bu yöntemlerin puf kurutma kombinasyonu ile kurutulmasında dondurarak-puf kurutma kombinasyonunun tek başına dondurarak kurutma yöntemine göre kurutma süresini %23 oranında azalttığını tespit etmiştir.

sağlayabilir. Çalışmada ele alınan tarımsal ürünler Çizelge 1’de sunulmuştur.

#### 4. SONUÇ

Bu çalışmada tarımsal ürünlerin kurutulmasında yararlanılan kurutma yöntemleri literatür bilgileri doğrultusunda incelenmiştir. Bilinen en ilkel kurutma yöntemleri olan güneşte ve gölgede kurutma, kurutma süresini uzatmasının yanı sıra ürünlerde bir takım deformasyonları ve kalite kayıplarını da beraberinde getirmektedir. Bu sebeple bu kurutma yöntemlerinin yerini güncel kurutma yöntemleri almaya başlamıştır. Tarımsal ürünlerin kurutulmasında hem kurutma süresi hem de ürün kalitesi açısından konvektif (sıcak hava ile), mikrodalga, vakumlu, ozmotik, dondurarak, kızılötesi, sprej, puf, köpük, elektrohidrodinamik ve hibrit kurutma yöntemlerinin güneşte ve gölgede kurutmaya alternatif kurutma yöntemleri olduğu görülmüştür. Tarımsal ürünlerin kurutulmasında güneşte ve gölgede kurutmaya alternatif olarak geliştirilmiş en ekonomik ve yaygın olarak kullanılan kurutma yöntemi konvektif kurutma yöntemi olup, yapılan birçok çalışmada bu yöntemin özellikle bağıl nemin yüksek olduğu yerlerde kurutma süresini uzattığı buna bağlı olarak da enerji tüketiminin fazla olduğu, düşük sıcaklıklarda uzun süre sıcak hava etkisinde kalan ürünlerde kalite kayıplarının meydana geldiği kaydedilmiştir. Bu dezavantajlarının önüne geçmek adına konvektif kurutma yöntemine alternatif olabilecek birçok kurutma yöntemi geliştirilmiştir. Mikrodalga kurutma yöntemi ve vakumlu kurutma yöntemi kurutma süresi ve enerji tüketimi açısından fayda sağlamakla birlikte bu yöntemlerde kurutma materyallerinin kalite parametreleri optimum düzeyde korunmaktadır. Dondurarak kurutma yönteminde besin içeriği diğer kurutma yöntemlerine göre çok daha iyi korunmakta fakat kurutma için çok uzun bir süreç gerektirmektedir. Sprej ve köpük kurutma yöntemi daha çok sıvı formdaki ürünlerin kurutulmasında tercih edilmekte olup besin kalitesi, kurutma süresi ve enerji tüketimi bakımından fayda sağlayan yöntemlerdir. Bununla birlikte puf kurutma yöntemi yeni yeni ilgi görmeye başlamış ve diğer kurutma yöntemlerine göre pek çok üstünlüğü vardır. Kızılötesi kurutma yöntemi ise kızılötesi radyasyon güçlerinin ürünlerin derinliklerine nüfuz edememesinden ötürü ince tabaka ürünlerin kurutulması için uygundur. Bu kapsamda her kurutma yönteminin her ürünün kurutulması için uygun olmadığı görülmektedir. Elektrohidrodinamik kurutma yöntemi henüz yaygın bir kullanıma sahip değildir. Tek başına kullanılması durumunda kurutmanın son evlerinde etkinliği azaldığı için diğer kurutma yöntemleri ile kombine edilmesinin uygun olduğu görülmüştür. Tüm bunlar dikkate alındığında kurutma yöntemlerinin birbiri ile kombine edilerek kullanılması kurutma süresi, enerji tüketimi ve ürünlerin kalite parametreleri açısından avantaj



**Çizelge 1.** Çalışmada ele alınan tarımsal ürünler ve kurutma koşulları

Ürün	Kurutma Koşulu	Uygulama	Referans
Kuzukulağı Yaprağı	Güneş; Mikrodalga	180, 540 ve 900 W	Silbir ve ark., 2015
Kuşburnu	Gölge; Mikrodalga; Konvektif	100, 300, 500, 700 ve 1000 W; 50°C	Günaydın, 2020
Karayemiş	Mikrodalga; Kızılötesi	460, 600 ve 700 W (MD); 200, 300, 400 ve 500 W (KÖ)	Güleç ve Turhan Özdemir, 2017
Börtülce Yaprağı	Güneş	Sıcak Su Ön İşlem	Wasswa ve ark., 2021
Deveci Armudu	Gölge; Konvektif Mikrodalga-Vakumlu	60, 80 ve 100°C 100 ve 200 W; 200-400 mmHg	Alibaş ve ark., 2021 Izli ve ark., 2019
Kırmızı Biber	Güneş; Sera; Gölge; Mikrodalga; Konvektif; Dondurarak	300 ve 600 W; 60 ve 80°C; -55°C	Pinar ve ark., 2021
Sarımsak	Gölge; Güneş; Mikrodalga; Konvektif	800 W; 60°C	Patel ve ark., 2020
Elma	Konvektif	40, 50 ve 60°C	Maysami ve ark., 2020
Nar	Konvektif; Mikrodalga	50, 60 ve 70°C; 270, 450 ve 630 W	Kaveh ve ark., 2021
Böğürtlen, Ahududu, Frenk üzümü	Konvektif; Dondurarak	50, 65 ve 130°C; -80°C	Bustos ve ark., 2018
Kızılıçık	Konvektif Gölgede; Mikrodalga; Konvektif; Hibrit	50, 60 ve 70°C 100, 300 ve 500 W; 50, 70 ve 90°C	Polatoğlu ve Beşe 2017; Demir ve ark., 2019 Zia ve Alibaş, 2021
Goji Berry	Mikrodalga; Vakumlu-Mikrodalga Konvektif	100, 125 ve 150 W; 3.4, 18.6, 33.8 kPa 60°C	Sunjka ve ark., 2008 Niro ve ark., 2017
Vişne	Konvektif; Mikrodalga;	50 ve 70°C; 120 ve 180 W	Horuz ve ark., 2017
Çilek	Konvektif; Mikrodalga; Konvektif-Mikrodalga	50°C; 100 W; 50°C-100 W	Kowalski ve ark., 2016
Kiraz	Konvektif; Mikrodalga-Konvektif	50, 60 ve 70°C; 50°C-90 W, 60°C-90 W, 70°C -90 W	Simsek ve Süfer, 2021
Maydanoz	Güneş; Gölge; Güneş Fırını; Mikrodalga; Konvektif	700 W; 50°C	Alibaş ve ark., 2019
Altın Çilek	Mikrodalga; Konvektif	120 ve 480 W; 70°C	Nawirska-Olszanska ve ark., 2017
Domates	Mikrodalga; Konvektif	140, 210 ve 280 W; 60, 70 ve 80°C	Kutlu ve İşçi, 2016
Havuç	Mikrodalga; Konvektif Kızılötesi Konvektif; Konvektif-Elektrohidrodinamik	0.8-2.95 wg <sup>-1</sup> ; 40-60 °C 300, 400 ve 500 W (KÖ) 70°C; 40°C-35 kV	Behera ve ark., 2021 Kocabiyik ve Tezer, 2009 Ding ve ark., 2015

Karonda	Güneş; Mikrodalga; Dondurarak	800 W; -20°C	Chauhan ve ark., 2015
Alıç	Güneş; Konvektif; Mikrodalga; Dondurarak	60, 80, 100 ve 120°C; 400, 640 ve 800 W; -80°C	Liu ve ark., 2019
<b>Çizelge 1'in devamı</b>			
Karpuz	Konvektif; Dondurarak	70°C; -66°C	Akyıldız ve ark., 2017
Dağ Çileği	Dondurarak; Konvektif	-55°C; 60°C	Çakmak ve ark., 2016
Kurt Üzümü	Güneş; Konvektif; Dondurarak	50 ve 60°C; -30 ve -60°C	Lu ve ark., 2021
Balkabağı	Konvektif; Dondurarak; Puf	50, 60 ve 70°C; -55°C	Köprüalan ve ark., 2021
Çilek Özütü	Sprey	120-150°C	Can ve ark., 2020
Kırmızı Şili Biberi	Vakumlu	50 ve 75°C; 0.05, 7 ve 13 kPa	Alibaş, 2011
Hurma	Kızılötesi	60, 70 ve 80°C	Taşkın ve İzli, 2017
Kamkat	Kızılötesi	50, 62, 74 ve 88 W	Küçük ve Doymaz, 2019
Menengiç	Konvektif; Kızılötesi	50, 60 ve 70°C (K); 250, 500 ve 750 W (KÖ)	Abbaspour-Gilandeh ve ark., 2021
Ayva	Ozmotik	Ultras ve Elektriksel Ön işlem	İcier ve ark., 2013
	Konvektif; Elektrohidrodinamik	50, 60, 70°C; 5, 7, ve 9 kW	Elmizadeh ve ark., 2018
Ejder Meyvesi	Dondurarak; Ozmotik-Dondurarak	-20°C; Sakkaroz Çözeltisi	Uğur ve Gezici, 2021
Hünnap	Güneş; Puf	Yumurta albümini,	Du ve ark., 2013
	Köpük	Maltodekstrin; 45, 55 ve 65°C	Gupta ve ark., 2021
Avakado	Köpük	Yumurta akı 60, 70, 80°C; 120, 460, 700 W	Yüksel ve Çalışkan Koç, 2020
Muz	Köpük	Karboksümetil selüloz 50, 60, 70, 80°C	Razali ve ark., 2020
Nane Yaprağı	Gölge; Konvektif Elektrohidrodinamik	40°C; 13, 14.5 ve 16 kV 90 ve 160 W; 50 ve 75°C;	Esehaghbeygi ve Karimi, 2020
Kayı	Mikrodalga; Konvektif; Mikrodalga-Konvektif	90 W- 50°C, 90 W-75°C, 160 W-50°C ve 160 W- 75°C	İncedayı ve ark., 2016
Yaban Mersini	Konvektif; Mikrodalga; Mikrodalga-Konvektif	50, 70 ve 90°C; 100, 300 ve 500 W	Zia ve Alibaş, 2021

## KAYNAKLAR

- Abbaspour-Gilandeh, Y., Kaveh, M., Fatemi, H., Khalife, E., Witrowa-Rajchert, D. ve Nowacka, M., 2021. Effect of pretreatments on convective and infrared drying kinetics, energy consumption and quality of terebinth. *Applied Sciences*, 11: 7672.
- Adeleye, S.A., Salami, J., Oluwaleye, I.O., Oni, T.O., Akindele, D.O. ve Olukayode, N. E., 2020. Evaluation of the convective drying of banana. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*, 2(8): 1017-1026.
- Adetoro, A.O., Tsige, A.A., Opara, U.L. ve Fawole, O.A., 2020. Mathematical modelling of blanch assisted drying of pomegranate (*punica granatum*) arils in a hot air drier. *Processes*, 8:611.
- Aktaş, M., İlbaş, M., Yalçın, A. ve Şahin, M., 2013. Kızılötesi ışınımla bir kurutucuda kuruma davranışlarının deneysel incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Dergisi*, 28(4): 767-775.
- Akyıldız, A., Polat, S. ve Ağçam, E., 2017. Konveksiyonel ve dondurarak kurutma yöntemlerinin karpuzun bazı kalite özelliklerine etkisi. *GIDA*, 42(2): 169-176.
- Alibas, I., Zia, M.P. ve Yılmaz, A., 2019. The effect of drying methods on color and chlorophyll content of parsley leaves. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7(6): 919-926.
- Alibaş, İ., 2011. Kırmızı şili biberinin vakumla kurutma karakteristikleri. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 7 (4): 429-435.
- Alibaş, İ., 2012. Asma yaprağının (*Vitis vinifera* L.) mikrodalga enerjisiyle kurutulması ve bazı kalite parametrelerinin belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 18(1): 43-53.
- Alibaş, İ. 2015. İnce tabaka mango dilimlerinin mikrodalga tekniği ile kurutulması. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 30(2015): 99-109.
- Alibaş, İ., Yılmaz, A., Günaydın, S. ve Arkain, B., 2021. Kurutma yöntemlerinin deveci armudunun kurutma kinetiği ve renk parametreleri üzerine etkisi. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 9(5):897-908.
- Amini, G., Salehi, F. ve Rasouli, M., 2021. Color changes and drying kinetics modeling of basil seed mucilage during infrared drying process. *Information Processing in Agriculture*, 45:3.
- Bai, Y., Yang, Y. ve Huang, Q., 2012. Combined electrohydrodynamic (EHD) and vacuum freeze drying of sea cucumber. *Drying Technology*, 30 (2012): 1051-1055.
- Bajgai, T.G., Vijaya Raghavan, G.S., Ngadi, M.O. ve Hashinaga, F., 2006. Electrohydrodynamic drying—a concise overview. *Drying Technology*, 24: 905-910.
- Başıyigit, B. ve Karaaslan, M., 2020. Farklı kurutma tekniklerinin keme mantarının (*terfezia boudieri* chatin) özelliklerine etkileri. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 5(3): 239-246.
- Behera, G., Madhumita, M., Aishwarya, J. ve Gayathri, V., 2021. Comparative evaluation of drying kinetics of carrot slices in hot air and microwave drying. *The Journal of Phytopharmacology*, 10(4): 242-248.
- Bölek, S., 2020. Vakum kurutucu ve akışkan yatak kurutucu kullanılarak kurutulmuş avokadoların kuruma kinetikleri ve kalite karakteristiklerinin kıyaslanması. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(4): 814-822.
- Bustos, M.C., Rocha-Parra, D., Sampedro, I., Pascual-Teresa de, S. ve Leon, A.E., 2018. The influence of different air-drying conditions on bioactive compounds and antioxidant activity of berries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66: 2714-2723.
- Calin-Sánchez, Á., Figiel, A., Hernández, F., Melgarejo, P., Lech, K. ve Carbonell-Barrachina, Á., 2012. Chemical composition, antioxidant capacity, and sensory quality of pomegranate (*Punica granatum* L.) arils and rind as affected by drying method. *Food Bioprocess Technology*, 6: 1644-1654.
- Can, S., Göğüş, F. ve Bozkurt, H., 2020. Spray drying of organic strawberry extract. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24(2): 126-139.
- Cao, Z., Ding, C., Zhao, R., Song, Z. ve Chen, H., 2021. Ultrasonic pretreatment-assisted electrohydrodynamic drying of potato slices. *Journal of Food Quality*, 2021.
- Cemeroğlu, B. ve Özkan, M., 2004. Kurutma teknolojisi, meyve sebze işleme teknolojisi. *Bizim Büro Yayınevi*: 479-613, Ankara.
- Chauan, K.J., Mujumdar, A.S., Hawlader, M.N.A., Chou, S.K. ve Ho, J.C., 2015. Batch drying of banana pieces—effect of stepwise change in drying air temperature on drying kinetics and product colour. *Food Research International*, 34: 721-31.
- Chen, Q., Li, Z., Bi, J., Zhou, L., Yi, J. ve Wu, X., 2017. Effect of hybrid drying methods on physicochemical, nutritional and antioxidant properties of dried black mulberry. *LWT-Food Science and Technology*, 80:178-184.
- Cin, M. ve Palazoğlu, T.K., 2019. Investigation of the effect of microwave-vacuum drying on the quality characteristics of rosehips. *1st International / 11th National Food Engineering Congress*, 24 November, Mersin.
- Çakır, M.T., 2015. Güneş enerjisinden yararlanarak tarım ürünlerinin kurutulması. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 1(1): 41-56.
- Çakmak, H., Bozdoğan, N., Turkut, G. M., Kumcuoğlu, S. ve Tavman, Ş., 2016. Dağ çileğinin (*Arbutus Unedo* L.) kuruma kinetiğinin incelenmesi ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *GIDA*, 41(4): 227-234.
- Çetin, N., 2019. Kurutma koşullarının elma ve portakalda renk özelliklerine etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 17: 463-470.
- Çetin, N., 2021. Elma çeşitlerinin kurutulmasında farklı kurutma yöntemlerinin etkisinin belirlenmesi ve yapay zekâ algoritmalarıyla karşılaştırılması. *Doktora tezi*, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Çınar, İ. ve Erafşar, F. K., 2018. Köpük kurutma tekniğinin meyve ve sebze işlemede kullanımı. *Trakya Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19(2):89-100.
- Darıcı, S. ve Şen, S., 2012. Kivi meyvesinin kurutulmasında kurutma havası hızının kurumaya etkisinin incelenmesi. *Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, 13-16 Nisan, İzmir.
- Defraeye, T. ve Martynenko, A., 2019. Electrohydrodynamic drying of multiple food products: Evaluating the potential of emittercollector electrode configurations for upscaling. *Journal of Food Engineering*, 240: 38-42.
- Dehghannya, J., Pourahmad, M., Ghanbarzadeh, B. ve Ghaffari, H., 2019. Heat and mass transfer enhancement during foam-mat drying process of lime juice: impact of convective hot air temperature.

- International Journal of Thermal Sciences*, 135: 30-43.
- Demir, H.U., Atalay, D. ve Erge, H.S., 2019. Kinetics of the changes in bio-active compounds, antioxidant capacity and color of cornelian cherries dried at different temperatures. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 2019(13): 2032-2040.
- Deng, L. Z., Mujumdar, A. S., Zhang, Q., Yang, X. H., Wang, J., Zheng, Z., Gao, Z.J. ve Xiao, H.W., 2017. Chemical and physical pretreatments of fruits and vegetables: Effects on drying characteristics and quality attributes – a comprehensive review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(9): 1408-1432.
- Ding, C., Lu, J. ve Song, Z., 2015. Electrohydrodynamic drying of carrot slices. *Plos One*, 10(4):e0124077.
- Du, L. J., Gao, Q. H., Ji, X. L., Ma, Y. J., Xu, F. Y. ve Wang, M., 2013. Comparison of flavonoids, phenolic acids and antioxidant activity of explosion-puffed and sun-dried jujubes (*Ziziphus jujube* Mill.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(48):11840-11847.
- Elmizadeh, A., Shahedi, M. ve Hamdami, M., 2018. Quality assessment of electrohydrodynamic and hot-air drying of quince slice. *Industrial Crops and Products*, 116 (2018): 35-40.
- Esehaghbeygi, A. ve Karimi, Z., 2020. Electrohydrodynamic, oven and natural drying of mint leaves and effects on the physiochemical indices of the leaves. *Research in Agricultural Engineering*, 66: 81-88.
- Guiamba, I.R., 2016. Nutritional value and quality of processed mango fruits. Doctora thesis, Food and Nutrition Science Department of Biology and Biological Engineering Chalmers University of Technology Gothenburg, Sweden.
- Guo, J., Zheng, L. ve Li, Z., 2021. Microwave drying behavior, energy consumption, and mathematical modeling of sewage sludge in a novel pilot-scale microwave drying system. *Science of the Total Environment*, 777: 146109.
- Gupta, V., Prabhakar, P. K., Gharde, S. vd., 2021. Foam mat drying of jujubes (*Ziziphus mauritiana*) juice: process optimisation, Physico- functional, phenolic content and antioxidant analysis. *Journal of the Institution of Engineers*, A:2021.
- Güleç, F. ve Turhan Özdemir, G.D., 2017. Karayemiş (*Laurocerasus officinalis* Roemer) meyvesinin kuruma karakteristiğinin incelenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6(1): 73-80.
- Günaydın, S., 2020. Mikrodalga, konvektif ve gölgede kurutma yöntemleri kullanılarak kurutulmuş kuşburnu meyvesinin kurutma kinetiği, renk ve besin elementi içeriği açısından incelenmesi. Yüksek lisans tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Gürel, A.E., Ceylan, İ. ve Aktaş, M., 2016. Meyve ve sebzelerin kurutma parametrelerinin incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 4(4): 267-273.
- Horuz, E., Bozkurt, H., Karatas, H. ve Maskan, M., 2017. Effect of hybrid (microwave convectional) and convectional drying on drying kinetics, total phenols, antioxidant capacity, vitamin C, color, and rehydration capacity of sour cherries. *Journal of Food Chemistry*, 230: 295-305.
- Iranshahi, K., Martynenko, A. ve Defraeye, T., 2020. Cutting-down the energy consumption of electrohydrodynamic drying by optimizing mesh collector electrode. *Energy*, 208(2020): 118168.
- Izli, N., Taskin, O., Polat, A. ve Asik, B.B., 2019. Intermittent microwave-vacuum drying effects on pears. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 69(1): 101-108.
- İçier, F., Yıldız, H., Eroğlu, S., Sabancı, S. ve Eroğlu E., 2013. Ayva dilimlerinin ozmotik kurutulmasında elektriksel ve ultrasonik ön işlemlerin etkileri. *Akademik Gıda*, 11(2): 60-69.
- İncedayı, B., Tamer, C. E., Sınır, G. Ö., Suna, S. ve Çopur, Ö. U., 2016. Impact of different drying parameters on color,  $\beta$ -carotene, antioxidant activity and minerals of apricot (*Prunus armeniaca* L.). *Food Science and Technology*, 36(1): 171-178.
- İşleröğlü, H., Türker, İ., Koç, B. ve Tokatlı, M., 2018. Biyoteknolojik materyallerin kurutulması: Püskürtmeli-dondurarak kurutma işlemi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24(7): 1393-1402.
- Kadam, D. M., Wilson, R. A., Kaur, S. ve Manisha., 2012. Influence of foam mat drying on quality of tomato powder. *International Journal of Food Properties*, 15(1): 211-220.
- Kara, N., Baydar, H., Kayaalp, Ö., Boyar, S. ve Bayhan, A. K., 2014. Güneşte ve gölgede kurutmanın çördük otu (*Hyssopus Officinalis* L.) uçucu yağ oranı ve kompozisyonuna etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 18(1): 85-90.
- Karaaslan, S., 2012. Meyve ve sebzelerin mikrodalga destekli kurutma sistemleri ile kurutulması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7 (2):123-129.
- Karaça, A. C., Baflkaya, H., Güzel, Ö. ve M. Mehmet Ak, M. M., 2017. Püskürtmeli kurutma işleminin meyve suyu konsantrasyonunun fenolik madde içeriğine ve antioksidan aktivitesine etkisi. *GIDA*, 42 (3): 297-304.
- Karimi, S., Layeghinia, N. ve Abbasi, H., 2021. Microwave pretreatment followed by associated microwave-hot air drying of *Gundelia tournefortii* L.: drying kinetics, energy consumption and quality characteristics. *Heat and Mass Transfer*, 57(1), 133-146.
- Kaveh, M., Golpour, J., Ghafouri, S. ve Guine, R., 2021. Detemination of drying kinetics, specific energy consumption, shrink and color properties of pomegranate arils submitted to microwave and convective drying. *Open Agriculture*, 6(1): 230.242.
- Koca, I., Üstün, N.S. ve Koyuncu, T., 2009. Effect of drying conditions on antioxidant properties of rosehip fruits (*Rosa canina* sp.). *Asian Journal of Chemistry*, 21(2): 1061-1068.
- Kocabiyik, H. ve Tezer. D., 2009. Drying of carrot slices using infrared radiation. *International Journal of Food Science and Technology*, 44(5): 953-959.
- Kovacı, T., Dikmen, E. ve Şencan Şahin, A., 2018. Kurutma sistemleri, enerji tüketimleri ve ürün kalitesine etkileri ve örnek sistem tasarımı. *Teknik Bilimleri Dergisi*, 8 (2): 25-39.
- Kowalski, S. J., Stasiak, M. ve Szadzin, J., 2016. Microwave and ultrasound enhancement of convective drying of strawberries: Experimental and modeling efficiency. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 103:1065-1074.
- Köprüalan, Ö., Altay, Ö., Bodruk, A. ve Kaymak-Ertekin, F., 2021. Effect of hybrid drying method on physical, textural and antioxidant properties of pumpkin

- chips. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15: 2995–3004.
- Köprüalan, Ö., Bodruk, A. ve Ertekin, F., 2019. Meyve ve sebzelerin patlatmalı puf kurutma yöntemi ile kurutulması. *Akademik Gıda*, 17(1): 81-88.
- Kumar, G.P., Prashanth, N. ve Kumari, B.C., 2011. Fundamentals and applications of lyophilization. *Journal of Advanced Pharmaceutical Research*, 2(4): 157-169.
- Kumar, H.S.P., Radhakrishna, K., Nagawu, P.K. ve Rao, D.V., 2001. Effect of combination drying on the physico-chemical characteristics of carrot and pumpkin. *Journal of Food Processing Preservation*, 25: 447-460.
- Kutlu, N. ve İşçi, A., 2016. Kurutma yöntemlerinin kiraz domatesin kurutma karakteristikleri üzerine etkisi ve matematiksel modellemesi. *GIDA*, 41(4): 197-204.
- Küçük, İ. ve Doymaz, İ. 2019. Experimental and Modeling Investigation of Mass Transfer during Infrared Drying of Kumquat Slices. *Adiyaman University Journal of Science*, 9 (1): 48-65.
- Liu, H., Liu, H., Liu, H., Zhang, X., Hong, Q., Chen, W. ve Zeng, X., 2021. Microwave drying characteristics and drying quality analysis of corn in China. *Processes*, 9: 1511.
- Liu, H., Liu, J., Lv, Z., Yang, W., Zhang, C., Chen, D. ve Jiao, Z., 2019. Effect of dehydration techniques on bioactive compounds in hawthorn slices and their correlations with antioxidant properties. *Journal of Food and Science Technology*, 56(5): 2446-2457.
- Lu, Y., Kong, X., Zhang, J., Guo, C., Qu, Z., Jin, L. ve Wang, H., 2021. Composition changes in lycium ruthenicum fruit dried by different methods. *Frontiers in Nutrition*, 8: 737521.
- Marante, T., Viegas, C., Duarte, I., Macedo, Ane S. ve Fonte, P., 2020. An overview on spray-drying of protein-loaded polymeric nanoparticles for dry powder inhalation. *Pharmaceutics*, 12(11): 1032.
- Marques, L.G., Silveira, A.M. ve Freire, J.T., 2006. Freeze-drying characteristics of tropical fruits. *Drying Technology*, 24: 457–463.
- Maysami, M.A., Sedighi, R. ve Ghaffari, H., 2020. Evaluation of different drying processes by energy consumption in an insulated and not insulated laboratory convection dryer. *Food Research*, 4 (S6): 107-111.
- Morad, M. M., El-Shazly, M. A., Wasfy, K. I. ve ElMaghawry, H. A. M., 2017. Thermal analysis and performance evaluation of a solar tunnel greenhouse dryer for drying peppermint plants. *Renewable Energy*, 101: 992-1004.
- Motevali, A., Minaei, S. ve Khoshtagaza, M.H., 2011. Evaluation of energy consumption in different drying methods. *Energy Conversion and Management*, 52: 1192-1199.
- Nawirska-Olszańska, A., Stępień, B., Biesiada, A., Kolniak-Ostek, J. ve Oziembłowski, M., 2017. Rheological, chemical and physical characteristics of golden berry (*Physalis Peruviana L.*) after convective and microwave drying. *Foods*, 6:60.
- Nozad, M., Khojastehpour, M., Tabasizadeh, M., Azizi, M., Miraei Ashtiani, S.H. ve Salarikia, A., 2016. Characterization of hot-air drying and infrared drying of spearmint (*Mentha spicata L.*) leaves. *Food Measure*, 10: 466-473.
- Niro, S., Fratianni, A., Panfili, G., Falasca, L., Cinquanta, L. ve Rivzi Alam, M.D., 2017. Nutritional evaluation of fresh and dried goji berries cultivated in Italy. *Italy Journal of Food Science*, 29: 2017.
- Onwude, D.I., Iranshahi, K., Defraeye, T. ve Martynenko, A., 2021. Electrohydrodynamic drying: Can we scale-up the technology to make dried fruits and vegetables more nutritious and appealing? *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 1-31.
- Özbay Doğu, S. ve Sariçoban, C., 2015. Et kurutma teknolojisi ve dünyada tüketilen bazı kurutulmuş et ürünleri. *Gıda ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, 1(3): 109-123.
- Özdemir, E.E., Görgüç, A., Gençdağ, E. ve Yılmaz, F.M., 2021. Püskürtmeli kurutma ve dondurarak kurutma yöntemlerinin temelleri ve bu yöntemler ile gıda atıklarından toz ürünlerin üretimi. *GIDA*, 46(3): 583-607.
- Özkan Karabacak, A., 2019. Effects of different drying methods on drying characteristics, colour and in vitro bioaccessibility of phenolics and antioxidant capacity of blackthorn pestil (leather). *Heat and Mass Transfer*, 55(10): 2739-2750.
- Özkoç, S.S., 2010. Kızılötesi ve kızılötesi-kombinasyon ısıtma teknolojilerinin gıda işleme uygulamalarında kullanımı. *GIDA*, 35 (3): 211-218.
- Patel, S.K., Gupta, A. ve Chakraborty, S., 2020. Quality assessment of differently dried garlic (*Allium Sativum L.*) and storage studies of garlic powder with different packaging conditions. *International Journal of Chemical Studies*, 8(5): 1273-1278.
- Pinar, H., Çetin, N., Cifci, B., Karaman, K. ve Kaplan, M., 2021. Biochemical composition, drying kinetics and chromatic parameters of red pepper as affected by cultivars and drying methods. *Journal of Food Composition and Analysis*, 102(2021): 103976.
- Polat, A. ve Izli, N., 2020. Determination of drying kinetics and quality parameters for drying apricot cubes with electrohydrodynamic, hot air and combined electrohydrodynamic-hot air drying methods. *Drying Technology*, 1-16.
- Polatoğlu, B. ve Beşe, A.V., 2017. Convective drying of cornelian cherry fruits (*Cornus mas.L.*): drying kinetics and degradation of vitamin C. *Omer Halisdemir University Journal of Engineering Sciences*, 6(2): 406-414.
- Quintero Ruiz, N.A., Demarchi, S.M. ve Giner, S.A., 2014. Effect of hot air, vacuum and infrared drying methods on quality of rose hip (*Rosa rubiginosa*) leathers. *International Journal of Food Science and Technology*, 49: 1799-1804.
- Ratti, C. 2001., Hot air and freeze drying of high value foods: a review. *Journal of Food Engineering*, 49: 311-319.
- Razali, S. A., Mohd Nor, M. Z. ve Anuar, M. S., 2020. Banana production via foam mat drying. *Advances in Agricultural and Food Research Journal*, 1:2.
- Russo, P., Adiletta, G. ve Di Matteo, M., 2013. The influence of drying air temperature on the physical properties of dried and rehydrated eggplant. *Journal of Food and Bioproducts Processing*, 91(3): 249-256.
- Sadikoğlu, H. ve Özdemir, M., 2003. Dondurarak kurutma teknolojisi ve evreleri. *GIDA*, 28: 6.
- Sagar, V. R. ve Kumar, S. K., 2010. Recent advances in drying and dehydration of fruits and vegetables: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 47: 15-26.
- Sahin, K.G., Özcan-Sinir, G., Durmus, F. ve Copur, O.U., 2020. Ön işlemlerin ve vakum kurutma yönteminin enginar (*Cynara cardunculus var. Scolymus L.*) dilimlerinde kurutma karakteristikleri, toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan kapasite üzerine etkisi. *GIDA*, 45(4): 699-709.



- Salehi, F. ve Kashaninejad, M., 2018. Modeling of moisture loss kinetics and color changes in the surface of lemon slice during the combined infrared-vacuum drying. *Information Processing in Agriculture*, 5(4): 516-523.
- Silbir, M. S., Bozkur, H., Ergün, A.R., Baysal, T., Göksungur, Y. ve İçier, F., 2015. Kuzukulağı yapraklarının mikrodalgada ve güneşte kurutulması. *Pamukkale Gıda Sempozyumu III: "Kurutulmuş ve Yarı Kurutulmuş Gıdalar"* Denizli, Türkiye, 1:169.
- Simsek, M. ve Süfer, Ö., 2021. Influence of different pretreatments on hot air and microwave-hot air combined drying of white sweet cherry. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 9(6): 1172-1179.
- Srinivasa Reddy, I.V., 2020. Preservation of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) by sun drying and dehydration, *Indian Journal of Pure & Applied Biosciences*, 7(5): 563-566.
- Sunjka, P.S., Orsat, V. ve Raghavan, G.S.V., 2008. Microwave/vacuum drying of Cranberries (*Vaccinium macrocarpon*). *American Journal of Food Technology*, 3(2): 100-108.
- Szadzinska, J., Lechtanska, J., Kowalski, S. J. ve Stasiak, M., 2017. The effect of high power airborne ultrasound and microwaves on convective drying effectiveness and quality of green pepper. *Ultrason Sonochem*, 34: 531-539.
- Taşkın, O. ve İzli, N., 2017. Kızılötesi kurutucu ile hurmanın kurutulması ve matematiksel modellenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34 (Ek Sayı): 10-15.
- Toğrul, H., 2006. Suitable drying model for infrared drying of carrot. *Journal of Food Engineering*, 77: 610-619.
- Top, V., Tontul, İ. ve Türker, S., 2019. Use of solar energy assisted drying methods in the food industry. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7(8): 1100-1112.
- Turan, A. ve İslam, A., 2019. Fındığın geleneksel ve suni kurutulması arasındaki hasat sonrası farklılıkları. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(11): 1766-1772.
- Uğuz, M. T. ve Gezici, A., 2021. Ejder meyvesinin ozmotik dehidrasyonu ve kuruma özelliklerinin değerlendirilmesi. *OKU Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(2): 149-157.
- Varhan, E. ve Koç, M., 2017. Köpük kurutma yöntemi ile gıdaların kurutulması. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(6): 637-645.
- Wasswa, M.S., Fungo, R., Kaaya, A., Byarugaba, R. ve Muyonga J.H., 2021. Influence of sun drying and a combination of boiling and sun drying on the retention of nutrients and bioactive compounds in cowpea (*Vigna unguiculata* (L). Walp) leaves. *African Journal of Biological Sciences*, 3(3): 48-58.
- Xu, W., Song, C., Li, Z., Song, F., Hu, S., Li, J., Zhu, G. ve Vijaya Raghavan, G. S., 2018. Temperature gradient control during microwave combined with hot air drying. *Biosystems Engineering*, 169: 175-187.
- Yağcıoğlu, A., 1999. *Tarım Ürünleri Kurutma Tekniği*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 536, İzmir.
- Yang, M. ve Ding, C., 2016. Electrohydrodynamic (EHD) drying of the Chinese wolfberry fruits. *SpringerPlus*, 5:909.
- Yi, J.Y., Lyu, J., Bi, J.F., Zhou, L.Y. ve Zhou, M., 2017. Hot air drying and freeze drying pretreatments coupled to explosion puffing drying in terms of quality attributes of mango, pitaya, and papaya fruit chips. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(6): 1-10.
- Yüksel, A.N.T. ve Çalışkan Koç, G., 2020. Hot-air and microwave-assisted foam-mat drying of avocado. *Theory and Research in Engineering*, 369.
- Zia, M. P. ve Alibas, I., 2021. Influence of the drying methods on color, vitamin C, anthocyanin, phenolic compounds, antioxidant activity, and in vitro bioaccessibility of blueberry fruits. *Food Bioscience*, 42(2): 1-11.
- Zia, M. P. ve Alibas, I., 2021. The effect of different drying techniques on color parameters, ascorbic acid content, anthocyanin and antioxidant capacities of cornelian cherry. *Food Chemistry*, 364: 130358.
- Zou, K., Teng, J., Huang, L., Dai, X. ve Wei, B., 2013. Effect of osmotic pretreatment on quality of mango chips by explosion puffing drying. *LWT - Food Science and Technology*, 51(1): 253-259.



## **Response of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) to Planting Rate and Row Spacing in a High Altitude Environment**

Araştırma Makalesi/Research Article

Fırat SEFAOĞLU<sup>1</sup> Hakan OZER<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kastamonu University, Genetic and Bioengineering Department, 37150 Kastamonu, Turkey

<sup>2</sup>Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, 25240, Erzurum – Turkey

\* Corresponding Author: [fsefaoglu@kastamonu.edu.tr](mailto:fsefaoglu@kastamonu.edu.tr)

Fırat SEFAOĞLU ORCID ID: 0000-0002-8485-6564, Hakan OZER ORCID ID: 0000-0002-8788-1597

### **Yayın Bilgisi**

Geliş Tarihi: 20.03.2022

Revizyon Tarihi: 21.03.2022

Kabul Tarihi: 23.03.2022

doi:10.55257/ethabd.1090609

### **Keywords**

planting rate, row spacing, Safflower, seed yield.

### **Anahtar Kelimeler**

Soybean, apical dominance, pruning, branching, yield

### **Abstract**

Safflower (*Carthamus tinctorius* L.), has the potential to be an important oilseed crop in Eastern Anatolia, Turkey. In this region with a semi-arid climate, there is no scientific study about row spacing and planting rate in safflower. Therefore, this study was conducted to investigate the effects of row spacing and planting rate on yield and agronomic properties of safflower cultivars (Dinçer and Yenice) in dry conditions, in the years 2013 and 2014. Three different row spacings (20, 40 and 60 cm) and planting rates (20, 40 and 60 kg ha<sup>-1</sup>) were tested. In both study years, it was determined that seeding rate, row spacing and cultivars have significant effects on plant growth, yield and yield components. The cultivars responded similarly to both treatments that row spacing and planting norm in terms of seed yield in both research years. It was determined that the examined plant characteristics were significantly affected by the treatments, and the oil concentration, seed, and oil yield increased with increased row spacing and planting rate. The results obtained from this study emphasize the importance of the choice of suitable row spacing and planting rate in safflower production in semi-arid environments and the seed yield in safflower could be increased by narrow planting (i.e.the 20 and 40 cm row spacings with 60 kg ha<sup>-1</sup>planting rate).

### **Kuru Koşullarda Farklı Ekim Normları ve Sıra Arası Mesafelerin Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Bitkisinin Verim ve Verim Unsurları Üzerine Etkisi**

### **Özet**

Aspir (*Carthamus tinctorius* L.), Türkiye'nin doğusunda, önemli bir yağlı tohum bitkisi olma potansiyeline sahiptir. Bu bölgede aspir yetiştiriciliğinde sıra arası ve ekim normu hakkında sınırlı sayıda bilgi bulunmaktadır. Bu nedenle, çalışma 2013- 2014 yıllarında kuru şartlarda sıra arası ve ekim normunun aspir (Dinçer ve Yenice) çeşitlerinin verimi ve agronomik özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmak amacıyla yürütülmüştür. Üç farklı sıra arası mesafe (20, 40 ve 60 cm) ve üç farklı ekim normu (20, 40 ve 60 kg ha<sup>-1</sup>) test edilmiştir. Her iki araştırma yılında bitki büyümesi, verim ve verim bileşenleri üzerinde ekim normu, sıra arası ve çeşitlerin önemli etkileri olduğu belirlenmiştir. Çeşitler her iki araştırma yılında tohum verimi bakımından sıra arası ve ekim normu uygulamalarına benzer şekilde tepki vermişlerdir. İncelenen özelliklerin uygulamalardan önemli derecede etkilendiği, yağ oranı, tohum ve yağ veriminin sıra aralığı ve artan ekim normuna paralel olarak arttığı belirlenmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlar, yarı kurak iklimde sahip ekolojilerde, kuru şartlarda aspir bitkisinde uygun sıra arası ve ekim normu uygulamalarının önemini vurgulamaktadır. İncelenen karakterler üzerine 40 cm sıra aralığı, 60 kg ha<sup>-1</sup> ekim normu daha iyi sonuçlar üretmiş ve aspirde tohum veriminin sık ekim uygulamasıyla artırılacağı görülmüştür.

## 1. INTRODUCTION

Due to irregular and low precipitation in semi-arid regions, the plant numbers that can be economically produced is very limited (Flagella et al. 2002, Reddy et al. 2003). One of the most important crops to be grown under these conditions is safflower. Safflower has increasing importance as an oil plant due to its high drought resistance, adaptability to various soil conditions, being suitable for agricultural mechanization and low input costs (Cosge and Kaya 2008).

Although safflower has a wide production potential, it is acknowledged in some regions and grown by traditional methods. To contribute to the production, studies should be carried out to increase the cultivation area and yield of safflower plant, which can be an important potential among oilseed plants. In our country, safflower has not an important place in the cultivation and production of oilseed plants. The reasons for this situation are inappropriate agronomic applications and using low yield and oil content varieties, marketing, evaluation, and organization problems.

Plant density may affect both vegetative and generative development in cultivated plants and it varies significantly according to environmental conditions and production systems (Jajarmi et al. 2014). Many factors can affect the yield of the safflower plant. The most important of these factors are row spacing and planting rate. As in other plants, the optimum seeding rate or plant density is the key points for high yield and quality products in safflower. The planting of high-yielded varieties under suitable climatic conditions and appropriate agronomic practices are the basis for obtaining high yield per unit area. It is known that using appropriate row spacing and seed amount, the plants develop better, and the branch numbers, heads and the seed numbers per head increase (Umrani et al. 1984). Studies have shown that row spacing and planting norm significantly affect the seed and oil yield of safflower. Weiss (1983) reported that the planting frequency may vary according to the variety used in the safflower plant. Small-grained plants such as safflower are planted lower seeding rate than in the past. In lower rates of sowings, it is expected to be more branches, a long flowering period, and late crop maturity, also there will be an increasing demand for water and nutrients in the soil, especially in dry conditions. Therefore, the response of the plants to plant density varies depending on the soil moisture content. But, safflower can tolerate water and nutrient deficiencies due to the deep root system that enables nutrients and moisture to be utilized. According to a study, has been conducted to evaluate the suitable plant spacings for safflower under different ecological conditions and it has been detected that the suitable row spacings were 15-23 cm for high seed yield (Weiss 2000). Naderi et al. (2015) determined that the distance between the rows significantly affects the yield in safflower and the narrower row spacing is more suitable for yield. Masoume et al. (2011) tried four different row spacings and they obtained the

highest seed yield (1214 kg da<sup>-1</sup>), the head number (12,18), the number of seed per head (24.3) from 30 cm row spacing. In another study conducted in Iran, it was reported that the seed yield may be affected depending on changing of row spacing and the highest yield was obtained from 15 cm row spacing (Modammadi and Karimizadeh 2013). Similar to row spacing, it is essential to determine the ideal plant density per unit area to obtain the maximum yield. Plant density is an important factor to regulate the microenvironment in the safflower cultivation area and it can affect seed yield and oil ratio.

Optimization of this factor positively affects the nutrient absorption and light exposure of plants, resulting in high yields. The increase in seed yield depends on the high number of plants per m<sup>2</sup>. Moatshe et al. (2016) demonstrated that increasing plant density from 62,500 to 100,000 plants per hectare, increased the seed yield significantly. In many studies, it was stated that dense planting increases yield (Amoughein et al. 2012b, Vagdar et al. 2014). Berglund et al. (1998), plant density is too low, causes to increasing of weed competition, Emongor et al. (2013) showed that as increase the plant density seed yield significantly decreased. Elfadl et al. (2009) stated that plant density had no important effect on seed yield, oil rate and yield. Abd El-Mohsen and Mahmoud (2013), reported that the highest yield was determined in the highest plant density sites (200,000 plants ha<sup>-1</sup>) in different ecological conditions. Some studies showed that varieties have different responses to inter row spacing and sowing density (Omidi et al. 2009, Mohamadzadeh et al. 2011, Omidi et al. 2012, Sharif Moghaddasi and Omidi 2016, Uke et al. 2017).

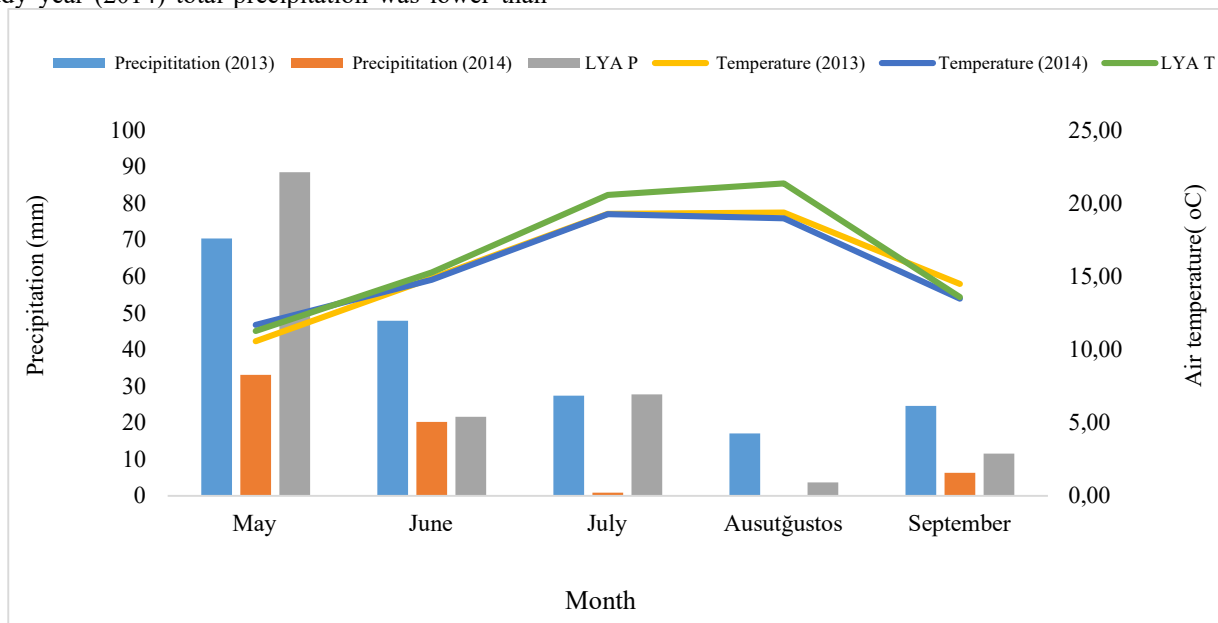
Safflower is a new plant for the Eastern Anatolia region of Turkey. It is important to determine the suitable variety, appropriate seeding rate, and planting norms for commercial production in the region. The region where the research was conducted shows semi-arid climate characteristics that has low precipitation in summer period. Therefore, to optimize safflower yield in low rainfall areas, a balance should be maintained between the amount of vegetative growth and soil moisture. In this study, it was aimed to evaluate the suitable row spacing and planting rate for yield and agronomic characters of safflower varieties in dry conditions and to determine the optimal row spacing and seeding rate in safflower production.

## 2. MATERIAL AND METHODS

This research was carried out in 2013-2014 in Erzurum province (1663 m altitude, 41° 67' east longitude, and 39° 97' north latitude) located in the Eastern Anatolia Region of Turkey, characterized by semi-arid climate. Terrestrial climatic conditions are observed in the region and the autumn, summer and spring seasons are short whereas the winter period is long. In this region, plant diversity and yield is restricted by semi-arid climatic conditions and the short vegetation period. The fact that the safflower plant is more resistant to low precipitation and temperatures than other plants make it possible to grow this plant in the region.

The meteorological data of the study area are given in Figure 1. In the first study year (2013), the total precipitation value (60.4 mm) was lower than the long-term average (187.5 mm), the monthly average temperature (3.1 °C) was the same as the long-term average and the relative humidity (38.6%) was lower than the long-term average (52.6%). In the second study year (2014) total precipitation was lower than

the long-term average, higher than the first year. However, the monthly temperature and relative humidity values of 2014 were higher than both 2013 and the long-term average. In the period between May and September, which is the active growth period of field crops, temperatures were close to each other in both years.



**Figure 1.** Some important climate data of the study area for long-term average and 2013-2014.

Before planting, soil samples were taken from the experimental areas and some soil chemical and physical characteristics were analyzed in these samples. According to the soil analysis results, the soil texture was clay loam, the pH values varied between 7.25 and 7.71. The lime content varied between 0.96% to 3.10%, the available phosphorus was 3.62-3.92 kg da-1, the potassium was 82-101 kg da-1, and the organic matter contents were 1.49-1.70%. Accordingly, the soil of the study site is moderately alkaline, low in phosphorus, medium in organic matter, and sufficient in terms of potassium (Sezen 1995).

The study was conducted in the Randomized Complete Blocks design with 4 replications. In the study, 2 varieties (Dinçer and Yenice), three different row spacing (20, 40 and 60 cm) and three different seeding rate (20, 40 and 60 kg ha-1) were examined. The varieties were the main plots, row spacing subplots, and seeding rate sub-sub plots. Sowing was done on 13 May 2013 and 18 May 2014 with a plot seeder. For fertilization, 40 kg ha-1 Triple superphosphate (46% P2O5) and 60 kg ha-1 ammonium sulfate (21% N) were applied to the experimental area. Each plot had 4 rows with 5 m length. There was 1 m space between the plots and 2 m between the blocks. The harvest was made on September 20 in 2013, and in 2014, it was delayed to September 7, due to rainfall in the last week of September. In the harvest, one row from the edges of each plot and 50 cm from each head were evaluated as edge effect and 2 rows in the middle of the plots were

harvested. After the harvest, the plants were dried and the seeds were separated by threshing machine.

The two-year data obtained from the research were subjected to variance analysis with JMP 5.0.1 (SAS Institute 2002) package program based on Randomized Complete Block Design. The significant differences between the treatments were compared and grouped according to Duncan Multiple Comparison Test.

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

In this study, the impacts of different row spacing and seeding rates on yield, and yield components and the variance analysis results are given in Table 1.

There was a significant difference ( $p < 0.01$ ) between the years in terms of the examined characters in the study (Table 1). Although the year 2013 was drier and cooler than 2014 and more rainfall was recorded in the second year, the distribution of precipitation was irregular (Table 2). Most probably irregular rainfall and high temperature in 2014 negatively affected the growth of safflower plants.

**Table 1.** Variance analysis results of yield and yield components of safflower cultivars grown in different row spacings and different planting rate treatments.

Variation Sources	DF	Plant Height (cm)	Branch Number (no plant <sup>-1</sup> )	Head Number (cm)	Head Diameter (cm)	Seed Numb. (no plant <sup>-1</sup> )	1000 Seed Weight (g)	Seed Yield (kg ha <sup>-1</sup> )	Seed oil Concentration (g kg <sup>-1</sup> )	Oil Yield (kg ha <sup>-1</sup> )
Year (Y)	1	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Cultivar (C)	1	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Row spacings (RS)	2	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Planting rate (PR)	2	**	**	**	**	**	**	*	*	**
ÇxY	1	**	**	**	ns	ns	**	**	**	ns
ÇxRS	2	**	**	**	ns	**	**	ns	ns	ns
ÇxPR	2	ns	Ns	**	ns	ns	**	ns	ns	ns
YxRS	2	**	**	**	ns	**	**	ns	ns	*
YxPR	2	**	**	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns
RSxPR	4	**	*	ns	**	ns	**	ns	ns	ns
CxYxRS	2	**	**	**	**	**	**	**	**	**
YxRSxPR	4	**	Ns	**	ns	**	**	ns	ns	ns
CxRSxPR	4	**	Ns	**	ns	**	**	ns	ns	ns
CxYxPR	2	**	Ns	**	ns	ns	**	ns	ns	ns
CxYxRSxPR	4	**	Ns	Ns	ns	**	ns	ns	ns	ns

In this study conducted under field conditions as a two-year study, except the interaction of cultivar x seeding rate, the effect of all treatments and all other interactions on plant height was significant (Table 1). Plant height was significantly longer in the early year than in the other study year. In both study years, the average plant height of Yenice cultivar was longer than Dinçer cultivar (Table 2). It was determined that the difference between varieties was less in the first study year. The effects of planting rate treatments on plant height have changed according to years and varieties. Due to the increase of row spacings, the plant height has increased. However, this increase was more in the Yenice cultivar (Table 1). In the first year, plant heights at 20 and 40 cm row spacings were very close to each other, while a significant increase was found in the increasing planting distances in the second study year (Table 1). This difference in plant height can probably result from the different climatic conditions in study years. Plant height was higher in the first study year that the rainfall distribution was regular in the growing season, and the reason of the lower plant height in the second study year probably related to irregular rainfall distribution, although rainfall was higher (Figure 1).

Plant height varied significantly in both study years depending on row spacing and planting rate. According to the results in Table 2, the highest plant height was obtained at 60 cm row spacing and 60 kg

ha<sup>-1</sup> planting rate treatments, and the shortest plant height was obtained from 20 cm sowing width and 20 kg ha<sup>-1</sup> seeding rate treatments in both study years. In both years, due to the increasing row spacing and seeding rate, plant height increased, the height was 3.47 cm higher in the second year compared to the first year. The increasing number of plants per unit area decreases the development of side branches and causes the plants to show vertical growth and ultimately the plant to be taller. Sharif Moghaddasi and Omidi (2016) reported that reduced sowing rate will result in reduced competition between plants, development of the root system, and better utilization of nutrients in the soil. Similarly, Uke et al. (2017) stated in their study that plant height values increased in parallel with the increase in plant density and planting rate.



**Table 2.** The results of plant height, branch number and head number of safflower cultivars grown at different row spacing and planting rates

Treatments	Plant height (cm)			Branch number			Head number		
	2013	2014	Mean	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.
Cultivars									
Dinçer	71,3b	55,30b	63.27b	5,08	3,52a	4.28a	6.6a	4.7a	5.7a
Yenice	79,2a	61,40a	70.27 a	5,05	3,08b	4.08b	6.4b	3.5 b	5.0b
Mean	75.2	58.3	66.8	5,07	3,30	4,18	6.5a	4.1b	5.4
Row spacings									
20	74,1c	55,7c	64.9c	4,57c	2,51	3.54c	5.5c	3.7c	4.6c
40	74,2b	58,5b	66.3b	5,01b	2,96	3.98b	6.4b	3.9b	5.2b
60	78,4a	60,9a	69.6a	5,61a	4,44	5.02a	7.6a	4.8a	6.2a
Mean	75.5	58.4	67.0	5,06	3,30	4,20	6.5	4.1	5.3
Planting rate									
2	73,1c	54,7c	63.9c	5,85a	3,61	4.73a	7.1 a	4.7a	5.9a
4	75,1b	58,2b	66.7b	4,94b	3,27	4.10b	6.4b	4.1b	5.3b
6	77,4a	62,2a	69.8a	4,40c	3,03	3.71c	6.1c	3.6c	4.8c
Mean	75.2	58.4	66.8	5,10	3,30	4,20	6.5	4.1	5.3

\*Significant at %5' level (P<0.05); \*\*significant at %1 (P<0.01). The difference between the averages shown in different letters is significant.

The number of branches was significantly ( $p < 0.01$ ) affected by all interactions except year, cultivar, row spacing, planting rate treatments and planting rate x cultivar interaction (Table 1). According to the average of the treatments, the number of branches was different in study years, and in the first study year branch number was higher than the rainfall showed a regular distribution. The average branch number of the cultivars varied in study years and branch number was higher in Dinçer cultivar in both study years (Table 2). Varieties reacted differently in terms of the branch number. Depending on the increase in row spacing, the branch number increased in both years, but this increase was more irregular in 2014. This situation, which occurs at row spacings, has also been detected in planting rate treatment. The highest and lowest branch number was determined in the 20 and 60 kg ha<sup>-1</sup> seeding rate treatments, respectively. Depending on the increase in the planting rate in each of the row spacing, the branch number decreased and this decrease was more pronounced in the 60 kg ha<sup>-1</sup> planting rate. It was observed that the competition between plants decreased due to the decrease in the planting rate and the less plant number per unit area. It was also reported that in lower planting rates, plants receive maximum sunlight for photosynthesis, producing healthy plants, and as a result, the biomass and the branch number of the plants' increase (Oad et al. 2002). Some studies showed that the branch number in lower planting rates or wider rows was high (Amoughein et al. 2012a, Sharif Maghaddasi and Omidi 2016).

The head number per plant, is one of the factors that directly affect the yield, and it was showed difference in study years and cultivars. In the first study year, branch number and head number per plant were higher. The difference between the study years

was significant at 1% level (Table 1). The highest head number was obtained from Dinçer cultivar in both study years. The head number of the varieties were varied depending on the years. As the row spacing wider in both cultivars and in study years, the head number increased. In the first year and in the Yenice cultivar there was a significant increase depending on row spacing. Depending on the increase in the planting rate, the number of head decreased, it was the lowest in the 60 kg ha<sup>-1</sup> planting rate and the highest in the 20 kg ha<sup>-1</sup> seeding rate treatment plots. Increasing seeding rate increases the seed number per unit area and causes a decrease in the branch number. Since the safflower plant forms a head at the top of each branch, the number of the head decreases as the branch number decreases (Weiss 2000). Some researchers reported that the head number decreased due to the increase in the seeding rate (Emami et al. 2011, Sharif Moghaddasi and Omidi 2016, Uke et al. 2017).

In safflower, head diameter is one of the most important yield components. For this reason, it is desired that the head diameter should be large. Head diameter varies depending on the variety, sowing width and planting rate (Naghavi 2012). In our study, the Yenice cultivar had the highest head diameter value (Table 2) and the difference between the cultivars was statistically significant at the  $p < 0.01$  level (Table 1). Head diameter values were measured as 1.72 cm in the first study year and 1.57 cm in the second year and this difference was statistically significant ( $p < 0.01$ ) (Table 1). In the first study year, warmer weather and suitable rainfall during the flowering period may have been caused the head diameter to be large. Uslu et al. (2002) reported that the low temperature and humidity during the flowering period, the temperature, and drought in the stem period will cause differences in the head diameter. In our

study, head diameter values differed depending on the row spacing and planting rates. It was observed that the head diameter increased due to the increasing of the row spacing. Head diameter values decreased significantly at all row spacing due to the increase in sowing density. The response to the planting rate, depending on the row spacings caused the inter-row x sowing norm interaction to be significant in terms of the head diameter. The reduction of seeding rate decreases the plant number per unit area, decreasing the competition between plants and the plants develop better and the head diameter increases (Sharif Mogdaddasi and Omid 2016).

According to the variance analysis results, the effect of year, cultivar, row spacing, planting rate treatments, year x row spacing, and row spacing x cultivar interactions on the seed number per head was significant (Table 1). The highest seed number per head was obtained in the first study year, and it showed variation in the cultivars (Table 3). The highest seed number per head was determined in the Dinçer cultivar. Due to the differences arising from the

genetic structure of safflower varieties grown under the same ecological conditions, the seed number per head may differ. As a matter of fact, this situation was demonstrated in previous studies (Çalışkan and Çalışkan 2018). In this study, the highest seed number per head was obtained from 60 cm row spacings, it was the same in both study years. The seed number increased depending on the increase in the row spacings. The fact that the response of the safflower plant to the row spacing was different in study years caused the year x row spacing to be significant. The increases in the planting rates caused a significant change in the seed number per head, and the seed number per head was higher in 20 kg ha<sup>-1</sup> treatments (Table 3). Depending on the increase in row spacings, the seed number per head increased in both varieties, but this increase was more pronounced in the Yenice cultivar (Table 3). That high plant density decreases the number of seed per plant by increasing water consumption and causing water deficiency in the post-flowering period.

**Table 3.** The results of table diameter, head number per plant, seed number per head and 1000 seed weight of safflower cultivars grown at different row spacing and planting rates

Treatments	Head diameter (cm)			Seed number per head			1000 seed weight (g)		
	2013	2014	Mean	2013	2014	Mean	2013	2014	Mean
Dinçer	1.70b	1.55b	1.60 b	23.9a	22.1a	23.0a	44.8a	39.2a	42.0a
Yenice	1.73a	1.59a	1.66a	22.1b	20.2	22.2b	41.6b	31.2b	36.4b
Mean	1.72	1.57	1.63	23.0	21.2	22.6	43.2	35.2	39.2
Row spacings									
20	1.65c	1.52c	1.58c	21.6b	20.1c	20.9c	41.2b	33.8c	37.5c
40	1.73b	1.56b	1.64b	23.5a	20.8b	22.2b	44.2a	35.2b	39.7b
60	1.77a	1.63a	1.70a	23.9a	22.4a	23.1a	44.4a	36.6a	40.5a
Mean	1.72	1.57	1.64	23.0	21.1	22.1	43.3	35.2	39.2
Planting rates									
2	1.78	1.68a	1.73a	23.9a	22.1a	23.0a	44.3a	36.2a	40.3a
4	1.74	1.56b	1.63b	22.9b	20.8b	21.9b	42.8b	35.1b	38.9b
6	1.68	1.47c	1.57c	22.1c	20.5b	21.3c	42.7b	34.4c	38.5c
Mean	1.73	1.57	1.64	23.0	21.1	22.1	41.4	35.2	39.2

\*Significant at %5' level (P<0.05); \*\*significant at %1 (P<0.01). The difference between the averages shown in different letters is significant.

In this study, except for the year x planting rate interaction, all treatments and interactions had a significant effect on 1000-seed weight, which is an important yield factor (Table 1). The average 1000 seed weight was 43.2 g and 35.2 g in 2013 and 2014, respectively (Table 3). Seed weight is an important character directly related to climatic conditions, especially during the flowering period. In the second study year, in the first week of August, the flowering period of the plant, there was almost no rainfall and high temperature may have caused the seed weight to be lower. In both years, the highest seed weight was obtained from Dinçer cultivar. Beyyavas et al. (2011) reported that genotype and ecological conditions are two important factors affecting 1000 seed weight. In

2014, the seed weight of Yenice cultivar was lower than Dinçer. (Table 3). This situation may have resulted from plant competition to climatic factors that positively affect seed development during the seed filling stage. The lowest 1000 seed weight was obtained in 20 cm row spacing (37.5 g), the highest 1000 seed weight was obtained from 60 cm row spacing treatments. As a result of the increase in the planting distance in both varieties, the 1000 seed weight increased, but this increase was higher in Dinçer than Yenice cultivar. As a result of the less plant competition in the widening of rows, it is expected that the head diameter and seed were larger. The seed weight varied depending on the seeding rates. In our study, it was determined that the seed

weight in the treatment of 60 kg ha<sup>-1</sup> plantings was lower than other seeding rates. Due to the increase of plant competition in higher planting rates, the development of the photosynthesis organs and other metabolic activities are slow. This negatively affects the seed development especially during the seed

forming period, and accordingly, the seed weight decreases with the increase in the planting rates (Zarei et al. 2011, Emami et al. 2011, Çalıskan and Çalıskan 2018).

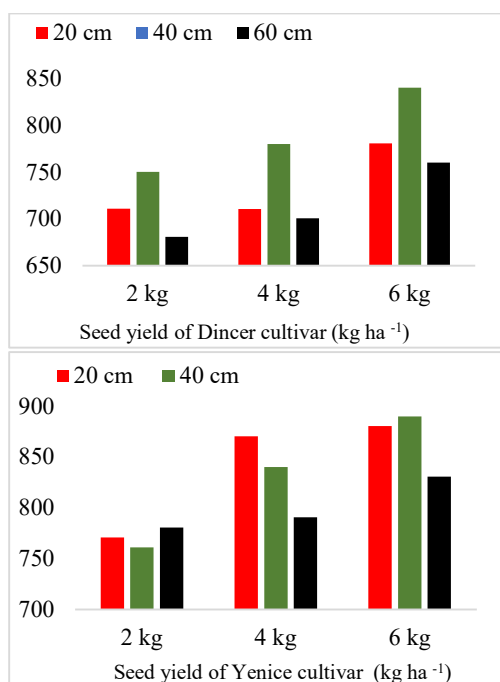
**Table 4.** The results of seed yield, seed oil concentration and oil yield of safflower cultivars grown at different row spacing and planting rates

Treatments	Seed yield (kg ha <sup>-1</sup> )			Seed oil concentration (g kg <sup>-1</sup> )			Oil yield (kg ha <sup>-1</sup> )		
	2013	2014	Mean	2013	2014	Mean	2013	2014	Mean
<b>Cultivars</b>									
Dinçer	870.0a	780.6a	820.8a	200.6a	180.7	190.7a	170.9a	140.7a	160.3a
Yenice	810.5b	680.5b	750.0b	190.5b	180.3	180.9b	150.9b	120.5b	140.2b
Mean	840.3	730.6	780.9	200.1	180.5	190.3	106.9	130.6	150.3
<b>Row spacings</b>									
20	860.4a	720.0b	790.2b	200.0	180.1b	190.0b	170.3a	130.1b	150.2b
40	840.7a	780.0a	801.4a	200.6	190.3a	200.0a	170.5a	150.0a	160.3a
60	810.7b	710.0b	760.2c	190.5	180.2b	180.9b	150.9b	120.9b	140.4c
Mean	840.3	730.7	780.9	200.0	180.5	190.3	160.9	130.7	150.3
<b>Planting rates</b>									
2	810.0c	680.5c	740.8c	200.3	180.8	190.6a	160.4	120.9b	140.7
4	830.8b	730.3b	780.6b	200.2	180.4	190.3ab	160.9	130.5b	150.2
6	880.0a	780.9a	830.5a	190.6	180.3	190.0b	170.3	140.5a	150.9
Mean	840.3	730.6	790.0	200.0	180.5	190.3	160.9	130.6	150.3

\*Significant at 5% level (P<0.05); \*\*significant at 1% (P<0.01). The difference between the averages shown in different letters is significant.

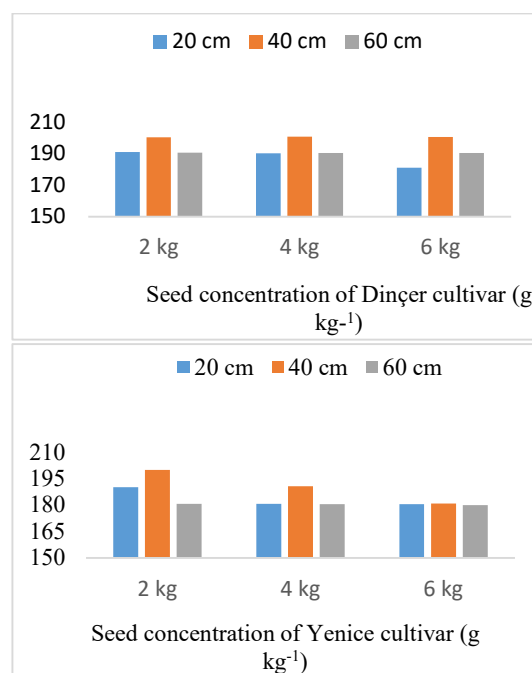
Year, cultivar, row spacing and seeding rate effects were significant on seed yield, which is the main purpose in growing for this plant. Also, the effect of all interaction sources was found to be insignificant, except for the cultivar x year interaction (Table 1). According to the average of the study years and treatments, the seed yield was determined as 820.8 kg ha<sup>-1</sup> in Dinçer cultivar and 750.0 kg ha<sup>-1</sup> in Yenice. Dinçer cultivar had higher seed yield than Yenice in both study years. The seed yield in the first year was approximately 100.0 kg ha<sup>-1</sup> higher than the second year (Table 4). However, the difference between varieties in terms of seed yield significantly higher in the second year. The higher seed yield in 2013 compared to 2014 can be explained by the more suitable climatic factors in the 2013 growing season. The total precipitation amount, during the plant growth period, was 60.4 mm and 153.1 mm in 2013 and 2014, respectively. During the stemming (June), flowering (July), and seed filling period (August), regular rainfall and the suitable temperature positively affected the branch number, the head number, the seed number per head, and the 1000 seed weight that the seed yield is directly affected by these characteristics. It is well known that there may be significant differences in seed yield between safflower varieties (Bella et al. 2019). According to the average of the experimental factors, seed yield increased up to 40 cm and decreased to 60 cm row

spacing (Table 4). The seed yields of the safflower plant in the 20, 40 and 60 cm row spacing were determined as 790.2, 810.4 and 760.2 kg ha<sup>-1</sup>, respectively (Table 4). It is understood that with the increase of the row distance, the head number per plant, the seed number per head and the 1000 seed weight increased and the seed yield increased accordingly. The seeding rate has a direct effect on the seed yield. For this reason, it is highly important to examine the effect of different planting rate treatments. In the study, the seed yield increased due to the increase in sowing rates, and it was determined as 740.4 kg ha<sup>-1</sup> at 20 kg ha<sup>-1</sup> seeding rate, 780.6 kg ha<sup>-1</sup> at 40 kg seeding rate, and 830.4 kg ha<sup>-1</sup> at 60 kg ha<sup>-1</sup> seeding rate. Ahadi et al. (2011) stated that the seed yield increased by increasing seeding rates, Berglund et al. (1998), Zarei et al. (2011) stated that the plants grown in wide seeding distances utilize more from sunlight, and the seed yield increased due to the decrease in competition.



**Figure 2.** Average seed yield of Dinçer and Yenice safflower cultivars

Safflower is mainly grown for oil production. The seed oil concentration in safflower varied depending on the varieties and the highest seed oil concentration was obtained from Dinçer cultivar (190.7 g kg<sup>-1</sup>). The seed oil concentration was determined as 200.0 g kg<sup>-1</sup> in 2013 and 180.5 g kg<sup>-1</sup> in 2014 (Table 4). This difference between the study years in terms of seed oil concentration was statistically significant ( $p < 0.01$ ) (Table 1). The differences observed in seed oil concentration were probably related to temperature and soil moisture content during the seed filling period. It was stated that the seed oil concentration is significantly affected by the temperature differences and the seed oil concentration decreases during the warmer weather conditions in the seed filling period (Weiss 1983). Dinçer cultivar had higher seed oil concentration in both research years. The seed oil concentration was determined as 190.04, 190.92 and 180.85 g kg<sup>-1</sup> at 20, 40 and 60 cm planting distances, respectively, and the response of the seed oil concentration to the planting distances was irregular. In this study, the lowest seed oil concentration (180.98 g kg<sup>-1</sup>) was obtained from the 60 kg ha<sup>-1</sup> planting rate and the highest (19.55 g kg<sup>-1</sup>) from the 20 kg ha<sup>-1</sup> planting. The decrease in the seed oil concentration by the effects of the increase in the planting rates can be explained by the increase in plant competition for environmental factors such as mineral substances, water, and sunlight. In some studies carried out on the same subject, it was reported that the increase in plant density decreases the seed oil concentration (Amoughein et al. 2012b, Caliskan and Caliskan 2018).



**Figure 3.** Average oil content of Dinçer and Yenice safflower cultivars

The effect of all treatments on oil yield, which is a result of seed yield and seed oil concentration, was significant, and all interactions were insignificant, except for the year x row spacing. In the research, the highest seed oil concentration was obtained from Dinçer cultivar (Table 2). This is due to the seed oil concentration and seed yield of Dinçer cultivar were higher than Yenice. seed oil concentration in the first study year (16.9 kg ha<sup>-1</sup>) was higher than in the second year (13.6 kg ha<sup>-1</sup>). Irregular rainfall in the second year and warmer weather conditions in the post-flowering period caused a decrease in the seed yield and thus the oil yield. It was determined that the increase of row spacing, the oil yield increased up to a certain width and then decreased. As a result of our research, it was determined that the oil yield increased until the row distance of 40 cm and then (60 cm) the oil yield decreased. Due to the increase in the planting rates in safflower, the oil yield increased and the highest oil yield was obtained at 60 kg ha<sup>-1</sup> plantings. Especially seed yield and seed oil concentration values are directly effective in this situation. Studies were reported that the main reason is seed yield for the high oil yield (Shahri et al. 2013, Vagdar et al. 2014).

#### 4. CONCLUSION

In this study, depending on the increase in-row spacing, plant height, stem diameter, 1000 seed weight, branch number, head diameter, and seed number per head increased. The increase of row spacing from 20 to 40 cm, seed oil concentration, seed and oil yield significantly increased, while increasing it from 40 to 60 cm caused a serious decrease in seed oil content, seed, and oil yield. The increase in the planting rate significantly decreased the seed oil

concentration, the seed number per head, the head number, 1000 seed weight, stem diameter, branch number, and head diameter. In safflower production in dry farming areas, the yields of varieties may differ depending on high seed and oil yield, and therefore it is important to choose the appropriate cultivar for the region. In this study, the seed yield and oil ratio values were low due to the study was carried out in dry conditions, short growing season, low rainfall and temperatures, high altitude. It is important to research for more years in order to obtain healthy results, especially to evaluate the reaction of the safflower plant by years. As a result of this research, the fact that the highest yield was obtained at 20 and 40 cm row spacing and 60 kg ha<sup>-1</sup> seeding rate supports that high yield can be obtained from frequent planting. In addition, the sowing distance of 20 cm will allow safflower cultivation to be done using grain drill, it will provide equipment savings and convenience in agricultural enterprises.

As a result, in semi-arid climates dominated by continental climatic conditions with short vegetation period, high planting rate, narrow row spacing are required in terms of yield and yield components for small-grained plants such as safflower in dry conditions.

#### Acknowledgement

This study was supported by Ataturk University [Project BAP No. 2013/381]

#### REFERENCES

- Ali, A., Fletcher, R. A., 1970. Hormonal Regulation of Apical Dominance in Soybeans, *Canadian Journal of Botany* 48(11): 1989-1994.
- Abd El-Mohsen, A.A. & Mahmoud, G.O. 2013. Modeling the influence of nitrogen rate and plant density on seed yield, yield components and seed quality of safflower. *American Journal of Experimental Agriculture* 3 (2): 336-360.
- Ahadi K., Kenarsari, M.J. & Rokhzadi, A. 2011. Effects of sowing date and planting density on growth and yield of safflower cultivars as second crop. *Advances in Environmental Biology*. 5 (9): 2756-2760.
- Bella, L.S., Tuttolomondo, T., Lazzeri, L., Matteo, R., Leto, C. & Licata, M. 2019. An agronomic evaluation of new safflower (*Carthamus tinctorius* L.) germplasm for seed and oil yields under mediterranean climate conditions. *Agronomy* 2019, 9(8), 468. doi.org/10.3390/agronomy9080468
- Berglund, D.R., Riveland, N. & Bergman, J. 1998. Safflower Production. North dakota State Universty NDSU Extension Service. <http://www.ag.ndsu/pubs/plantsci/crops/a870.pdf>
- Beyyavas, V., Haliloglu, H., Copur, O. & Yilmaz, A. 2011. Determination of seed yield lines and populations under the semi-arid conditions. *African Journal of Biotechnology* 10 (4): 527-534. doi: 10.5897/AJB09.1395
- Cosge, B. & Kaya, D. 2008. Performance of some safflower (*Carthamus tinctorius* L.) varieties sown in late-autumn and late-spring. *Süleyman Demirel University Journal of the Institue of Science*, 12 (1): 13-18
- Caliskan, S. & Caliskan, M.E. 2018. Row and plant spacing effects on the yield and yield components of safflower in a mediterranean-type environment. *Turk Journal Field Crops* 2018, 23(2), 85-92. doi.org/10.17557/tjfc.467442
- Elfadl, E., Reinbrecht, C., Frick, C. & Claupein, W. 2009. Optimization of nitrogen rate and seed density for safflower (*Carthamus tinctorius* L.) production under low input farming conditions in temperate climate. *Field Crops Research* 114 (1), 2-13. doi.org/10.1016/j.fcr.2009.06.012
- Emami, T., Naseri, R., Falahi, H. & Kazemi, E. 2011. Response of yield, yield components and oil content of safflower (cv. Sina) to planting date and plant spacing on row in rainfed conditions of western Iran. *American-Eurasian Journal Agriculture and Environmental Science*. 10(6): 947- 953.
- Emongor, V.E., Oagile, O. & Kedikanetswe, B. 2013. Effects of plant population on growth, development and oil yield of safflower. *Journal of Agricultural Science and Technology B*. 3:321-333
- Flagella, Z., Rotunno, T., Tarantino, E., Caterina, R.D & Caro, A.D. 2002. Changes in seed yield and oil fatty acid composition of high oleic sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids in relation to the sowing date and the water regime. *European Journal of Agronomy*, 17: 221-230. doi.org/10.1016/S1161-0301(02)00012-6
- Jajarmi, V., Abazarian, R. & Khosroyar, K. 2014. The Effect of Density, Variety, and Planting Date on Yield and Yield Components of Safflower. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life sciences*. 4(2): 628-632.
- Masoume, M., Siadat, S.A., Norof, M.S. & Naseri, R. 2011. The effects of planting date and row spacing on yield, yield components and associated traits in winter safflower under rain fed condition. *American Eurasian Journal of Agriculture and Environment* 10 (2), 200-206,
- Moatshe, O.G., Emongor, V.E., Balole, T.V & Tshwenyane, S.O. 2016. Yield and yield components of safflower as influenced by genotype and plant density grown in the semi-arid conditions of Botswana. *Scientific Journal of Crop Science*. 5(9): 125-136
- Mohamadzadeh, M., Siadat, S.A., Norof, M.S & Naseri, R. 2011. The Effects of planting date and row spacing on yield, yield components and associated traits in winters safflower under rain fed conditions. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*. 10(2): 200-206.
- Mohammadi, M, & Karimizadeh, R. 2013. Response of safflower to row spacing and intra-row plant distance in semi-warm dryland condition. *Agriculture & Forestry*. 59 (2): 147-155.
- Naderi, R., Kazemeini, A.A. & Noroozi, M. 2015. Water stress and plant within row spacing effects on safflower yield in competition with wild Oat. *Journal of Biological. Environmental. Sciences*, 9(26),71-80
- Naghavi, M.R. 2012. Effects of planting populations on yield and yield components of safflower in different weed competition treatments. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 10 (1), 481-483.
- Oad, F.C., Samo, M.A., Qayyum, S.M. & Oad, N.L. 2002. Inter and intra row spacing effect on the growth, seed yield and oil content of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) *Asian Journal of Plant Sciences*, 1 (1), 18-19. doi:10.3923/ajps.2002.18.19
- Omidi, A.H., Khazaei, H. & Hongbo, S. 2009. Variation for some important agronomic traits in 100 spring safflower (*Carthamus tinctorius* L.) genotypes. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*. 5 (6): 791-795.



- Omidi, A.H., Khazei, H., Monneveux, P. & Stoddard, F. 2012. Effect of cultivar and water regime on yield and yield components in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Turkish Journal of Field Crops* 17(1): 10-15.
- Reddy, G.K.M., Dangi, K.S., Kumar, S. S. & Reddy, A.V. 2003. Effect of moisture stress on seed yield and quality in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Journal of Oilseed Research*, 20: 282-283.
- Sezen, Y. 1995. *Fertilizers and Fertilization Lecture Notes Atatürk Univ. Faculty of Agriculture. Soil Division, Erzurum*, 39-41.
- Shahri, A., Ganjali, H.R. & Fanayi, H.R. 2013. Effect of drought on quantitative and qualitative yield of safflower (Goldasht cultivar) in different planting densities. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences* 6 (19), 1342-1346.
- Sharifmogdaddasi, M. & Omidi, A.H. 2016. Determination of optimum row-spacing and plant density in Goldasht safflower variety. *Scientific Papers, Series A. Agronomy*. LIX:301-306
- Uke, P.C., Vilhekar, S.C. & Vaidya, E.R. 2017. Effect of plant population on yield and yield components of safflower cultivars in rainfed condition of Vidarbha region. *Advance Research Journal of Crop Improvement*. 8(1): 66-69. doi:10.15740/HAS/ARJCI/8.1/66-69.
- Umrani, N.K. & Bhoi, P.G. 1984. Effect of plant density on growth and yield of safflower under two rainfall situations, *Indian Journal of Agronomy*, 29 (3): 282-286.
- Uslu, N., Tutluer, I., Taner, Y., Kunter, B., Sagel, Z. & Peskircioglu, H. 2002. Effects of temperature and moisture stress during elongation and branching on development and yield of safflower. *Sesame and Safflower Newsletter* No: 17, 103-107.
- Vagdar, M.S., Shamsi, K., Kobraee, S. & Behrooz, R. 2014. The effect of planting row interval and plant density on the phenological traits of safflower (*Cardamus tinctorius* L.) dryland conditions. *International Journal of Biosciences (IJB)* 4 (12), 202-208. <http://dx.doi.org/10.12692/ijb/4.12.202-208>
- Weiss, E.A. 1983. *Safflower: In: Oilseed Crops, Tropical Agriculture Series*, Longman Inc., Leonard Hill Books, New York, USA.
- Weiss, E.A. 2000. *Oilseed Crops. Safflower, Second Edition*, Blackwell Publishing Limited, London, UK. Chapter 4:93- 129
- Zarei, G., Shamsi, H. & Fazeli, F. 2011. Effect of planting density on yield and yield components of safflower cultivars in spring planting. *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering* Vol.5, No:12. doi.org/10.5281/zenodo.1055998



## **İlk Üretim Yılında Sivas Ekolojik Şartlarında Yetiştirilen Kenevir Bitkisinden Elde Edilen Tohumun Yağ Oranı ve Yağ Asit Kompozisyonunun Belirlenmesi**

Araştırma Makalesi/Research Article

**N. Gülşah Kütük DİNÇEL<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sivas Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu Sivas-Türkiye

\*sorumlu yazar: [nazirekutuk@cumhuriyet.edu.tr](mailto:nazirekutuk@cumhuriyet.edu.tr)

N. Gülşah Kütük DİNÇEL, ORCID No: 0000-0002-5073-936X

### **Yayın Bilgisi**

Geliş Tarihi: 02.03.2022

Revizyon Tarihi:

Kabul Tarihi: 10.03.2022

doi:10.55257/ethabd.1081704

### **Anahtar Kelimeler**

*Kenevir, Yağ kompozisyonu, Cannabis Sativa, Lif Bitkisi*

### **Keywords**

*Cannabis, Oil composition, Cannabis Sativa, Fiber plant*

### **Özet**

Kenevir (*Cannabis sativa* L.), Cannabaceae familyasına ait, tek yıllık, otsu yapıda, dioik ve çok yönlü kullanım alanları olan bir endüstri bitkisidir. Kenevir bitkisi tarihin ilk çağlarından beri kullanımı süre gelen ve zaman içinde kullanım alanları yaygınlaşan bir bitkidir. Bugün geldiğimiz noktada ilaç, gıda, kâğıt, biyoyakıt, tekstil, kozmetik, inşaat, otomotiv ve savunma sanayi olmak üzere oldukça geniş yelpazede kullanım alanına sahiptir. Bu çalışma, 29.06.2016 tarihli Resmi Gazetede yayımlanan yönetmeliğe ek olarak 2021 yılında yapılan genişletme ile ülkemizde kenevir yetiştiriciliği izni verilen 20 ilden biri olan ve 2021 yılı içerisinde 176 dekar üretim alanı ile tüm ülkedeki kenevir alanları toplamından daha fazla kenevir üretim alanına sahip olan Sivas ilinde, Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğüne (TİGEM) bağlı Gökhöyük Tarım İşletmesinden elde edilen Narlısaray Popülasyonunun, Sivas ekolojik şartlarında üretilmesiyle elde edilen tohumlar üzerinden yapılmıştır. Çalışmada kullanılan tohumlar, ATC-Hawk firması tarafından sözleşmeli üretim kapsamında Sivas-Ankara Karayolu üzeri çöken mevkiinde yetiştirilmiştir. Tohumdaki yağ oranı soxhlet ekstraksiyonu ile belirlenmiş olup; % 39,78 olarak tespit edilmiştir. Yağ asit kompozisyonu ise mekanik presyon (soğuk sıkım) yolu ile elde edilmiş olan kenevir tohum yağı gaz kromatografisi kütle spektrometresi (GC/MS) ile belirlenmiştir. GC/MS sonuçlarına göre kenevir tohum yağının %14,18 oleik (doymamış yağ) asitlerinden, % 56,34 linoleik (doymamış yağ) asitlerinden oluşmaktadır.

### **The Effects of Humic Acid and Vermicompost on Some Yield and Quality Factors in Some Corn (*Zea mays* L. *indentata* Sturt.) Varieties**

### **Abstract**

*Cannabis* (*Cannabis sativa* L.) is an annual, herbaceous, dioecious and versatile industrial plant belonging to the Cannabaceae family. The cannabis plant is a plant that has been used since the first ages of history and its usage areas have become widespread over time. At the point we have reached today, it has a wide range of uses, including medicine, food, paper, biofuel, textile, cosmetics, construction, automotive and defense industries. This study was carried out in Sivas province, which is one of the 20 provinces in which cannabis cultivation is allowed with the extension made in 2021, in addition to the regulation published in the Official Gazette dated 29.06.2016, and which has a production area of 176 decares in 2021, which is more cannabis production area than the total cannabis areas in the whole country. It was made on the seeds obtained by the production of Narlısaray Population obtained from Gökhöyük Agricultural Enterprise affiliated to the General Directorate of Agricultural Enterprises (TİGEM) under Sivas ecological conditions. The seeds used in the study were grown by the ATC-Hawk company in the scope of contracted production in the collapsed area on the Sivas-Ankara Highway. The oil rate in the seed was determined by soxhlet extraction; It was determined as 39.78%. The fatty acid composition was determined by gas chromatography mass spectrometry (GC/MS) of cannabis seed oil obtained by mechanical pressing (cold pressing). According to GC/MS results, hemp seed oil consists of 14.18% oleic (unsaturated fatty) acids and 56.34% linoleic (unsaturated fatty) acids.

**Atf İçin:** Dinçel, N G K., İlk Üretim Yılında Sivas Ekolojik Şartlarında Yetiştirilen Kenevir Bitkisinden Elde Edilen Tohumun Yağ Oranı ve Yağ Asit Kompozisyonunun Belirlenmesi. Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi 5(2):11-16

**To Cite:** Dinçel, N G K., The Effects of Humic Acid and Vermicompost on Some Yield and Quality Factors in Some Corn (*Zea mays* L. *indentata* Sturt.) Varieties. Journal of Erciyes Agriculture and Animal Science, 5(2):11-16

## 1. GİRİŞ

Kenevir (*Cannabis sativa* L.) lif ve yağlı tohum kaynağı olarak ilk çağlardan beri başta endüstriyel, tekstil ve tıp ürünleri olmak üzere hammadde olarak kullanılan bir bitkidir (Johnson, 2014). Botanik olarak isimlendirilmesi *Cannabis sativa* L. olan kenevir bitkisi C3 grubu bitkiler sınıfına girer,  $2n=20$  kromozom sayısına sahiptir. Kök yapısı kuvvetli olup boyca uzundur, kenevir kültüre alınan ilk bitkilerdendir (Aytaç, ve ark., 2017). Kenevir bitkisi ülkemizde çeşitli adlarla tanınmaktadır, bunlardan bazıları çedene, kendir, kınnap ve kendirik olarak bilinmektedir. (Turan, 2000). Kenevir bitkisinin öne çıkan 4 alt vardır, bu alt türlerin adlandırılması; *Cannabis sativa* var. *vulgaris* L. (Kültür Kenevir), *Cannabis sativa* var. *indica* (Hint Kenevir), *Cannabis sativa* sub var. *gigantica* (Dev Cüsseli Kenevir), *Cannabis sativa* var. *ruderalis* (Yabani Kenevir) şeklinde yapılmıştır. Kültürü yapılan kenevir bitkisi *Cannabis sativa* L. ssp. *vulgaris* lif ve elyaf üretiminde kullanılmaktadır. Tetrahidrocannabinol (THC) içeren *Cannabis sativa* L. ssp. *indica* alt türü ise narkotik amaçlarla kullanılmıştır (McPartland, 2018).

Kenevir, ekvator dan kutuplara kadar dünya üzerinde çok geniş bir alana adaptasyon sağlamış bit bitkidir, hem yabani formlarının doğada yetişmesi, hem de kültüre alınarak farklı ekolojiler de yetiştirilebilmesi mümkündür (Vavilov, 2009). Ülkemiz ekolojik şartlarında yazlık olarak yetiştiriciliği yapılan kenevir bitkisinin, su ihtiyacı bakımından ekim öncesi dönemde yağışlara ihtiyaç duymaktadır. Sıcaklık isteği değerlendirildiğinde hafif don olaylarına karşı mukavim olsa da, ilk bahar geç donlarına ve -5 °C altındaki sıcaklıklara karşı hassasiyet göstermektedir bu nedenle bu dönemdeki düşük sıcaklıklara dikkat edilmelidir (Gizlenci, ve ark.,2019). Kenevir bitkisinin saplarından lif elde edilirken, tohumlarından ise sabit yağ elde edilmektedir. Kenevir lifinden elde edilen başlıca ürünler; sicim, kınnap, ip, halat, urgan ve balık ağları gibi malzemelerin yanı sıra hortumlar, otomatik sanayi ürünleri, vagon, vapur, top örtüleri, savunma sanayi ürünleri, yelkenliler için yelken ve çadır bezleri, sağlam çuvalar günlük yaşamda kullanılmak üzere iç giyim ürünleri ve yazlık mevsimine uygun elbiseler üretilir (Gürel ve ark., 2000).

Kenevir tohumu yaklaşık olarak %35 yağ ihtiva etmektedir. Kenevir tohumunun yağ kompozisyonu incelendiğinde insan vücudu için zararlı etkileri olduğu bilinen doymuş yağ asitleri oranı bakımından düşük bir yapıya sahip olduğu, bu nedenle de tohumun kaliteli yağ içeriğine sahip olduğunu belirlenmiştir. İnsan vücudu tarafından üretilemeyen esansiyel yağ asitlerinin dışarıdan alınması gerekmektedir, bu yağ asitlerinden biri olan linolenik yağ asidi bakımından zengin olan kenevir tohumu yağı insan beslenmesinde kullanılabilir. Ayrıca yapılan bazı araştırmalar sonucunda, kanatlı hayvanların beslenmesi için hazırlanan yem karışımlarında kenevir tohumunun yada kenevir tohumundan elde edilen sabit yağın

kullanılması, yumurtanın içeriğinde bulunan linolenik yağ asidi miktarını yükseltmiş ve daha faydalı bir linolenik yağ asiti/linoleik yağ asiti oranını içeren yumurtaların üretilmesi sağlamıştır (Neijat ve ve ark., 2016). Ayrıca kenevir tohumu yaklaşık %20-25 miktarında protein, %20-35 miktarında karbonhidrat, %10-15 miktarında lif, fitokannabinoidler ve terpenoidlerce çok zengin vitamin ve mineralleri (E vitamini, Thiamine (B1), Riboflavin (B2), F, K, Fe, Mg, Zn, Cu bünyesinde ihtiva etmektedir (Yıldırım & Koca Çalışkan, 2020; Göre & Kurt, 2021). Kenevir bitkisinin yağ elde edilen tohumlarının ve lif elde edilen sap ve gövdesinin dışında kök, çiçek ve yaprakları da değerlendirilmektedir. Özellikle ilaç sektörünün ilgi odağında olan kenevirin, yapılan araştırmalara göre; antienflamatuvar, antipiretik, analjezik etkilerinin ve antioksidan etkilerinin olduğu belirlenmiştir (Aswar ve ark., 2010; Antonisamy ve ark, 2015).

Sanayiye yönelik kenevir yetiştiriciliği, kaliteli lif kaynağı olma niteliği sayesinde son yıllarda ekim alanlarının her geçen gün artmasıyla neticelenmiştir. Kenevir bitkisinin içerdiği narkotik karakterden dolayı dünya genelinde olduğu gibi ülkemizde de kontrolsüz üretimi yasaklanmıştır ancak son dönemlerde ıslah edilen endüstriyel amaçlı kenevir çeşitleri vasıtasıyla kenevir tarımı alanları ülkemizde de gündün güne artmaktadır. İlk olarak 29.06.2016 tarihli Resmi Gazetede yayımlanan yönetmeliğe göre, 19 ilde (Antalya, Amasya, Bartın, Burdur, Çorum, İzmir, Kastamonu, Kayseri, Karabük, Ordu, Kütahya, Malatya, Samsun, Rize, Sinop, Uşak, Tokat, Yozgat ve Zonguldak) üretimin kontrollü olarak gerçekleştirilmesine karar verilmiştir. Ayrıca, Samsun On dokuz Mayıs Üniversitesi ile Yozgat Bozok Üniversitelerinin bünyelerinde faaliyet göstermek üzere bu iki noktada “Kenevir Araştırmaları Enstitüsü” kurulmuştur (Göre ve Kurt, 2021). Bu karara ek olarak 2021 yılı içerisinde Sivas ili de bu 19 ile dâhil edilmiş ve yasal olarak kenevir üretimine izin verilen 20. il olmuştur. 2021 yılı içerisinde sözleşmeli üretim ile Sivas'ta 170 dekada kenevir üretimi yapılmıştır.

Türkiye'de kenevir bitkisinin ekim alanı ve üretim oranlarına ait rakamlar Tablo 1'e göre değerlendirildiğinde; ülkemizde 2022 verilerine göre hem tohum kullanılmak üzere hemde tohum dışı üretimde kullanılmak üzere ekim alanı ve üretim miktarları artış göstermektedir. 2021 yılında tohum olarak kullanılmak üzere ekim alanı 317 dekar'a, üretim miktarı 20 ton'a çıkmış olup, tohum dışı olarak kullanılmak üzere ekim alanı 324 dekar'a ve üretim miktarı da 21 ton'a çıkmıştır.

**Tablo 1.** Türkiye’de kenevir ekim alanı ve üretim miktarına (2015-2021) ilişkin veriler (Anonim 2022)

Yıl	Kenevir tohum		Kenevir Lif	
	Ekim Alanı (da)	Üretim (ton)	Ekim Alanı (da)	Üretim (ton)
2015	10	1	10	1
2016	25	1	45	7
2017	24	1	46	7
2018	59	3	55	7
2019	536	20	160	19
2020	4252	273	101	9
2021	317	20	324	21

Ülkemizde kenevir bitkisine ait ekim alanı ve üretim miktarları şehir bazında Tablo 2 ve Tablo 3’e göre değerlendirildiğinde; tohum ve tohum dışı kullanılmak üzere ekim ve üretimin Samsun, Kastamonu, Kayseri, Yozgat ve Sivas illerinde olmak üzere en fazla ekim alanının ülkemiz genelinde bu 5 ilde olduğu, bu iller arasında Sivas ilinin kenevir yetiştiriciliğinin ilk yılı olmasına rağmen diğer 4 şehrimizin ekim ve üretim rakamlarına kıyasla daha fazla oranda paya sahip olduğu dikkat çekmektedir. Tohum dışı kullanılmak üzere ekim ve üretimin sadece Sivas ilinde yapıldığı, Sivas ilinin ekim alanı 176 dekar ve üretim miktarı ise 5 ton olduğu görülmektedir (Anonim 2022).

**Tablo 2.** Türkiye’de il düzeyinde kenevir ekim alanı (2015-2021) ilişkin veriler (Anonim 2022).

Yıllar	Kastamonu		Kayseri		Samsun		Yozgat		Sivas	
	Tohum	Tohum dışı	Tohum	Tohum Dışı	Tohum	Tohum Dışı	Tohum	Tohum dışı	Tohum	Tohum Dışı
2015	0	0	0	0	10	10	0	0	0	0
2016	0	0	0	0	25	45	0	0	0	0
2017	0	0	0	0	24	46	0	0	0	0
2018	0	0	0	0	59	5	0	0	0	0
2019	85	9	32	10	297	141	15	0	0	0
2020	61	16	113	0	2633	14	9	0	0	0
2021	8	7	66	0	115	0	9	0	0	<b>176</b>

**Tablo 3.** Türkiye’de il düzeyinde kenevir üretim miktarı (2015-2021) ilişkin veriler (Anonim 2022).

Yıllar	Kastamonu		Kayseri		Samsun		Yozgat		Sivas	
	Tohum	Tohum dışı	Tohum	Tohum Dışı	Tohum	Tohum Dışı	Tohum	Tohum dışı	Tohum	Tohum Dışı
2015	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
2016	0	0	0	0	1	7	0	0	0	0
2017	0	0	0	0	1	7	0	0	0	0
2018	0	0	0	0	3	7	0	0	0	0
2019	1	0	2	1	15	18	1	0	0	0
2020	2	1	10	0	161	2	1	0	0	0
2021	0	1	4	0	5	0	1	0	0	5

## 2. Materyal ve Metot

Çalışmada Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü’ne (TİGEM) bağlı Gökhöyük Tarım İşletmesi’nden elde edilen Narlısaray Popülasyonu kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan tohumlar, ATC-Hawk firması tarafından sözleşmeli üretim kapsamında Sivas-Ankara Karayolu üzeri çöken mevkiinde yetiştirilmiştir. Ekim tarihi 02.05.2021 olurken 13.10.2021 tarihinde çayır biçme makinası

kullanılarak hasat edildi. Hasattan sonra kapalı ortamda kurutulan kenevir tohumlarının nem içeriği sabit yüksek ısılı fırın yöntemi ile belirlenmiş olup, örnekler 132 °C ve 90 dakika süre ile kurutulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre kenevir tohumlarının nem içeriği %10,39 olarak belirlenmiştir. Sitnik (1995)'in kenevir bitkisi üzerine yaptığı bir çalışmada USO-14 isimli kenevir tohum çeşidiyle yapmış olduğu nem tayini sonucu, ortalama nem yüzdesini %13 olarak belirlemiştir.

Kenevir tohumlarının içerdiği yağ oranlarının belirlenmesi için soxhlet ekstraksiyonu yapılmış olup, çözgen olarak hekzan kullanılmıştır. Örnekler hazırlanıp tartım yapıldıktan sonra toplama kaplarına 40 ml hekzan eklenerek toplamda 120 dk boyunca ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir (Gümüskesen ve Yemişçioğlu 2010).

Kenevir tohumu yağ asitlerinin kompozisyonun belirlenmesi için GC/MS cihazı kullanılmıştır. Cihazın çalışmasında kullanılan kolonun uzunluğu 60 m, çapı 0,25 mm ve film kalınlığı 0.20 µm olup, RTX2330 markadır. Gaz kromatografisinin çalışma şartları aşağıda belirtilmiştir.

Sıcaklıklar Kolon: 180°C

Dedektör: 200°C

Enjeksiyon: 200°C

Yanıcı gaz (H<sub>2</sub>) : 28 ml/dk.

Akış hızları Taşıyıcı gaz (N<sub>2</sub>) : 30 ml/dk.

Enjeksiyon miktarı: 1 µl

Kuru hava: 220 ml/dk.

### 3. Bulgular ve Tartışma

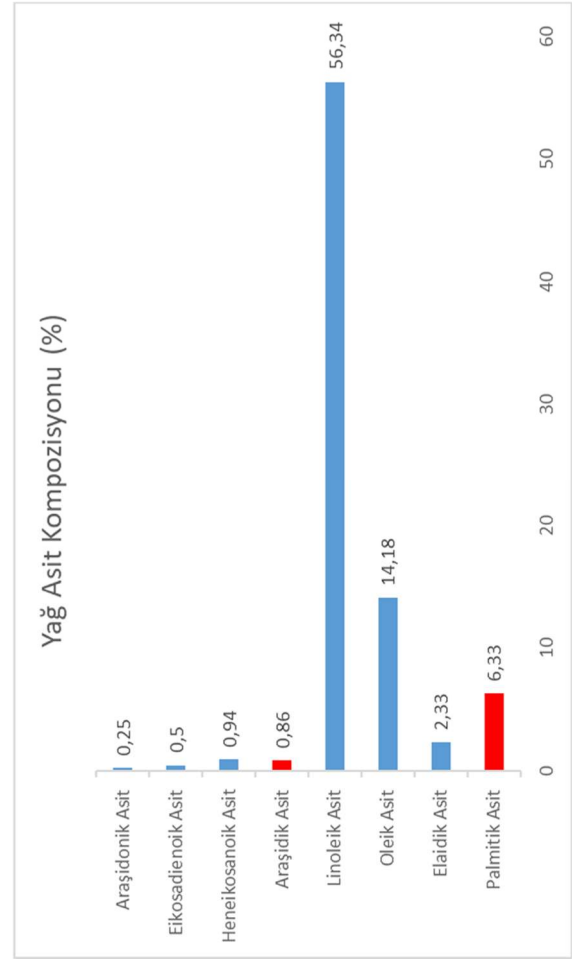
#### 3.1. Yağ Oranı

Kenevir tohumlarının içerdiği yağ oranlarının belirlenmesi için soxhlet ekstraksiyonu yapılmış olup öğütülmüş tohumların yağ oranı %39,78 olarak belirlenmiştir. Grotenhermen ve Russo (2002), yaptıkları çalışmada; kenevir tohumunun sabit yağ oranını % 31, doymuş yağ oranını % 3, doymamış 10 yağ oranını % 28, protein oranını % 23, karbonhidrat oranını % 34, kül oranını % 6 ve nem oranını % 6 olarak belirlemişlerdir. Materyal olarak 51 adet kenevir (*Cannabis sativa* L.) genotipi kullanılarak yürütülen bir başka çalışmada; kenevir tohumunun yağ oranının en alt değer olarak % 26.25 en üst değer olarak ise % 37.50 arasında değiştiğini belirlemişlerdir (Kriese ve ark., 2004). Pakistan'da yapılan farklı bir çalışmada ise üç farklı bölgeden üretilen kenevir tohumlarının yağ içeriği %26,90 ile %31,50 arasında değiştiği bildirilmiştir (Anwar ve ark., 2006).

#### 3.2. Yağ Asit Kompozisyonu

Yağ asit kompozisyonu GC/MS analizleri sonucuna göre, 9 adet yağ asidi tespit edilmiş olup yüzdesel verileri Çizelge 1'deki gibidir.

Çizelge 1. Yağ Asit Kompozisyonu GC/MS analizi %



#### 3.3. Koçanda Tane Sayısı (Adet)

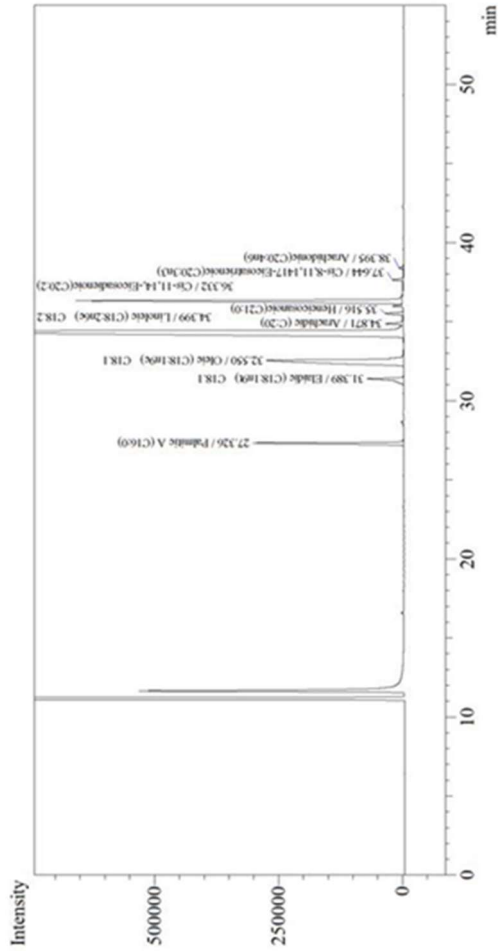
Verim belirteçlerinden bir diğer unsur olan koçan başına tane sayısına ait varyans analizi sonuçları ve Duncan çoklu karşılaştırma değerleri Çizelge 3.3.1. ve 3.3.2.' de verilmiştir. Çizelge 3.3.1. incelendiğinde çeşitler, gübreler ve çeşit ve gübre interaksiyonları arasında çok önemli ( $p < 0,01$ ) farklılıklar tespit edilmiştir.

Çizelge 1'e göre 2021 yılında Sivas ilinde yetiştirilen Kenevir bitkisinin yağ asit kompozisyonu değerlendirildiğinde 9 adet yağ asidinin yüzdesel dağılımı şu şekildedir;

- Palmitik asit %6,33 (Doymuş Yağ Asidi)
- Elaidik asit %2,33 (Tekli Doymamış Yağ Asidi)
- Oleik asit %14,18 (Doymamış Yağ Asidi)
- Linoleik asit %56,34 (Doymamış Yağ Asidi)
- Araşidik asit %0,86 (Doymuş Yağ Asidi)
- Heneikosanoik asit %0,94 (Doymamış Yağ Asidi)
- Cis-11,14,-Eikosadienoik asit %18,23 (Doymamış Yağ Asidi)
- Cis-8,11,1417 Eikosatrik asit %0,50 (Doymamış Yağ Asidi)
- Araşidonik asit %0,25 olarak (Doymamış Yağ Asidi)



**Çizelge 2.** GC/MS cihaz raporu



Callaway ve ark., (2005), yaptıkları bir çalışmada; Finlandiya’da, kenevir bitkisinin tohumunun yağ oranı % 37.4 olarak belirlenmiştir, doymuş yağ asitleri oranı % 9.6 olarak belirlenmiştir, linoleik asit oranı % 10.7 olarak tespit edilmiş olup, alpha-linoleik asit oranı ise % 3.3, karbonhidrat oranı % 45 ve son olarak protein oranını % 15.6 olarak bildirmişlerdir. Deferne ve Pate ‘nin (1996) yaptıkları bir araştırmada kenevir tohumu yağ kompozisyonu belirlenmiş olup, doymamış yağ asit içeriğinin %70-80 olduğunu ve bu oranın oldukça yüksek olduğuna dikkat çekmişlerdir. Kenevir bitkisinin tohumunun sabit yağ oranının %50-70’ini linoleik asitten oluştuğunu, %15-25’inin ise linolenik asit oluşturduğunu ve bu oranın insan beslenmesi için gerekli olan esansiyel yağ asitlerinin sağlanması bakımından fonksiyonel önemli bir gıda maddesi kaynağı olduğunu bildirmişlerdir (Deferne ve Pate 1996). Karataş 2015’te sanayide kullanılan kenevirinin yaklaşık olarak %30–35’i yağ içerdiğini ve bu yağın %80’i doğal yağ asidinden oluştuğu bildirilmiştir. Kenevir bitkisinin tohumunu sabit yağı kompozisyon olarak incelendiğinde %55 linoleik asit, %22 alfa-linolenik asit, ayrıca %1-4 gama-linolenik asit, galakturonik asit ve stearidonik asit, %0-2 olduğu tespit edilmiştir.

## Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışma 29.06.2016 tarihli resmi gazetede yayımlanan kenevir yetiştiriciliğine ait yönerge kapsamında belirlenen 19 şehre 2021 yılı içerisinde Sivas ilinin de eklenmesi sonucunda ilk yıl 176 üretim alanı ile tüm ülkedeki kenevir alanları toplamından daha fazla kenevir üretim alanına sahip olan Sivas ilinde, Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğüne (TİGEM) bağlı Gökhöyük Tarım İşletmesinden elde edilen Narlısaray Popülasyonunun, Sivas ekolojik şartlarında üretilmesiyle elde edilen tohumlar üzerinden yapılmıştır. Çalışmada kullanılan tohumlar, ATC-Hawk firması tarafından sözleşmeli üretim kapsamında Sivas-Ankara Karayolu üzeri çöken mevkiinde yetiştirilmiştir. Üretimin ilk yıl hasatından elde edilen bitkilerinin yağ kompozisyonunu belirlenmiştir. Yapılan soxhlet ekstraksiyonu sonucunda sabit yağ oranı %39.78 olarak belirlenmiş olup literatürde belirtilen %26-%37 sabit yağ oranının üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Sivas ilinde yetiştirilen kenevir bitkisinin tohumlarının yağ oranı değerlendirildiğinde genel ortalamanın üzerinde yağ içeriği olduğu bu bakımdan liflik üretimin yanı sıra yağ içeriğinin de tatmin edici seviyede olduğu düşünülmektedir. Ayrıca yağ asit kompozisyonu bakımından değerlendirildiğinde insan beslenmesi için elzem olan ve insan vücudunun üretmediği ve beslenme ile dışardan alınması gereken esansiyel yağ asitlerinin temini açısından önemli fonksiyonel gıda maddesidir ve Sivas ilinde yetiştirilen kenevir tohumlarının yağ asit kompozisyonu literatürle kıyasladığımızda doymamış yağ asit seviyesinin uygun düzeyde olduğu görülmektedir. 2021 yılında kenevir üretiminin ilk yılında Sivas ilinde ülkemiz genelinden fazla miktarda kenevir ekimi yapılmış olup, elde edilen kenevirler lif dışında yağ özellikleri bakımından da önemli kullanım potansiyeli oluşturmaktadır.

## KAYNAKLAR

- Anonim, 2022. TÜİK, Bitkisel Üretim İstatistikleri, Türkiye İstatistik Kurumu, 2020. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/>
- Antonisamy, P., Duraipandiyar, V., Ignacimuthu, S. & Kim, J.H., 2015. Anti-diarrhoeal activity of friedelin isolated from *Azima tetraacantha* lam. in wistar rats. *South Indian Journal of Biological Sciences*. 1(1):34-37.
- Anwar F, Latif S, Ashraf M., 2006. Analytical characterization of hemp (*Cannabis sativa*) seed oil from different agro-ecological zones of Pakistan, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 83(4), 323–329s. doi:10.1007/s11746-006-1207-x
- Aswar, U.M., Ehaskaran, S., Mohan, V. & Bodhankar, S.L., 2010. Estrogenic activity of friedelin rich fraction (INDHE) separated from *Cissus quadrangularis* and its effect on female sexual function. *Pharmacognosy Research*. 2(3):138.
- Aytaç, S., Ayan, A.K., Arslanoğlu, Ş.F., 2017. Endüstriyel Tip Kenevir (*Cannabis sativa* L.) Yetiştiriciliği. "Karadeniz Lif Bitkileri (Keten-Kenevir-Isırgan) Çalıştayı", s:27-35, 5-6 Mayıs 2017.
- Callaway, J. C., 2004. *Hempseed as a Nutritional Resource: An Overview*. Kluwer Academic Publishers. Netherland. 140: 65- 72.
- Deferne J L, Pate D W., 1996. Hemp seed oil: A source of valuable essential fatty acids, *Journal of the International Hemp Association*, 3(1), 4-7.
- Gizlenci, Ş., Acar, M., Yiğen, Ç., Aytaç, S., 2019. Kenevir tarımı. *Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü yayınları*. Samsun.
- Grotenhermen, F., Russo, E., 2002. *Cannabis and Cannabinoids: Pharmacology, Toxicology, and Therapeutic Potential*. The Haworth Integrative Healing Press, New York.
- Göre, M & Kurt, O., 2021. Bitkisel üretimde yeni bir trend: Kenevir. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*. 4(1):138-157.
- Gümüskesen A S, Yemişçiöğlü F., 2010, Bitkisel Sıvı ve Katı Yağ Üretim Teknolojisi 3. Baskı, Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir.
- Gürel, A., Akdemir, H., Emiroğlu, Ş. H., Kadoğlu, H., Karadayı, H. B., 2000. Türkiye Lif Bitkileri (Pamuk Tarımı, Teknolojisine Genel Bakış ve Diğer Lif Bitkileri). Türkiye Ziraat Mühendisliği V Teknik Kongresi, 17-21 Ocak 2000, Ankara. 525- 566.
- Johnson, R., 2014. *Hemp as an agricultural commodity*. Library of Congress Washington DC Congressional Research Service.
- Karataş Ş., 2015. Sanayi Kenevir Yağının Elde Edilmesi ve Besleyici Özellikleri, İstanbul Aydın Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Florya Kampüsü Küçükçekmece /İstanbul.
- Kriese, U., Schumann, E., Weber, W. E., Beyer, M. and Brühl, L., 2004. Oil content, tocopherol composition and fatty acid patterns of the seeds of 51 *Cannabis sativa* L. genotypes. *Euphytica*, 137(3), 339-351.
- McPartland, J. M., 2018. *Cannabis systematics at the levels of family, genus, and species*. *Cannabis and cannabinoid research*, 3(1), 203-212.
- Neijat, M., 2016., Hempseed products fed to hens effectively increased n 3 polyunsaturated fatty acids in total lipids, triacylglycerol and phospholipid of egg yolk. *Lipids*, 51:601–614.
- Turan, M., 2000. *Lif Bitkileri*. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Bursa.
- Vavilov, N.I., 2009. *Orijin and Geograph of Cultvated Plants*. Cambridge University Press. P:22-135.
- Yıldırım, S. & Koca Çalışkan U., 2020. Kenevir ve Sağlık Alanında Kullanımı. *Ankara Ecz. Fak.Derg.* 44(1):112-136.



## **Türkiye’de Yetiştiriciliği Yapılan Sofralık, Kurutmalık Ve Şaraplık Üzümlerin Mevcut Durumu Ve Üretim Projeksiyonu**

Araştırma Makalesi/Research Article

**Ahmet SÜMBÜL<sup>1\*</sup> Ercan YILDIZ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Sivas Cumhuriyet University, Susehri Timur Karabal Vocational School, Sivas, Turkey

<sup>2</sup> Erciyes University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Kayseri, Turkey

sorumlu yazar: [asumbul3188@gmail.com](mailto:asumbul3188@gmail.com)

Ahmet SÜMBÜL ORCID ID: 0000-0001-9510-0992, Ercan YILDIZ ORCID ID: 0000-0003-1445-2385

### **Yayın Bilgisi**

Geliş Tarihi: 29.04.2022

Revizyon Tarihi: 27.04.2022

Kabul Tarihi: 27.04.2022

Doi: 10.55257/ethabd.1095080

### **Anahtar Kelimeler**

Üzüm, Üretim miktarı, Üretim alanı,

Projeksiyon katsayısı

### **Keywords**

Grape, Production amount, Production area, Projection coefficient

### **Özet**

Türkiye, coğrafik konumu, iklimi ve toprak yapısı bakımından bağcılığa son derece elverişli kuşakta yer almaktadır. Eski bağcılık kültürüne sahip olan Türkiye'nin hemen hemen her bölgesinde üzüm üretimi yapılabilmektedir. Üzüm, insan sağlığı ve beslenmesindeki önemi ve değerlendirme şekillerinin çok yönlü oluşu ile üreticiler için diğer meyve türlerine kıyasla daha değerlidir. Bu çalışmada son on yıla ait Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre, Türkiye’de sofralık, kurutmalık ve şaraplık üzüm üretim alanları ve üretim miktarlarının projeksiyonunun hesaplanması amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre kurutmalık çekirdeksiz üzüm üretim alanı ve üretim miktarı pozitif yönde bir projeksiyon göstermiştir. Ancak sofralık çekirdekli üzüm, sofralık çekirdeksiz üzüm, kurutmalık çekirdekli üzüm ve şaraplık üzüm grubu negatif yönde bir projeksiyon göstermiştir. Çalışmada elde edilen projeksiyon sonuçları üzerine çevresel koşullar ile tüketici ve üretici tercihlerinin etkili olduğunu söyleyebiliriz.

### **Present Situation and Production Projection of Table, Dry and Wine Grapes Grown in Turkey**

#### **Abstract**

Turkey is located in a zone that is extremely suitable for viticulture in terms of geographical location, climate and soil structure. Grape production may be done in almost every region of Turkey, which has an old viticulture. Grape is more valuable for growers compared to other fruit types due to its importance in human health and nutrition and the versatility of evaluation methods. In this study, it is aimed to calculate the projection of production areas and production amounts of table, dried and wine grapes in Turkey, according to the data of the Turkish Statistical Institute (TUIK) for the last ten years. According to the results obtained, the production area and production amount of dried seedless grapes showed a positive projection. However, table seed grapes, table seedless grapes, dried seed grapes and wine grape groups showed a negative projection. We can say that environmental conditions with consumer and grower preferences are effective on the projection results obtained in the study.

**Atf İçin:** Sümbül, A., Yıldız E., Türkiye’de Yetiştiriciliği Yapılan Sofralık, Kurutmalık Ve Şaraplık Üzümlerin Mevcut Durumu Ve Üretim Projeksiyonu. Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi 5(2):17-22

**To Cite:** Sümbül, A., Yıldız E., Present Situation and Production Projection of Table, Dry and Wine Grapes Grown in Turkey. Journal of Erciyes Agriculture and Animal Science, 5(2):17-22

## 1. GİRİŞ

Türkiye'nin gen merkezleri içerisinde bulunduğu coğrafik konumu ve sahip olduğu ekolojik faktörlerin elverişli olması nedeniyle bağcılık, ülkemizde en etkin şekilde yürütülen tarımsal faaliyetlerden biridir. Üzüm, farklı iklim ve toprak koşullarına yüksek adaptasyon yeteneği, çok çeşitli kullanım alanları ve farklı değerlendirme şekilleri yanında yüksek besin değeri ile ılıman ve tropikal iklime sahip bölgelerin önemli ticari ürünlerinden biri olma özelliğini sürdürmektedir (Çelik, 2006). İnsan sağlığı ve beslenmesindeki öneminin yanı sıra, değerlendirme şekillerinin de çok yönlü oluşu üzümün değerini daha da artırmaktadır (Adınır, 2011).

Ülkemiz, kültür asmasının (*Vitis vinifera* L.) anavatanları arasında yer alması nedeniyle çok eski ve zengin bir bağcılık kültürüne sahiptir (Ağaoğlu ve Çelik 1985). 2020 yılı verilerine göre dünyada üretilen 78.034.332 ton üzümün 4.208.908 tonu ülkemizde üretilmektedir. Dünya üzüm üretimi içerisinde %5.39'lük pay ile ülkemiz 6. sırada yer almaktadır. Türkiye'de üzüm üretimi 400.998 ha'lık alanda gerçekleşmektedir. Dünya üzüm üretiminin gerçekleştiği alanların %5.77'sine sahip ülkemiz, üzüm üretim alanı bakımından dünyada 5. sırada yer almaktadır (FAO, 2020a). Ülkemiz toplam üzüm üretiminin (4.208.908 ton), tüm meyve üretimi (21.853.084 ton) içindeki payı %19.26'dır. Toplam üzüm üretimimiz içerisinde sofralık üzümün payı %52.70 (2.218.056 ton) iken, kurutmalık üzüm %36.46 (1.534.499 ton), şaraplık üzüm ise %10.84'lük (456.353 ton) bir paya sahiptir (TÜİK, 2020).

Yapılan bu çalışmada farklı değerlendirme şekilleri ile ülke ekonomisine önemli katkıları olan sofralık, kurutmalık ve şaraplık üzümün son on yıllık (2012 – 2021) mevcut durumundan projeksiyon katsayısı belirlenerek gelecekteki üretim miktarlarının tahmin edilmesi amaçlanmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmanın materyalini, ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen üzümün Türkiye İstatistik Kurumuna ait 2011 – 2021 yılları arasındaki üretim alanları ve üretim miktarlarına ait değerler oluşturmaktadır (TÜİK, 2021). Sofralık, kurutmalık ve şaraplık üzümlere ait son on yıllık üretim miktarlarındaki artış ve azalış miktarlarının yüzdeler oranları hesaplanmıştır. Elde edilen bu değişim oranlarının ortalaması alınarak üzüm üretimine ait projeksiyon katsayısı belirlenmiştir. Bir önceki yılın sofralık, kurutmalık ve şaraplık üzüm üretim miktarı ile projeksiyon katsayısı çarpılarak, katsayıdaki artış ya da azalış doğrultusunda Türkiye'deki yetiştiriciliği yapılan üzümlerin 2031 yılına kadar olan üretim projeksiyonları tespit edilmiştir. Projeksiyon katsayılarında oluşan negatiflik azalışı, pozitiflik ise

artışı ifade etmektedir (Demir, 2013; Demir ve Kuş, 2016).

## 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

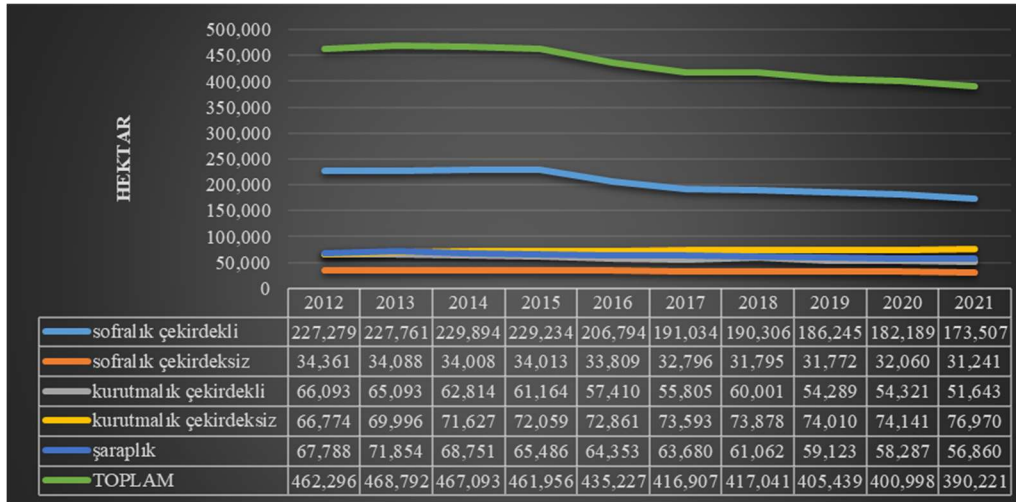
Sofralık, kurutmalık ve şaraplık üzümlere ait 2012 – 2021 yılları arasındaki üretim alanı değerleri Şekil 1'de, 2022 – 2031 yılları arasındaki projeksiyon değerleri ise Şekil 2'de verilmiştir. Sofralık, kurutmalık ve şaraplık üzüm üretim alanlarına ait 2012 – 2021 yılları arasındaki değişim oranları ve projeksiyon katsayısı Çizelge 1'de verilmiştir.

Ülkemizdeki üzüm üretim alanları ve değişim oranları yıllara göre artış ve azalışlar göstermiştir. Ancak kurutmalık çekirdeksiz üzüm grubu dışındaki diğer üzüm gurupları üretim alanları on yıllık süreç içerisinde azalmıştır. Kurutmalık çekirdeksiz üzüm üretim alanı 2012 yılında 66.774 ha iken 2021 yılında %15,3'lük artışla 76.970 ha olmuştur. Pozitif yönde gerçekleşen %1,60'luk projeksiyon katsayısı ile kurutmalık çekirdeksiz üzüm üretim alanının 2031 yılında 90.244 ha olacağı tahmin edilmektedir.

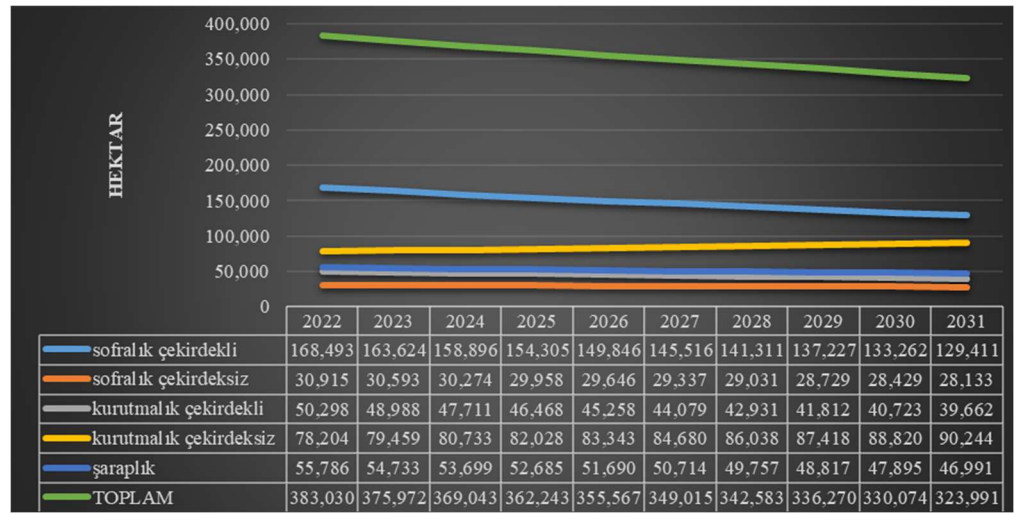
Üretim alanlarındaki azalış en çok sofralık çekirdekli (%-2,89), kurutmalık çekirdekli (%-2,61), şaraplık (%-1,89) ve sofralık çekirdeksiz (%-1,04) üzümlerde gerçekleşmiştir. Kurutmalık üzüm üretim alanlarında yaşanan artışa rağmen toplam üzüm üretim alanlarının azalış eğiliminde olduğu görülmektedir. 2012 yılında toplam üzüm üretim alanımız 492.296 ha iken 2021 yılında %20,7'lik azalışla 390.221 ha olmuştur. Toplam üzüm üretim alanlarının negatif yönlü projeksiyon katsayısı (%-1,84) üzüm üretim alanımızın 2031 yılında tahmini 323.991 ha olacağını göstermektedir.

Ülkemiz üzüm üretim alanlarında meydana gelen azalma trendi birçok üzüm üreticisi olan ülkelerde de görülmektedir. Dünyada üzüm üretimi yapan İran, Portekiz, Özbekistan ve ABD gibi ülkelerde üretim alanlarında önemli bir azalış trendi görülmektedir. Dünya genelinde 2017 yılından sonra üzüm üretim alanlarında stabilize bir durum gözlenmiş olsa da bu gelişme dünya genelinde heterojen bir yapıda seyretmektedir. 2013'ten bu yana Türkiye'nin üzüm üretim alanlarında ciddi bir düşüş yaşanmaktadır. Buna karşın dünya üzüm üretiminde söz sahibi Çin, İtalya ve Fransa gibi ülkelerde ise üretim alanlarında artış meydana gelmiştir (OIV, 2020).

Ülkemizde 2012 – 2021 yılları arasında üretim alanlarında meydana gelen azalma daha çok çekirdekli üzüm guruplarında gerçekleşmiştir. Üretim alanlarındaki bu azalışın gelecek yıllarda da devam edeceği tahmin edilmektedir. Bu değişimin nedeni, tüketici tercihlerinin çekirdeksiz üzümlerden yana olması ve üreticilerin gelir odaklı üretim yapması ile açıklanabilir.



Şekil 1. 2012 – 2021 yılları arasındaki sofralık, kurutmalık ve şaraplık üzüm üretim alanları



Şekil 2. 2022 – 2031 yılları arasındaki sofralık, kurutmalık ve şaraplık üzüm üretim alanlarına ait projeksiyon değerleri

Çizelge 1. Sofralık, kurutmalık ve şaraplık üzüm üretim alanlarına ait 2012 – 2021 yılları arasındaki değişim oranları ve projeksiyon katsayısı

Yıllar	Sofralık Çekirdekli (%)	Sofralık Çekirdeksiz (%)	Kurutmalık Çekirdekli (%)	Kurutmalık Çekirdeksiz (%)	Şaraplık (%)	TOPLAM (%)
2012 – 2013	0,21	-0,79	-1,51	4,82	6,00	1,41
2013 – 2014	0,94	-0,24	-3,50	2,33	-4,32	-0,36
2014 – 2015	-0,29	0,02	-2,63	0,60	-4,75	-1,10
2015 – 2016	-9,79	-0,60	-6,14	1,11	-1,73	-5,79
2016 – 2017	-7,62	-3,00	-2,80	1,00	-1,05	-4,21
2017 – 2018	-0,38	-3,05	7,52	0,39	-4,11	0,03
2018 – 2019	-2,13	-0,07	-9,52	0,18	-3,17	-2,78
2019 – 2020	-2,18	0,91	0,06	0,18	-1,42	-1,10
2020 – 2021	-4,17	-2,55	-4,93	3,82	-2,45	-2,69
<b>Projeksiyon katsayısı (%)</b>	<b>-2,89</b>	<b>-1,04</b>	<b>-2,61</b>	<b>1,60</b>	<b>-1,89</b>	<b>-1,84</b>

Sofralık, kurutmalık ve şaraplık üzümlere ait 2012 – 2021 yılları arasındaki üretim miktarları Şekil 3’de, 2022 – 2031 yılları arasındaki projeksiyon değerleri ise Şekil 4’de verilmiştir. Sofralık, Ülkemizde gerçekleştirilen toplam üzüm üretim miktarları yıllara göre değişiklik göstermiştir.

kurutmalık ve şaraplık üzüm üretim miktarlarına ait 2012 – 2021 yılları arasındaki değişim oranları ve projeksiyon katsayısı Çizelge 2’de verilmiştir.

Üzümün adaptasyon yeteneği güçlü olmasına rağmen tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de etkili olan



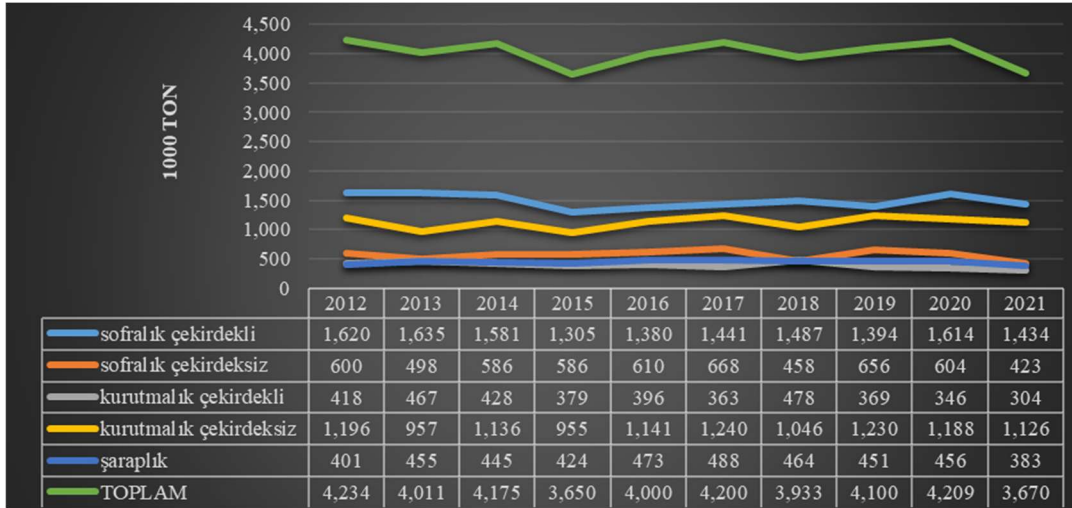
çeşitli biyotik ve mevsimsel yağışlar, soğuk zararı gibi bazı abiyotik stres koşulları yıllar bazında üzüm üretiminin düşmesine sebep olabilmektedir. Ayrıca günümüzde giderek etkisini arttıran küresel iklim değişikliği verimlilik üzerine önemli düzeyde etki etmektedir. Nitekim çevre şartları ve biyotik stres koşulları bütün tarım ürünlerinde verimi etkilemektedir (Yaman ve ark., 2018; Uzun ve ark., 2018).

Ülkemiz üzüm üretimi içerisinde 2021 yılı verilerine göre %39'luk paya sahip olan sofralık çekirdekli üzüm üretim miktarı ve değişim oranları yıllar bazında değişiklik göstermiştir. 2012 yılında 1.619.849 ton olan sofralık çekirdekli üzüm üretimi 2021 yılında %11,5'lik azalışla 1.434.010 ton gerçekleşmiştir. On yıllık projeksiyon katsayısı negatif yönde %-0,90 olarak hesaplanmıştır. Projeksiyon katsayısı dikkate alınarak yapılan hesaplamalar sonucunda sofralık çekirdekli üzüm üretimi 2031 yılında 1.310.116 ton olarak hesaplanmıştır.

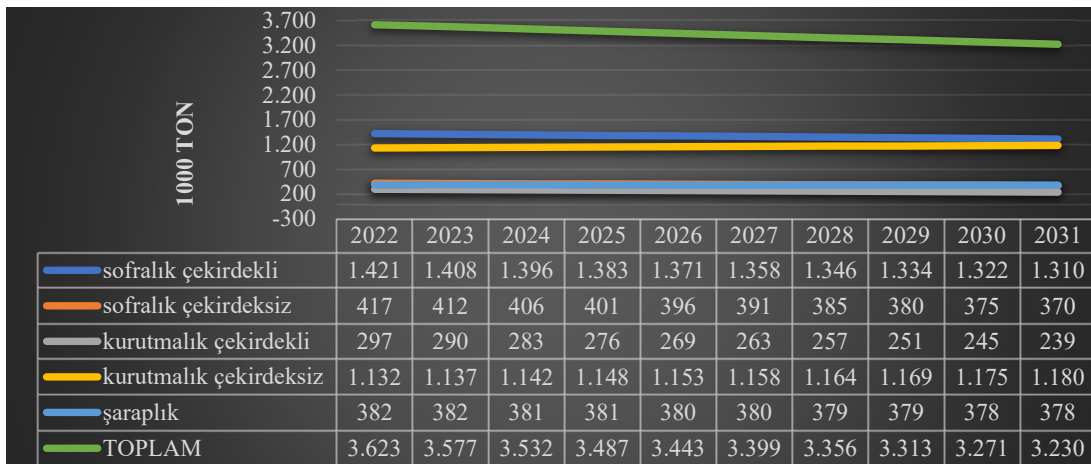
Üretilen üzüm miktarı içindeki payı (%30,7) ve ekonomik katkısı açısından önem arz eden kurutmalık çekirdeksiz üzüm üretimi yıllar bazında değişiklik göstermiş olsa da

üretim miktarının artma eğiliminde olduğu görülmektedir. Son on yıllık üretim miktarlarına göre kurutmalık çekirdeksiz üzümün projeksiyon katsayısı %0,47 olarak hesaplanırken, projeksiyon katsayısı pozitif çıkan tek üzüm grubu olmuştur. 2012 yılında 1.196.312 ton olan üretim miktarı 2021 yılında 1.126.304 ton gerçekleşmiş olup, projeksiyon katsayısına göre 2031 yılında 1.180.421 ton olarak tahmin edilmektedir.

Sofralık çekirdeksiz, kurutmalık çekirdekli ve şaraplık üzüm üretim projeksiyon katsayısı negatif yönde (sırasıyla %-1,32; %-2,38; %-0,14) değerler olarak üretim miktarlarındaki azalışı net bir şekilde göstermiştir. %2,38'lük projeksiyon katsayısı ile üretim miktarlarındaki en çok azalış kurutmalık çekirdekli üzümlerde gerçekleşmiştir. Çalışma kapsamında elde edilen projeksiyon katsayılarına göre kurutmalık çekirdeksiz üzüm üretiminin gelecek yıllarda pozitif yönde gelişeceği tahmin edilmiş olsa da ülkemiz toplam üzüm üretim miktarımızın giderek azalacağı öngörülmektedir. 2012 yılında 4.234.305 ton olan üzüm üretimimiz 2021 yılında 3.670.000 ton olarak gerçekleşmiştir. 2031 yılında üretim miktarımız negatif yönlü %-1,27'lik projeksiyon katsayısı ile 3.229.701 ton olacağı tahmin edilmektedir.



Şekil 3. 2012 – 2021 yılları arasındaki sofralık, kurutmalık ve şaraplık üzüm üretim miktarları



Şekil 4. 2022 – 2031 yılları arasındaki sofralık, kurutmalık ve şaraplık üzüm üretim miktarlarına ait projeksiyon değerleri

İstatistiksel veriler dünyada üzüm üretiminde yıllara ve ülkelere göre değişen oranlarda artış ve azalışlar yaşandığını göstermektedir. Üzüm üretim miktarında her ne kadar dalgalanmalar yaşansa da dünya genelinde uzun vadeli bir artış trendi gözlemlenmektedir. Bu artış trendi üzüm üretiminde önde gelen Çin, Fransa ve İtalya gibi ülkelerin üretim alanlarında ki artışın üretim miktarına yansması ve diğer ülkelerin modern yetiştiricilik sistemlerine geçmesi ile yaşanan verim artışlarına bağlanabilir (FAO, 2020b).

Çalışmamızda elde ettiğimiz üzüm üretim miktarının projeksiyon değerleri, kurutmalık çekirdeksiz üzümün artış eğiliminde olmasına rağmen toplam üzüm üretim miktarımızın azalış eğiliminde olacağını göstermektedir. Türkiye, hem üretim alanı hem de üretim miktarı bakımından önemli üzüm üreticisi ülkeler arasında yer almasına rağmen, verim ve kalite bakımından beklenen başarıyı elde edememiştir (Arslan, 2015; DİKA, 2021). Ülkemizde yapılan bağıcılıkta modern terbiye sistemlerinin uygulanması, sulama, gübreleme ve hastalık-zararlı ile mücadele gibi kültürel uygulamaların etkinliğinin artırılması ile verim ve kalitede artışlar yaşanacağı aşikardır.

**Çizelge 2.** Sofralık, kurutmalık ve şaraplık üzüm üretim miktarlarına ait 2012 – 2021 yılları arasındaki değişim oranları ve projeksiyon katsayısı

Yıllar	Sofralık Çekirdekli (%)	Sofralık Çekirdeksiz (%)	Kurutmalık Çekirdekli (%)	Kurutmalık Çekirdeksiz (%)	Şaraplık (%)	TOPLAM (%)
2012 – 2013	0,91	-16,99	11,74	-20,00	13,62	-5,26
2013 – 2014	-3,30	17,70	-8,36	18,69	-2,22	4,09
2014 – 2015	-17,40	0,04	-11,29	-15,90	-4,85	-12,58
2015 – 2016	5,72	4,10	4,34	19,45	11,57	9,59
2016 – 2017	4,41	9,42	-8,27	8,66	3,27	5,00
2017 – 2018	3,21	-31,43	31,61	-15,62	-4,99	-6,36
2018 – 2019	-6,27	43,21	-22,76	17,55	-2,73	4,25
2019 – 2020	15,81	-7,97	-6,14	-3,40	1,19	2,66
2020 – 2021	-11,17	-29,95	-12,27	-5,20	-16,09	-12,80
<b>Projeksiyon Katsayısı (%)</b>	<b>-0,90</b>	<b>-1,32</b>	<b>-2,38</b>	<b>0,47</b>	<b>-0,14</b>	<b>-1,27</b>

### 3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Asmanın meyvesi olan üzüm, taze ve kurutmalık tüketimde, çeşitli şekillerde işlenerek alkollü ve alkolsüz içeceklerde, ilaç ve kozmetik sektöründe kullanılabilirken yaprakları ise salamura şeklinde değerlendirilmektedir. Üzümün çok yönlü olarak değerlendirilmesi diğer meyvelere kıyasla halk arasında daha değerli olmasını sağlamaktadır. Ayrıca ülkemizin kurutmalık çekirdeksiz üzümünden ekonomik anlamda önemli gelirler elde etmesi üreticiler tarafından bağıcılığa olan ilginin artmasına sebep olmaktadır.

Yapılan bu çalışma ile ülkemizde yetiştiriciliği yapılan üzüm gruplarına ait son on yıllık (2012 – 2021) mevcut durumuna göre projeksiyon katsayıları hesaplanarak gelecekte yapılacak üzüm üretim miktarları hakkında bir fikir oluşmasını sağlamıştır. Üzüm gruplarına ait üretim alanlarında meydana gelen azalış oranlarına paralel olarak üretim miktarları da azalış eğilimi göstermiştir. Çalışma sonucunda kurutmalık çekirdeksiz üzüm üretimi

dışında diğer üzüm gruplarına ait üretim miktarında ve üretim alanlarında 2031 yılına kadar azalış olacağı öngörülmüştür. Ancak yıllar içerisinde meydana gelen bu azalma eğilimi çekirdekli üzüm gruplarında daha hızlı gerçekleşmektedir. Biyotik ve abiyotik stres koşulları, diğer meyve türlerinde olduğu gibi üzüm üretiminde de yıllar içerisindeki üzüm üretiminde dalgalanmaya sebep olmaktadır. Ayrıca çevresel koşulların haricinde tüketici tercihleri ve üreticilerin ekonomik getiri odaklı yaklaşımı da üzüm üretim değerlerinde meydana gelen değişiklikleri etkilemektedir. Nitekim çekirdeksiz üzüm gruplarındaki azalışın çekirdekli üzüm gruplarına nazaran yavaş olmasının nedeni tüketici tercihlerinin çekirdeksiz üzümlerden yana olmasına bağlanabilir.

Sonuç olarak projeksiyon değerleri gelecek yıllarda üzüm üretimimizde azalma meydana geleceğine işaret etmektedir. Ancak modern bağıcılık tekniklerinin kullanılması sonucunda yaşanacak verim ve kalite artışı ile bu azalış trendin tersine çevirerek dünya üzüm üretiminde söz sahibi ülke konumuna gelinebileceği öngörülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Ağaoğlu, Y.S., Çelik, H., 1985. Conservation of Germplasm of *Vitis vinifera* L. in Turkey, 4th. International Grapevine Breeding Symposium, 13–18 April 1985, 40–42
- Adınır, M., 2011. Salamuralık yaprak toplanan omcalardaki koruk üzümün (*Vitis vinifera*) turşu olarak değerlendirilmesi. Yüksek lisans tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat
- Arslan, S., 2015. Üzüm, TEPGE Yayın No: 268, Ankara
- Çelik, H., 2006. Üzüm Çeşit Kataloğu. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü. Sun Fidan A.Ş. Mesleki Kitaplar Serisi-3:165, Ankara
- Demir, B., 2013. Mersin İlinin Tarımda Teknoloji Kullanım Projeksiyonu. *Alinteri*, 24 (B) – 29-34
- Demir, B., ve Kuş, E., 2016. İç Anadolu Bölgesinin Tarımda Teknoloji Kullanım Projeksiyonu. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi TARGİD Özel Sayı*, 89-95
- DİKA, 2021. TRC3 Bölgesi'nde Bağcılığın Geliştirilmesi Raporu. <https://www.dika.org.tr/assets/upload/dosyalar/trc3-bolgesinde-bagciligin-gelistirilmesi-raporu.pdf> (Erişim tarihi: 15.03.2022)
- FAO, 2020a. Crops and livestock products. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Erişim tarihi: 15.03.2022)
- FAO, 2020b. Crops and livestock products. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize> (Erişim tarihi: 15.03.2022)
- OIV, 2020. State of the world vitivinicultural sector in 2020.
- TÜİK, 2020 Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim tarihi: 15.03.2022)
- TÜİK, 2021 Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim tarihi: 15.03.2022)
- Uzun, A., Yaman, M., Pınar, H., Çetin, N., ve Say, A., 2018. Türkiye'de ekonomik olarak yetiştiriciliği yapılan sert çekirdekli meyvelerin üretim projeksiyonu. *BAHÇE 47 (Özel Sayı 2: Uluslararası Tarım Kongresi (UTAK 2018))*: 79–83
- Yaman, M., Uzun, A., Çetin, N., ve Say, A., 2018. Türkiye'de yetiştiriciliği yapılan bazı üzüksü meyvelerin üretim projeksiyonu. *Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi*, 1(1), 19-24



## **Altınova ve polatlı tarımsal işletmelerinde yetiştirilen arpa (*hordeum vulgare* L.) Çeşitlerinin bazı tarımsal özellikleri ve kalite değerleri**

Araştırma Makalesi/Research Article

Hakkı AKDENİZ<sup>1</sup> Ali KOÇ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 7600-Iğdır, Türkiye*

<sup>2</sup>*Tarımsal İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Ar-Ge Şube Müdürlüğü, Ankara, Türkiye*

\* Corresponding Author: [hakki\\_akdeniz@hotmail.com](mailto:hakki_akdeniz@hotmail.com)

Hakkı AKDENİZ ORCID ID: 0000-0001-5806-5710, Ali KOÇ ORCID ID: 0000-0002-8744-5939

### **Yayın Bilgisi**

Geliş Tarihi: 17.03.2022 Revizyon Tarihi:

11.04.2022

Kabul Tarihi: 25.04.2022

Doi: 10.55257/ethabd.1089492

Bu çalışmanın özeti 2018 Uluslararası GAP ve Tarım Fuarında sunulmuştur.

### **Anahtar Kelimeler**

*Arpa, Genotip, Verim ve kalite özellikleri*

### **Keywords**

*Barley, Genotype, Yield and quality traits*

### **Özet**

Bu çalışmada, 2014-2015 üretim sezonunda, Altınova ve Polatlı Tarımsal İşletmelerinin sulu koşullarında 4 yerli standart (St) kışlık (Kral-97, Çetin 2000, Larende ve Aydan Hanım) ve 6 yurtdışından getirilen arpa (Reflexion, Apso-2, Apso-3, Sixtine, Taranie ve Bastille) çeşitlerinin tarımsal özellikleri ile bazı kalite analizleri yapılmıştır. Araştırma tesadüf blokları deneme desenine göre, dört tekerrürlü olarak, iki ayrı yerde yürütülmüştür. Denemede iki tarımsal araştırmanın ortalama sonuçlarına göre, en düşük ve en yüksek tane verimi 604.3-885.9 kg da-1 arasında sırasıyla Aydan Hanım (St) ve Reflexion; bitki boyu 78.4-111.5 cm ile Apso-3 ve Çetin 2000 (St); hektolitre ağırlığı 65.0-68.9 kg/L ile Larende (St) ve Bastille; 1000 tane ağırlığı 38.3-55.1 g ile Reflexion ve Taranie; ham protein oranı %8.2-11.1 ile Aydan Hanım (St) ve Taranie; 2.5 mm elek üstü %85.4-97.2 ile Reflexion ve Apso-2; ve 2.5-2.8 mm elek altı %2.1-14.1 ile Apso-2 ve Aydan Hanım çeşitlerinden sırasıyla elde edilmiştir.

### **Some Agricultural Traits and Quality Values of Barley (*Hordeum vulgare* L.) Varieties of Grown in Altınova And Polatlı Agricultural Enterprises**

### **Abstract**

The main purpose of investigation was to determine agricultural properties and some quality analyzes of four standard (St) winter (King-97, Cetin 2000, Larende and Aydan Hanım) and 6 barley introduced from abroad (Reflexion, Apso-2, Apso- 3, Sixtine, Taranie and Bastille) grown under irrigated conditions in 2014-2015 growing season. The experiment was conducted in both Altınova and Polatlı Agricultural Enterprises locations, according to the completely randomized block design with four replications. According to the average results of the two agricultural researches in the trial, the lowest and highest grain yields were ranged from 604.3-885.9 kg da-1 with Aydan Hanım (St) and Reflexion; plant height 78.4-111.5 cm, with Apso-3 and Çetin 2000 (St); the hectolitre weight 65.0-68.9 kg/L with Larende (St) and Bastille; a weight of 1000 seeds 38.3-55.1 g with Reflexion and Taranie; crude protein ratio 8.2-11.1% with Aydan Hanım (St) and Taranie; at 2.5 mm over-sieve 85.4-97.2% with Reflexion and Apso-2 and under 2.5 mm sieves, 2.1-14.1% with Apso-2 and Aydan Hanım varieties, respectively.

## 1. GİRİŞ

Tahıl taneleri binlerce yıldan beri gere insanoğlunun beslenmesinde ve gerek uygarlığın oluşmasında önemli bir rol oynamış olup, Türkiye’de temel besin ekmek ve diğer tahıl ürünleri gelmektedir (Köse ve Mut, 2018). Bugün dünyada hayvan beslenmesinde kullanılan arpa, malt ve bira endüstrisinin hammaddesi olarak ekonomik açıdan, buğdaydan sonra ikinci sırada gelmektedir (Sirat ve Sezer, 2014). Tahıllar içerisinde arpa, element içeriği bakımından zengin olmasından dolayı insan ve hayvanlar açısından çok önemlidir (Köse ve Mut, 2019). Gerek dünyada ve gerekse ülkemizde arpa üzerinde çok sayıda farklı araştırmalar yürütülmüştür. Tanesinde yaklaşık olarak %7.5-15 ham protein ve %75 oranında da hazmolunabilir besin maddesinden dolayı hayvan yemi, malt ve bira endüstrisinin ham maddesi olarak değerlendirilmektedir (Akkaya ve Atken, 1986). Tuzluluk, dünyanın birçok yerinde artan bir şekilde sorun olmaya devam etmektedir. Arpa tuza dayanıklı olup, topraklardan fazla tuz kaldırdığı, sulu tarım alanlarında münavebe içerisinde toprakların çoraklaşmasını önleme açısından önemli bir bitki durumundadır. Yapılan bir çalışmada, Tarm-92 çeşidinin diğer çeşitlere göre tuza toleransının daha yüksek olduğu (Benlioğlu ve Özkan 2015), bazı arpa çeşitlerin tuzlu alanlarda kullanılabileceği belirlenmiştir (Yeğin ve Yorgancılar, 2012). Akdeniz ve ark.(2006), azotlu gübre uygulamaları arpanın verimini arttırdığını ve en uygun azot dozunun 9 kg da-1 olduğunu belirlemişlerdir. Yılmaz ve ark (2001), inorganik azot uygulamalarında, dekara 197.5 kg tane ve 580.4 kg da-1 toplam verim, arıtma çamuru uygulamalarından ise dekara 216.0 kg tane ve 580.2 kg toplam verim almışlardır. Aydoğan ve ark. (2011), tane verimini 257-381 kg da-1, bin tane ağırlığı 38.30-43.17 g, protein oranı %11.08-12.15, protein verimini 28.97-42.90 kg/da ve selüloz oranını ise %5.22-6.47 arasında bulmuşlardır. Yazlık olarak ekilen arpanın yeterince yağmur yağmadığı kurak ve yarı kurak bölgelerde verimi düşmektedir. Kahramanmaraş koşullarında arpanın tane verimi 367.2-734.9 kg da-1, bitki boyu 79.50-110.8 cm, başak uzunluğu 7.53-9.44 cm, bin tane ağırlığı 37.14-50.49 g arasında değişirken, Şanlıurfa koşullarında ise tane verimi 419.2-540.8 kg da-1, bitki boyu 55.98-80.60 cm, başak uzunluğu 5.59-7.24 cm, bin tane ağırlığı 41.62-52.52 g arasında değişmiştir (Çölkesen ve ark., 2002). Çevre koşulları ile çevre ve çeşit interaksyonunun verim ve kalite özellikleri üzerinde belirleyici olduğu, Sirat ve Sezer (2005), verim ve kalite özellikleri bakımından, bazı arpa çeşitlerinin diğer çeşitlere göre daha ümitvar çeşitler olduğunu belirtmişlerdir. Bununla birlikte Sarı ve İmamoğlu (2007), bazı arpa çeşitlerinin yüksek verimli, stabil ve genel adaptasyon kabiliyeti yüksek olduğunu, Aydoğan ve ark (2011), ise verim ve kalite özelliklerinin çevrelere göre değiştiğini vurgulamışlardır. Bitkisel üretimde yüksek verim potansiyeline sahip, farklı ekolojik koşullara uyum sağlayan, kaliteli, hastalık ve zararlılara dayanıklı çeşitlerin elde edilmesi ve bu çeşitlerin

yaygınlaştırılması büyük önem arz etmektedir (Karahan ve Sabancı, 2010).

Dünyada sürekli ıslah edilen arpa çeşitlerinden üstün olan tür ve çeşitleri, ülkemize kazandırmak için, yurtdışından temin edilen bazı yabancı menşeli arpa çeşitlerini, Altınova ve Polatlı Tarımsal İşletmelerinde verim ve kalite yönlerini mukayese etmek amacıyla yapılmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOD

Araştırma 6 ithal (Reflexion, Apso-2, Apso-3, Sixtine, Taranie, Bastille) ve 4 yerli standart (Çetin 2000, Larende, Aydan Hanım ve Kral-97) arpa (*Hordeum vulgare* L.) çeşitlerinin tane verimi, bitki boyu, hektolitre ağırlığı, 1000 tane ağırlığı, ham protein oranı ve 2.5-2.8 mm elek altı ve 2.5-2.8 mm elek üstü gibi özellikler incelenmiştir. Bu çeşitlerden, Reflexion, Sixtine ve Çetin-2000, 6 sıralı diğerleri ise 2 sıralıdır. Araştırma tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak, 01-08.11.2014 tarihlerinde kurulmuştur. Ekimde parsel boyu 5 m, sıra arası 20, her parselde 6 sıra olmak üzere toplam parsel alanı 6.0 m<sup>2</sup>'dir. Aşağıdaki formül kullanılarak m<sup>2</sup>'ye 450 adet tohum atılmıştır. Sulama zamanı ve sayısı olarak, ekimin hemen ardında bir sulama yapılarak çıkış sağlanmış ve sapa kalkma, başaklanma ve tane doldurma zamanında birer sulama yapılmıştır. İlkbaharda sapa kalkma dönemi öncesi dar yapraklı (kısır yabancı yulaf (*Avena sterilis*) ve tilki kuyruğu (*Alopecurus myosuroides*) karşı otalar karşı selektif, etkili maddesi (69 g/l Fenoxaprop-ethyl+34,5 g/l Safener (Cloguintocet mexyl ) formülasyon şekli suda yağ emilsiyon (EW) olan ilaçtan dekara yabancı ot çıkış sonrası 80 ml/da, geniş yapraklı otlara karşı etkili maddesi % 75 Chlorsulfuron olan formülasyon şekli Kuru Akışkan (DF) olan ilaçtan 1 g/da dozunda kullanılmıştır.

$$\text{Dekara atılması gereken} = \frac{1000 \text{ tane ağırlığı (g)} \times \text{m}^2 \text{ de istenen tane sayısı} \times 10}{\text{çimlenme oranı (\%)} \times \text{safiyet (\%)}}$$

Ekimde dekara saf olarak 8 kg P2O5 diamonyum-fosfat (DAP) taban gübresi kullanılmış olup, saf azot olarak 14 kg/da olarak, azotun 3 kg'ı DAP ile birlikte ekimde, geri kalan 11 kg N ise bitkilerin sapa kalkma döneminde, üre gübresinden tamamlamıştır (Akman ve ark. 1999). Hasat sırasında parsel başlarından 0.50 cm ve kenarlardan birer sıra bırakıldıktan kalan toplam alan (3.2 m<sup>2</sup>) 15-20.07.2015 tarihleri arasında hasat edilmiştir. Çeşitlerin 1000 tane ağırlığı (Anonymous, 2000), Ham protein oranı (Akyıldız, 1984), Elek analiz, (Williams ve ark. 1986), Hektolitre ağırlığı (kg/hl), (Vasiljevic and Banasik, 1980), metodlarına göre yapılmıştır. Denemenin elde edilen veriler SAS (1985) istatistik paket programından yararlanılarak yapılmış ve ortalamalar ise Duncan çoklu karşılaştırma testine göre gruplandırılmıştır. Her iki araştırma istasyonun 20 cm derinliğinden alınan toprak örneklerinin bazı özellikleri Çizelge 1'de gösterilmiştir. Polatlı lokasyonu toprakları, Altınova'ya göre kireç oranı % 3.645, organik madde oranı % 2.41, yarıyıllı fosfor, potasyum ile mangan hariç diğer mikro besin elementleri yönünden yüksek bulunmuştur. Ortalama sıcaklık, yağış ve nispi nem değerleri Çizelge 2'de sunulmuştur. Araştırmanın



yapıldığı yerlerde, sıcaklık değerleri bakımından her iki araştırma istasyonunda gerek aylar itibariyle bir birine çok yakın, sıcaklık ortalaması ise benzer olmuştur. Yağış değerleri bakımından ise Altınova’da toplam 560 mm düşen yağış, Polatlı istasyonundan

yaklaşık 100 mm daha fazla olmakla birlikte, nispi nem değerleri de %10 kadar fazla seyretmiştir. (Çizelge 2).

**Çizelge 1.** Polatlı ve Altınova tarımsal lokasyonlarının bazı toprak özellikleri

Araştırma istasyonu	EC (dS m <sup>-1</sup> )	Suyla doymuş toprakta (pH)	Kireç (%)	Organik karbon (%)	Organik madde (%)	Yarayışlı (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (kg da <sup>-1</sup> )	Yarayışlı (K <sub>2</sub> O) (kg da <sup>-1</sup> )
Polatlı	0.789	7.66	3.64	1.39	2.40	24.1	291.8
Altınova	0.730	7.89	14.5	0.63	1.09	2.86	144.9
Miko-besin elementleri (mg kg <sup>-1</sup> )							
	Na	Mg	Ca	Cu	Mn	Fe	Zn
Polatlı	1331	412.7	4692	1.905	31.2	2.171	0.591
Altınova	105.1	214.7	2564	1.287	61.61	1.336	0.023

**Çizelge 2.** Araştırma istasyonlarındaki ortama sıcaklık, yağış ve nispi nem değerleri

Aylar	Ortalama sıcaklık (°C)		Yağış (mm)		Nispi nem (%)	
	Altınova	Polatlı	Altınova	Polatlı	Altınova	Polatlı
Eylül	18.6	19.4	91	46.4	66.8	58.9
Ekim	10.5	11.2	47	54.9	78.5	71.7
Kasım	7.85	7.15	29.5	19	80	63.4
Aralık	4.85	4.9	32.5	38.1	90.6	87.3
Ocak	-1.4	-2.45	35	13.2	92.9	88.1
Şubat	2.9	4	58	55	96.8	77.1
Mart	7.05	7.05	61	72.7	71.1	74.2
Nisan	9.8	9.45	39	23.8	66.7	59.5
Mayıs	17.2	15.2	79	51.4	54.1	-
Haziran	17.7	19.1	88	77.4	-	-
Top/Ort.	9.5	9.5	560	451.9	69.75	58.02

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

In this study, the impacts of different row spacing and seeding rates on yield, and yield components and the variance analysis results are given in Table 1.

#### 3.1. Bitki Boyu

Çalışmada kullanılan, 6 ithal (Reflexion, Apso-2, Apso-3, Sixtine, Taranie, Bastille) ve 4 yerli arpa (Çetin 2000 (St.), Larende), Ayden Hanım (St.), Kral-97 ) çeşitlerinin bitki boyu ve tane verim değerleri Çizelge 3’te verilmiştir. Altınova araştırma alanında, çeşitler arasında standart çeşitlerden en yüksek bitki boyu (111.5 cm) ile Çetin 2000 (St.)’den tespit edilmiş olup, bunu Ayden Hanım (St.), 107.0 cm ile takip etmiştir. Taranine çeşidi ise 101.5 cm bitki boyu ile 3.sırada yer almıştır. En düşük bitki boyu (79.5 cm) ise Apso-3 çeşidinden sağlanmıştır. Aynı çeşitlerin Polatlı tarımsal alandan ise hemen benzer tepkileri olmuş ve yine en yüksek bitki boyu Çetin 2000 (St.) çeşidinden, bunu Ayden Hanım (St.) takip etmiştir. Birleşik analiz sonuçlarına göre de, çeşitler genellikle aynı boy sıralaması göstermiş olup, en uzun boylu arpa çeşidi Çetin 2000 (St.), bu çeşidi Ayden Hanım (St.) ve Taranine izlemiş olup, en düşük bitki boyu ise yine Apso-3 ve Kral-97 (St.) çeşitlerinden elde edilmiştir. Bununla birlikte her iki lokasyonda en yüksek bitki boyu (111.5 cm) ile Çetin 2000 (St.)’den tespit edilmiş istikrarlı çeşit olarak dikkati çekmiştir. Çalışmada kullanılan arpa

çeşitlerinin bitki boyu, 78.4 cm ile 111.5 cm arasında değişim göstermesi, Çölkesen ve ark. (2002) bitki boyu 79.50-110.8 cm, İmamoğlu ve Yılmaz (2012) arpa çeşit ve hatların bitki boyu 74.8-104.1 cm sonuçları ile uyumlu, ancak (Akdeniz ve ark., 2004) Van ekolojik koşullarında bazı arpa çeşitlerinin bitki boyu değerleri (62.5-69.2 cm) ve Kaydan ve Yağmur (2007) sap uzunluğunu (51.2- 64.9 cm) değerlerinden yüksek bulunmuştur. Bitki boyu başta genotipe bağlı olmakla birlikte, çevre faktörlerinden oldukça etkilenmektedir. Yılmaz ve Dokuyucu (1994) da bitki boyunun genotipine bağlı olarak değiştiğini bildirmişlerdir. Tane veriminin dışındaki tüm özelliklerde yıl x çeşit etkileşiminin önemli veya çok önemli olduğu belirtilmiştir (Öztürk ve ark., 2007).

#### 3.2. Tane Verimi

İslah ve çeşit geliştirmek amacıyla üzerinde durulması gereken faktörlerin yanında birim alandan elde edilen verim çok önemlidir. Altınova işletmesinde yetiştirilen arpa çeşitlerinin tane verimleri, en yüksek 909.2 kg da<sup>-1</sup> ile Reflexion çeşidinden ve en düşük ise 612.8 kg da<sup>-1</sup> ile Ayden Hanım (St.) çeşidi arasında değişmiştir. Aynı çeşitlerin Polatlı tarım işletmesinde elde edilen verimleri sırasıyla 862.6 ile 595.9 kg da<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. Birleşik analiz sonuçlarına göre ise Refexiton, Apso-2, Apso-3, Sixtine ve Kral-97

çeşitleri aynı verim grubunda yer almış olup, 808.4 kg ile 885.9 kg da-1 değerleri arasında değişmiştir. Çölkesen ve ark. (2002), Kahramanmaraş koşullarında arpa çeşitlerinin tane verimi 367.2-734.9 kg da-1, Şanlıurfa koşullarında ise 419.2-540.8 kg da-1 değiştiğini, Akdeniz ve ark. (2004) Van kıraç koşullarında tane verimlerini 187.7-322.9 kg da-1; İmamoğlu ve Yılmaz (2012) tane verimi 256.6-481.8 kg da-1 arasında, iki lokasyonun ortalaması olarak çeşitlerin, tane verimi 388-487 kg da-1 arasında değişmiştir; Kaydan ve Yağmur (2007) tane verimini 197.3-319.7 kg da-1, (Sirat ve ark, 2012) çeşitlerin tane verimleri 293.9-428.5 kg da-1 arasında değiştiği, tane verimi üzerine çeşit, çevre ve çeşit x çevre interaksiyonunun etkisinin önemli olduğu vurgulamışlardır. Öztürk ve ark. (2007), tane verimi ile olgunlaşma gün sayısı ve bin tane ağırlığı arasında olumlu ve önemli ilişki olduğu ifade edilmektedir. Ülker ve ark. (2001) Van Gölü havzasında yapmış oldukları bir çalışmada, tane verimi ve verimi doğrudan etkileyen, metrekarede başak sayısı, bin tane ağırlığı ve başak tane sayısı gibi karakterlerinin genotipik etkisi altında olduğu, yine bu karakterlerin

lokasyonlara göre önemli derecede değiştiği tespit etmişlerdir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, gerek lokasyonlar arasında ve gerekse ortalamaya göre, istatistiksel olarak en düşük tane verimi Aydan Hanım (St.) arpa çeşidinden elde edilmiştir. Diğer taraftan ise lokasyonların tane verimi üzerinde etkileri istatistiksel olarak önemli olmamıştır. Bu durum iki lokasyonun iklim değerleri birbirine yakın ve kısmen toprak koşulları ile birlikte ekim, bakım, sulama ve gübreleme gibi agronomik işlemlerin çok iyi yapıldığını göstermektedir. Bununla birlikte bu çalışmada ithal edilen bazı çeşitlerin verimleri, standart yerli çeşitlerden oldukça yüksek bulunmuştur. Doğan ve ark. (2014) tane verimlerinin 464.7-704.4 kg da-1 arasında değiştiğini, yurt dışından temin edilen bazı genotiplerin gerek tane verimleri yönünden ve gerekse kalite kriterleri bakımından ümitvar oldukları görülmüştür. Arpa genotiplerinde tane verimlerinin 324.3 kg/da ile 445.8 kg/da arasında değiştiğini belirten Kızılcı ve ark. (2016), inceledikleri birçok özellik bakımından lokasyonların etkisinin önemli olduğunu belirtmişlerdir.

**Çizelge 3.** Araştırmada yetiştirilen arpa çeşitlerinin bitki boyu ve tane verimleri\*

Çeşit	Bitki boyu (cm)			Tane verimi (kg da <sup>-1</sup> )		
	Altınova	Polatlı	Birleşik analiz	Altınova	Polatlı	Birleşik analiz
Reflexion	98.9 d	98.3 c	98.5 c	909.2 a	862.6 a	885.9 a
Apso-2	87.0 g	84.0 f	88.5 f	849.9 ab	873.3 a	861.6 ab
Apso-3	79.5 h	77.3 g	78.4 g	805.4 abc	816.7 ab	811.1 abc
Sixtine	97.0 e	95.5 d	96.3 d	766.7abc	854.8 a	810.8 abc
Kral-97 (St.)	80.5 h	77.3 g	78.9 g	797.9 abc	818.8 ab	808.4 abc
Taranie	101.5 c	97.8 c	99.6 c	803.8abc	781.3 ab	792.5 bcd
Çetin 2000 (St.)	111.5 a	111.5 a	111.5 a	752.9 bc	804.2 ab	778.6 bcd
Bastille	89.8 f	87.3 e	88.5 e	736.3 bcd	750.0 ab	743.1 cd
Larende (St.)	91.0 f	88.3 e	89.6 e	702.9 cd	712.0 b	707.7 d
Aydan Hanım (St.)	107.0 b	104.5 b	105.8 b	612.8d	595.9 c	604.3 e
Ortalama	94.4	92.2	93.3	773.8	786.9	780.4

\*: Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur (p<0.05).

### 3.3. 1000 Tane Ağırlığı

Arpa çeşitlerinden Altınova istasyonunda en yüksek 1000 tane ağırlığı (54.3 g), ile Taranie çeşidinden ve en düşük değer ise (37.3 g) ile Reflexion çeşidinden alınmıştır. Benzer şekilde aynı özellik ve aynı çeşitlerin Polatlı istasyonunda 1000 tane ağırlıkları en yüksek ve en düşük olarak sırasıyla Taranie ve Aydan Hanım (St.) ve Sixtine çeşitlerinden elde edilmiştir. Birleşik analiz sonuçlarına göre en yüksek 1000 tane ağırlığı 55.1 g ile Taranie çeşidinden, bu çeşidi Apso-2, 50.6 g ile takip etmiş olup, en düşük değer ise 38.3 g ile Reflexion çeşidinden sağlanmıştır. Çeşitlerin ortalamasına göre Polatlı lokasyonunda 1000 tane ağırlığı, Altınova'ya göre 1.65 g kadar fazla ve önemli bulunmuştur. Besin maddelerinin elverişliliği ve yararlılığı, toprak reaksiyonuna bağlı olarak artan ve azalan bir durum gösterebilir (Bilen ve Sezen, 1993). Polatlı tarım istasyonundaki deneme yeri topraklarının Mn hariç, gerek makro ve gerekse mikro besin

elementi ve yağış ve organik madde yönünden Altınova'ya göre biraz fazla olduğundan kaynaklanabilir (Çizelge 2). Bin tane ağırlığının yüksek olması tanelerin iriliği ve dolgunluğu, nişastanın fazlalığı anlaşılmaktadır. Kün (1988) iyi biralık arpalarda bin tane ağırlığının 36-48 g arasında değiştiğini beyan etmektedir. Bu araştırmadaki çeşitlerin bin tane ağırlıkları, çok sayıdaki araştırmacıların bulgularıyla uyum içinde olduğu anlaşılmaktadır. Çölkesen ve ark. (2002) 41.62-52.52 g, Akdeniz ve ark. (2004), 40.69-50.94 g, İmamoğlu ve Yılmaz (2012), 38.0-53.3 g; Kaydan ve Yağmur (2007) bin tane ağırlığını 41.70-46.32 g arasında (Tarm-92) ve (Aydan Hanım (St.)) çeşitlerinden elde etmişlerdir. Sirat ve Sezer (2017), en yüksek 1000 tane ağırlığını sırasıyla Fahrettinbey, Sladoran ve Çumra-2001 (49.84, 47.97 ve 47.32 g) çeşitlerinden sağlamışlardır. Yağdı (2004) ise 1000 tane ağırlıklarının 42.88- 51.17 g arasında ve hektolitre ağırlığı ve 1000 tane ağırlığı arasında pozitif korelasyon olduğunu, Öztürk ve ark. (2007) tane

verimi ile olgunlaşma gün sayısı ve bin tane ağırlığı arasında olumlu ve önemli korelasyonun olduğunu ileri sürmüştür.

**Çizelge 4.** Araştırmadaki arpa çeşitlerinin 1000 tane ağırlıkları ve ham protein oranları\*

Çeşit	1000 tane ağırlığı (g)			Ham protein oranı (%)		
	Altınova	Polatlı	Birleşik analiz	Altınova	Polatlı	Birleşik analiz
Reflexion	37.3 h	39.3 f	38.3 f	8.7 f	10.0 f	9.2 d
Apso-2	50.0 b	51.3 b	50.6 b	9.7 c	10.7 d	10.1 cb
Apso-3	44.5 d	45.5 d	45.0 d	9.2 c	10.4 e	9.8 c
Sixtine	40.3 g	42.0 e	41.1 e	10.7 a	11.5 b	11.1 a
Kral-97 (St.)	43.8 de	46.8 d	45.3 d	9.5 d	10.6 d	10.0 c
Taranie	54.3 a	56.0 a	55.1 a	10.2 b	11.4 b	10.8 a
Çetin 2000 (St.)	42.5 ef	46.3 d	44.4 d	10.1 b	11.2 c	10.6 ab
Bastille	44.5 d	45.5 d	45.0 d	10.8 a	11.7 a	11.2 a
Larende (St.)	48.0 c	48.0 c	48.0 c	8.6 f	9.6 f	9.1 d
Aydan Hanım (St.)	41.5 fg	42.5 e	42.0 e	7.7 g	8.9 g	8.2 e
Ortalama	44.65 B	46.3 A	45.47	9.49	10.55	10.02

\*: Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur ( $p < 0.05$ ).

### 3.4. Ham Protein Oranı

Ele alınan arpa çeşitleri arasında ham protein oranı bakımında Altınova'da en düşük ve en yüksek olarak %7.7 ile %10.8 arasında sırasıyla, Aydan Hanım ve Bastille çeşitlerinden, Polatlı'da ise %8.9 ile %11.7 arasında, yine aynı çeşitlerden elde edilmiştir. Lokasyon ortalamasına göre ise en yüksek ham protein oranı Sixtine, Kral-97 (St.), Taranie, Çetin 2000 (St.) ve Bastille çeşitleri ön plana çıkmıştır. Aydan Hanım (St) gerek lokasyonlarda ve gerekse ortalama ham protein bakımından en düşük olan çeşit olarak kendini göstermiştir. Altınova'da çeşitlerin ortalaması olarak ham protein oranı (% 9.49), Polatlı lokasyonunda (%10.55) olarak yaklaşık % 1 kadar düşük bulunmuştur. Her iki lokasyonda her ne kadar kısmi sulama yapılmış olsa da, Altınova'nın toplam yağış miktarı, arpa çeşitlerinin vejetatif aksamını artırabileceğini, Polatlı'da toprakların başta organik madde oranı olmak üzere bazı besin maddelerinin daha yüksek olmasından kaynaklanabilir. Denemede ortalama göre elde edilen ham protein değerleri %8.2-11.2, Çölkesen ve ark. (2002), Kahramanmaraş ve Şanlıurfa koşullarında protein oranı % 10.32-11.95 değerleri ile uyumlu, Aydoğan ve ark. (2011) protein oranını % 11.08-12.15 olarak, İmamoğlu ve Yılmaz

**Çizelge 5.** Arpa çeşitlerinin 2.5-2.8 mm elek üstü ve altı (%) oranları\*

Çeşit	2.5-2.8 mm elek üstü (%)			2.5-2.8 mm elek altı (%)		
	Altınova	Polatlı	Birleşik analiz	Altınova	Polatlı	Birleşik analiz
Reflexion	85.4 h	85.4 h	85.4 h	14.6 a	13.5 a	14.0 a
Apso-2	97.2 a	97.2 a	97.2 a	2.3 b	1.8 g	2.1 g
Apso-3	90.8 e	90.8 e	90.8 e	9.2 d	8.6 c	8.9 c
Sixtine	87.4 f	87.4 f	87.4 f	12.6 c	11.4 b	11.9 b
Kral-97 (St.)	96.4 b	96.4 b	96.4 b	3.6 g	2.4 f	2.9 f
Taranie	91.6 d	91.6 d	91.6 d	8.4 e	7.5 d	7.9 d
Çetin 2000 (St.)	91.1 e	91.1 e	91.1 e	8.9 d	7.4 d	8.1 d
Bastille	93.9 c	93.9 c	93.9 c	6.0 f	5.6 e	5.8 e
Larende (St.)	96.2 g	96.2 g	96.2 g	13.8 b	13.5 a	13.6 a
Aydan Hanım (St.)	85.2 h	86.4 g	86.3 g	14.8 a	13.6 a	13.7 a
Ortalama	90.57	91.48	91.03	9.42	8.51	8.96

\*: Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur ( $p < 0.05$ ).

(2012)'in %11.7-15.1 değerlerinden düşük bulunmuştur. Sirat ve Sezer (2017) en yüksek ham protein oranına Çıldır-02 (%11.74) ve Efes-98 (%11.69) çeşitlerinden sağlamışlardır. Akdeniz ve ark. (2004), Van kıraç koşullarında bazı arpa çeşitlerinin ham protein oranları %10.37-10.95 arasında olup, Çetin-2000 çeşidinin %10.37 olarak bu çalışmadaki aynı çeşidin bulgularıyla (%10.6) oldukça uyum içinde olduğu görülmektedir. Karahan ve Sabancı (2010) Ceylanpınar'da tanede protein oranı yüksek olmakla beraber tane veriminin %40 azaldığını beyan etmişlerdir. Sari ve İmamoğlu (2007), Ege bölgesi sahil kuşağında geliştirilen bazı yazlık arpa çeşitlerinin yüksek verimli, stabil ve genel adaptasyon kabiliyeti yüksek olduğu bildirilmektedir.

### 3.5. Ham Protein Oranı

Arpa çeşitlerinin 2.5-2.8 mm elek üstü analizlerinde Apso-2 çeşidi %97.2 ile diğer çeşitlerden en yüksek oranda olup, lokasyonlarda kısmen farklılıklar olmakla birlikte, ortalama en düşük elek üstü değeri %85.4 oranı ile Reflexion çeşidi olmuştur. En yüksek elek üstü değerine sahip Apso-2 ise en düşük elek altı (%2.1) değerine sahip olmuştur (Çizelge 5).

### 3.5. Hektolitre ağırlığı

Çizelge 6'ta sunulan arpa çeşitlerinin hektolitre ağırlığı Altınova'da 63.0 ile 68.0 kg/lt arasında olup, Polatlı'da 64.3 ile 69.8 kg/lt arasında değişmiştir. Çeşitlerim hektolitre ağırlığı birbirine çok yakın bulunduğundan lokasyonda farklı gruplanmalar olmuştur. Her iki lokasyonda ve birleşik analizde ise hektolitre ağırlığı en düşük olarak Kral-97 (St.) çeşidinden elde edilmiştir. Bu özellik bakımından Apso-2, Sixtine, Taranie, Bastille ve Çetin 2000 (St.) çeşitleri yüksek olarak aynı grupta yer almıştır. Bununla birlikte, iki lokasyon arasında 1.7 kg/hl olmakla birlikte istatistiksel olarak önemli olmamıştır ve ortalamada hektolite ağırlığı 63.6 ile 68.9 kg/lt arasında değişmiştir. Bazı araştırmacılar, farklı çeşit ve lokasyonlarda farklı miktarlarda değerler bulmuşlardır. İmamoğlu ve Yılmaz (2012) hektolitre

ağırlığı 59.2- 67.9 kg/hl; Yağdı (2004) genotiplerin hektolitre ağırlıklarını 77.93- 81.26 kg arasında olduğunu ve çalışmasında yaş öz içeriği ile protein oranı, hektolitre ağırlığı ve 1000 tane ağırlığı arasında pozitif korelasyon elde etmişlerdir. Samsun ekolojik koşullarına uygun arpa çeşitlerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada en yüksek hektolitre ağırlığı Fahrettinbey (68.1 kg/hl) ile Balkan-96 (66.4 kg/hl) çeşitlerinden elde edilmiştir (Sirat ve Sezer, 2005). Bazı arpa genotiplerinin farklı çevre şartlarında tane verimi, verimi etkileyen morfolojik karakterler (başaklanma süresi ve bitki boyu) ve bazı kalite kriterleri (hektolitre ağırlığı, bin tane ağırlığı, protein ve nişasta oranları gibi özellikler bakımından, genotip, lokasyon ve genotip x lokasyon interaksyonunda %1 ve %5 düzeyinde önemli farklılıkların olabileceği belirtilmiştir (Kendal, 2013).

Çizelge 6. Araştırmada yetiştirilen arpa çeşitlerinin hektolitre ağırlıkları\*

Çeşit	Hektolitre ağırlığı (kg/hl)		
	Altınova	Polatlı	Birleşik Analiz
Reflexion	66.0 bc	67.8 cd	66.9 bc
Apso-2	68.0 a	69.0 abc	68.5 a
Apso-3	65.5 c	68.0 bc	66.8 bc
Sixtine	67.5 a	67.8 cd	67.6 ab
Kral-97 (St.)	63.0 e	64.3 f	63.6 e
Taranie	67.0 ab	68.8 abc	67.9 ab
Çetin 2000 (St.)	66.0 bc	69.5 ab	67.8 ab
Bastille	68.0 a	69.8 a	68.9 a
Larende (St.)	64.0 ed	66.0 e	65.0 d
Aydan Hanım (St.)	65.0 cd	66.3 ed	65.6 cd
Ortalama	66.0	67.7	66.9

\*: Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur (p<0.05).

### 4. SONUÇ

Altınova ve Polatlı tarımsal işletmelerinin sulu koşullarında yetiştirilen arpa çeşitlerinden Reflexion çeşidi kısa boylu ve verimi en yüksek çeşit olarak ortaya çıkmıştır. 1000 tane ağırlığı yönünden Taranie

çeşidi ön sırada, en yüksek ham protein oranı yönünden Sixtine, Bastille ve Çetin 2000 (St.) çeşitleri olmuştur. En yüksek hektolitre ağırlığı bakımından ise Apso-2, Sixtine, Taranie ve Çetin 2000 (St.) çeşitleri olmuştur.



## KAYNAKLAR

- Akdeniz, H., Karslı, M., Ülker, M., Oral, E. (2006). Effects of increasing levels of N fertilization on yields on yield and nutrient content of different barley varieties grown arid condition. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 5(2), 150–155.
- Akdeniz, H., Keskin, B., Yılmaz, İ., Oral, E. (2004). Bazı arpa çeşitlerinin verim ve verim unsurları ile bazı kalite özellikleri üzerinde bir araştırma. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 14(2), 119–125.
- Akkaya, A., Akten, Ş. (1986). Kırac koşullarda farklı gübre uygulamalarının bazı kışlık Arpa çeşitlerinde kışa dayanıklılık ve dane verimi ile bazı verim öğelerine etkisi. *Doğa, Tr. Tar. Or. D.*, C:10, S:2, 127-140s.
- Akman, Z., Karadoğan, T., Çarkçı, K. (1999). Farklı azot ve fosfor dozlarının arpa (*Hordeum vulgare*)'nın verim, verim öğeleri ve bazı kalite özelliklerine etkileri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi* (8), 1-2.
- Akyıldız, A.R., 1984. *Yemler Bilgisi Laboratuvar Kılavuzu (İlaveli ikinci baskı)*. AÜ Ziraat Fak., Yay. No:895, Ankara, 213 s.
- Anonymous. 2000. *Approved Methods of American Association of Cereal Chemists International (AACCI)*. The Association: St. Paul, MN.
- Aydoğan, S., Şahin, M., Akçacık, A.G., Ayrancı, R. (2011). Determination of high yielding and quality of barley genotypes in Konya Conditions. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 25(1), 10–16.
- Benlioğlu, B., Özkan, U. (2015). Bazı arpa çeşitlerinin (*Hordeum vulgare* L.) çimlenme dönemlerinde farklı dozlardaki tuz stresine tepkilerinin belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 24(2), 109–114.
- Bilen, S., Sezen, Y. (1993). Toprak reaksiyonunun bitki besin elementleri elverişliliği üzerine etkisi. *Atatürk Ü. Zir. Fak. Der.* 24 (2), 156-166.
- Çölkesen, M., Öktem, A., Engin, A., Öktem, A.G. (2002). Bazı arpa çeşitlerinin (*Hordeum vulgare* L.) Kahramanmaraş ve Şanlıurfa koşullarında tarımsal ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Mustafa. KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi* 5(2).
- Doğan, Y., Kendal, E., Karahan, T., Çiftçi, V. (2014). Tokat ili kentsel alanda bildirilen ürünleri tüketim düzeyi ve alışkanlıklarının belirlenmesi. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University*, 31(2014–2), 39–39. <https://doi.org/10.13002/jafag331>
- İmamoğlu, A., Yılmaz, N. (2012). Bursa ekolojik koşullarında bazı arpa (*Hordeum vulgare* L.) genotiplerinin verim ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi 1. *ANADOLU, J. of AARI*, 22(3), 13–36.
- Kendal, E. (2013). İleri kademedeki bazı yazlık arpa genotiplerinin farklı çevre şartlarında verim ve kalite parametrelerinin incelenmesi. *Fırat Üniv. Fen Bilimleri Dergisi*, 25(1), 7–17.
- Karahan, T., Sabancı, O.C. (2010). Güneydoğu Anadolu ekolojik koşullarında bazı arpa (*Hordeum vulgare* L.) çeşitlerinin verim ve verim öğelerinin belirlenmesi. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 27(1), 1–11.
- Kaydan, D., Yağmur, M. (2007). Van ekolojik koşullarında bazı iki sıralı arpa çeşitlerinin (*Hordeum vulgare dictichon* L.) verim ve verim öğeleri üzerine bir araştırma. *Tarım Bilimleri Dergisi Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Van*, 13(3), 269–278.
- Kızılkıç, F., Akıncı, C., Biçer, T.Ö., Başdemir, F., Yıldırım, M. (2016). Bazı arpa genotiplerinin Diyarbakır ve Şanlıurfa koşullarında verim ve kalite özellikleri açısından incelenmesi. *Tarla Bitkileri Merkezi Araştırma Enstitüsü*. 25 (Özel sayı, 1), 146-150.
- Köse Ö.D.E ve Mut, Z. 2018. Tahıl Ve Tahıl Ürünlerinin İnsan Beslenmesi ve Sağlık Açısından Önemi, *Yozgat'ta Tahılların Durumu. III. ULUSLARARASI BOZOK SEMPOZYUMU Bölgesel Kalkınma ve Sosyo-Kültürel Yapı 3rd INTERNATIONAL BOZOK SYMPOSIUM. 03-05 Mayıs 2018 YOZGAT*.
- Köse Ö.D.E ve Mut, Z. 2019. Yerli ve Yabancı Bazı Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Çeşitlerinin Mineral Madde İçerikleri. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 22(5):671-677, 2019 *KSU J. AgricNat* 22(5):671-677, DOI:10.18016/ksutarimdog.vi.523982
- Öztürk, İ., Avcı, R., Kahraman, T. (2007). Trakya Bölgesinde Yetiştirilen Bazı Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Çeşitlerinin Verim ve Verim Unsurları İle Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(1), 59–68.
- Sarı, N., İmamoğlu, A. (2007). Determination of performance of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) varieties at the Aegean Region. *Anadolu, J. of AARI*, 17(1), 1–7.
- SAS User's Guide: *Statistics, Version 5 ed.* SAS inst., Inc., Cary, NC. 1985.
- Sirat, A., Sezer, İ., Mut, Z. (2012). Bazı Kışlık Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Çeşitlerinin genotip x çevre etkileşimlerini ve stabilite belirlenmesi. *GÜFBED/GUSTIJ* (2012), 2(2), 68–75.
- Sirat, A., Sezer İ (2005). Samsun ekolojik koşullarına uygun arpa (*Hordeum vulgare* L.) çeşitlerinin belirlenmesi. *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 20(3), 72–81.
- Sirat, A., Sezer İ (2014). Samsun İlinde Arpa Üretim Potansiyeli. *The Potential of Barley Production In Samsun Province. GÜFBED/GUSTIJ*, 4(2), 183–192.
- Sirat, A., Sezer, İ. (2017). Baflra Ovasında Yetiştirilen Bazı İki Sıralı Arpa (*Hordeum vulgare conv. distichon*) Çeşitlerinin verim, verim öğeleri ile bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(1), 77–87.
- Ülker, M., Sönmez, F., Çiftçi, V. (2001). Kışlık arpanın verim ve bazı karakterlerinde adaptasyon ve stabilite analizi. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 32(1), 25–32.
- Yağdı, K. (2004). Bursa koşullarında geliştirilen ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) hatlarının bazı kalite özelliklerinin araştırılması. *Ulud. Üniv. Zir. Fak. Derg.*, 18(1), 11–23.
- Yeğin, Z.G., Yorgancılar, M. (2012). ARPA Genotiplerinde Tuz Toleransının Fizyolojik Analizlerle Belirlenmesi. (2012).
- Yılmaz, İ., Bozkurt, M., Akdeniz, H. (2001). Kışlık arpa tarımında arıtma çamuru kullanma olanakları üzerinde bir araştırma. *T.C. Mersin Üniveristesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü-Ulusal Sanayi-Çevre Sempozyumu ve Sergisi*, 169–177.
- Yılmaz, HA., Dokuyucu, T. (1994). Kahramanmaraş koşullarına uygun ve yüksek verimli makarnalık buğday çeşitlerinin saptanması. *Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi*, 22-25 Eylül, 9-13, Samsun.





## **Tarımsal Ürünlerin Kurutulmasında Kullanılan Kurutma Yöntemleri**

Derleme/Review

**Seda GÜNAYDIN<sup>1</sup> Cevdet SAĞLAM<sup>1</sup> Necati ÇETİN<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Kayseri

\* Corresponding Author: [sedagunaydin07@gmail.com](mailto:sedagunaydin07@gmail.com)

Seda GÜNAYDIN ORCID ID: 0000-0003-2510-9638, Cevdet SAĞLAM ORCID ID: 0000-0002-9955-3128,

Necati ÇETİN ORCID ID: 0000-0001-8524-8272

### **Yayın Bilgisi**

Geliş Tarihi: 31.03.2022

Revizyon Tarihi: 16.05.2022

Kabul Tarihi: 17.05.2022

Doi: 10.55257/ethabd.1096697

### **Anahtar Kelimeler**

*Kurutma, Tarımsal Ürün, Nem içeriği, Enerji Tüketimi*

### **Keywords**

*Drying, Agricultural product, Moisture content, Energy consumption*

### **Özet**

Tarımsal ürünler bünyesinde bulunan yoğun nem sebebiyle hasattan kısa bir süre sonra çürüme ve bozulma eğilimine girmektedir. Çürüme rejimine giren bu ürünlerin aroma, renk, görünüş ve besinsel özelliklerinde kayıplar meydana gelmektedir. Bu kalite kayıplarını önlemek ve ürünlerin raf ömrünü artırmak amacıyla geçmişten günümüze kadar uygulanan çeşitli muhafaza yöntemleri uygulanmıştır. Bu yöntemlerden en ekonomik ve yaygın olarak kullanılanı kurutarak muhafaza yöntemidir. Kurutulmuş ürünün; taşıma ve depolamada kolaylık sağlaması, besin içeriği açısından daha konsantre bir özellik göstermesi, çok uzun süre boyunca muhafaza edilebilmesi, paketleme masrafının daha az olması gibi diğer muhafaza yöntemlerine göre üstünlükleri vardır. Ayrıca kurutma işlemi ile kuru incir, kuru kayısı, kuru üzüm gibi ticari değeri olan ürünler elde edilmektedir. Bu çalışmanın amacı literatür bilgileri doğrultusunda tarımsal ürünlerin kurutulmasında yararlanılan güneşte, gölgede, konvektif, vakumlu, mikrodalga, dondurarak, sprey, köpük, puf, kızılötesi, ozmotik, elektrohidrodinamik ve hibrit kurutma yöntemlerinin incelenmesidir.

### **Drying Methods Used in Drying of Agricultural Products**

#### **Abstract**

Agricultural products tend to rot and deteriorate shortly after harvest due to the intense moisture content. The aroma, color, appearance and nutritional properties of these products, which begin the decay regime, are lost. In order to prevent these quality losses and to increase the shelf life of the products, various preservation methods have been applied from past to present. The most economical and widely used of these methods is the preservation method by drying. It has advantages over other preservation methods such as convenience in transportation and storage, more concentrated nutrient content, long-term preservation, and less packaging costs. In addition, products with commercial value such as dried figs, dried apricots, drying grapes and raisins are obtained by drying. The aim of this study is to examine the sun, shade, convective, vacuum, microwave, freeze, spray, foam, puff, infrared, osmotic, electrohydrodynamic and hybrid drying methods used for drying agricultural products in accordance with the literature.

## 1. GİRİŞ

Hasat sonrası taze meyve ve sebzeler bünyesinde bulunan yoğun nem miktarı ve hassas dokuları sebebiyle çürüme eğilimine girer. Bu ürünlerin fiziksel ve biyokimyasal özelliklerinde bazı kayıplar meydana gelmektedir. Bu kalite kayıplarını önlemek için ısı uygulaması ile muhafaza, soğuk uygulama ile muhafaza, kurutarak muhafaza, koruyucu maddelerle muhafaza, fermentasyon, kontrollü atmosferde depolama, modifiye atmosferde depolama gibi çeşitli muhafaza yöntemleri uygulanmaktadır. Bu yöntemlerden en ekonomik ve en yaygın olarak kullanılan kurutarak muhafaza yöntemidir. Kurutmada temel amaç; kurutma süresi ve enerji tüketiminin minimize edilerek materyallerin kalite parametrelerinin optimizasyonudur. Kurutmanın; taşıma ve depolamada kolaylık sağlaması, kurutulmuş ürünlerin besin içeriği açısından daha konsantre bir özellik göstermesi, ürünlerin çok uzun süre boyunca muhafaza edilebilmesi, depolama, taşıma ve paketleme masraflarının daha az olması gibi diğer muhafaza yöntemlerine göre üstünlükleri vardır. Bununla birlikte kurutma işlemi ile kuru incir, kuru kayısı, kuru üzüm gibi ticari değeri olan ürünler elde edilmektedir (Alibaş, 2012; Darıcı ve Şen 2012; Calín-Sánchez ve ark., 2012; Morad ve ark., 2017; Adeleye ve ark., 2020).

Kurutma işlemi, ürünlerin yapısında bulunan yoğun nemin, mikroorganizma faaliyetlerinin inaktive edildiği bir nem düzeyine kadar indirilmesidir (Deng ve ark., 2017; Alibaş ve ark., 2021). Kurutma işlemi “eş zamanlı gerçekleşen ısı ve kütle transferi olayı” şeklinde ifade edilmektedir. Isı transferi sırasında kurutma materyali kurutucu içerisinde sirküle olan sıcak hava ile etkileşime girerek ısınır. Kütle transferinde ise kurutma materyalinin dış kısmında ince bir film şeklinde olduğu kabul edilen nemin buharlaşmasının ardından, iç tabaklardaki nem dış katmanlara taşınır. Kurutma işlemi sırasıyla; materyalin ısınması etabı, sabit hızla kuruma etabı ve azalan hızla kuruma etabı olmak üzere üç aşamada gerçekleşir. Materyalin ısınması evresi, ürünlerin kurutucu içerisindeki sıcaklığa eriştiği süreci kapsar. Materyalin ısınması kısa sürede gerçekleştiği için bu evrede kayda değer miktarda nem kaybı olmaz. Dolayısıyla bu aşamadan sonra ürünler sabit hızla kuruma evresine girer. Sabit hızla kuruma evresinde, kurutma materyalinin yüzeyinin ince bir su filmiyle kaplı olduğu varsayılır ve burada ürünün iç kısmından yüzeye taşınan su hızı ile kurutma materyalinden buharlaşan suyun hızı eşittir. Ürünlerin iç kısmından dış katmanlara taşınan su hızının, kurutma materyalinin yüzeyindeki nemin buharlaşma hızından daha az olması durumunda ürün yüzeyindeki ince su filmi zamanla yok olmaya başlar. Sabit hızla kuruma evresi bu anda sona erer ve bu andaki neme 1. kritik nem düzeyi denir. Bu anda 1.kritik nem düzeyinden itibaren azalan hızla kuruma evresi başlar ve bu evre ürün denge nemine ulaşıncaya yani iç tabakalardan dış tabakalara olan nem geçişi bittiği anda sona erer (Yağcıoğlu, 1999). Ürünlerden fazla nemin uzaklaştırılması olarak da ifade edilen kurutma işlemi

iletim (kondüksiyon), taşınım (konveksiyon) ve ışınım (radyasyon) teknikleri kullanılarak yapılmaktadır. Bu tekniklerin kullanıldığı ve geçmişten günümüze uygulanan güneşte ve gölgede kurutma yöntemi, mikrodalga kurutma yöntemi, konvektif kurutma yöntemi, dondurarak kurutma yöntemi, sprey kurutma yöntemi, vakumlu kurutma yöntemi, kızılötesi kurutma yöntemi, ozmotik kurutma yöntemi, köpük kurutma yöntemi, puf kurutma yöntemi, elektrohidrokinamik kurutma yöntemi ve hibrit kurutma yöntemi gibi pek çok kurutma yöntemi tanımlanmıştır (Sadıkoğlu ve Özdemir, 2003; Gürel ve ark., 2016; Top ve ark., 2019; Liu ve ark., 2019; Dehghannya ve ark., 2019). Bu çalışmanın amacı literatür araştırması doğrultusunda tarımsal ürünlerin kurutulmasında kullanılan kurutma yöntemlerinin incelenmesini kapsamaktadır.

## 2. TARIMSAL ÜRÜNLERİN KURUTULMASINDA KULLANILAN KURUTMA YÖNTEMLERİ

### 2.1.1. Güneşte Kurutma Yöntemi

Doğal kurutma yöntemi güneşte kurutma yöntemi ve gölgede kurutma yöntemi olmak üzere iki grupta incelenir.

### 2.1.1. Güneşte Kurutma Yöntemi

Doğal kurutma yöntemlerinden biri olan güneşte kurutma yöntemi açık havada ürünlerin kurutulması işlemidir. Güneşte kurutma yönteminin; kurutma süresince başka bir enerji kaynağına ihtiyaç duyulmaması ve yüksek maliyet gerektirmemesi gibi son derece önemli avantajları vardır. Fakat kurutma süresinin uzun olması, serilerek kurumaya bırakılan ürünlerin hava koşullarından etkilenmesi ile birlikte toz, toprak, böcek, kuş ve kemirici gibi çeşitli kirleticilerin etkisi altında kalması, kurutma için büyük alanlara gereksinim duyulması, ürünlerde küflenme riskinin yüksek olması ve kurutma süresinin uzamasına bağlı olarak önemli ölçüde kalite kayıplarının meydana gelmesi gibi dezavantajları vardır. Ayrıca güneşte kurutma yönteminde işgücü ihtiyacı optimum düzeydedir. Bununla birlikte, açık alanda yapılan güneşte kurutma işlemi sonlanıncaya kadar sağlık açısından son derece zararlı olan çeşitli gaz emülsiyonlarının kurutma materyaline nüfuz etme olasılığı oldukça yüksektir. Güneşte kurutma işlemi için çoğunlukla tarım arazileri kullanılır. Bu da arazide kurutma işlemi sonlanıncaya kadar tarımsal üretim yapılamamasına sebep olmaktadır. Dolayısıyla güneşte kurutma yönteminin tarımsal üretimi sınırlandırıcı bir etkisi de söz konusu olmaktadır (Özbay Doğu ve Sarıçoban, 2015; Liu ve ark., 2019; Turan ve İslam, 2019; Srinivasa Reddy, 2020; Alibaş ve ark., 2021; Waswaa ve ark., 2021).

### 2.1.2. Gölgede Kurutma Yöntemi

Gölgede kurutma yöntemi genellikle baharatların ve aromatik tıbbi bitkilerin kurutulmasında tercih edilir. Güneşte kurutmada olduğu gibi gölgede

kurutma yönteminin de kurutma işlemi sonlanıncaya kadar herhangi bir ek enerji gereksiniminin olmaması son derece önemli bir avantajdır. Buna karşın, gölgede kurutma yönteminde kurutma süresinin uzun olması, bununla ilişkili olarak da ürünlerin besinsel içeriğinde ciddi kayıpların meydana gelmesi (aflatoksin oluşumu gibi) dezavantajlı yönlerindedir. Ayrıca gölgede kurutma yönteminde kurutma materyallerinin sinek, böcek, fare gibi zararlıların istilasına uğraması kaçınılmazdır. Bununla birlikte kurutmanın yapıldığı kapalı alanlarda nem denetimi oldukça güç olup, bu durum ürünlerde küf mantarlarının oluşmasına yol açmaktadır. Güneşte ve gölgede kurutma yöntemlerine söz konusu dezavantajlarından dolayı rağbet azalmış olup, günümüzde daha yenilikçi kurutma yöntemleri yer edinmeye başlamıştır (Toğrul, 2006; Alibaş, 2012; Kara ve ark., 2014; Gürel ve ark., 2016).

Literatürde güneşte ve gölgede kurutma yöntemi kullanılarak pek çok ürün kurutulmuştur. Silbir ve ark. (2015) kuzukulağı yapraklarını (Rumex acetosa), güneşte ve 180, 540 ve 900 W'da mikrodalga kurutma yöntemleri ile kurutmuş ve en uzun kurutma süresinin 60 saat ile güneşte kurutma yöntemi olduğunu bildirmiştir. Ayrıca çalışmada kalite parametrelerinin en iyi korunduğu yöntemin 180 W'da mikrodalga kurutma yöntemi olduğu, güneşte kurutulan ürünlerin askorbik asit ve renk parametrelerinde önemli ölçüde kayıplar meydana geldiği tespit edilmiştir. Güleç ve Turhan Özdemir (2017) tarafından yürütülen bir çalışmada karayemiş meyvesi güneşte, 460, 600 ve 700 W'da mikrodalga kurutma ile 200, 300, 400 ve 500 W'da kızılötesi kurutma yöntemleri kullanılarak kurutulmuştur. Çalışmada en uzun kurutma süresinin 5760 dakika ile güneşte kurutma yönteminde olduğu saptanmıştır. Wasswa ve ark. (2021) tarafından yürütülen bir çalışmada börülce yaprakları güneşte kurutma ve 10 dakika boyunca sıcak suya daldırma ön işlemi ardından güneşte kurutma olmak üzere iki farklı şekilde kurutulmuştur. Çalışma sonucunda sıcak su ön işlemi uygulanarak güneşte kurutulan ürünlerde Fe, Zn ve Ca içeriğinin daha yüksek seviyede olduğu tespit edilmiştir. Alibaş ve ark. (2021) dilimlenmiş deveci armudunu doğal (gölgede) ve 60, 80, 100°C hava sıcaklıklarında konveksiyonel fırında kurutmuş olup, en uzun kurutma süresi olan gölgede kurutmanın ürünlerde kalite parametrelerini olumsuz etkilediğini bildirmiştir. Pinar ve ark. (2021) iki farklı biber çeşidini açıkta güneşte, gölgede, serada, dondurarak kurutma, 300-600 W'da mikrodalga ve 60-80°C'de konvektif kurutma yöntemi ile kurularak likopen,  $\beta$ -karoten ve ham protein içeriğinin dondurarak kurutulan ürünlerde çok daha iyi korunduğunu tespit etmiştir. Bununla birlikte en yüksek askorbik asit içeriği gölgede ve dondurarak kurutulan ürünlerde ölçülmüştür. Ayrıca çalışmada toplam fenolik içeriğinin mikrodalga kurutma yönteminde artış gösterdiği, gölgede kurutma yönteminde yağ asitleri kayıplarının daha az olduğu saptanmıştır. Çalışmada en uzun kurutma süresi 240 saat ile gölgede kurutma yönteminde, en kısa kurutma süresi 600 W'da mikrodalga kurutma yönteminde 21 dakika olarak kaydedilmiştir. Patel ve ark. (2020) sarımsak

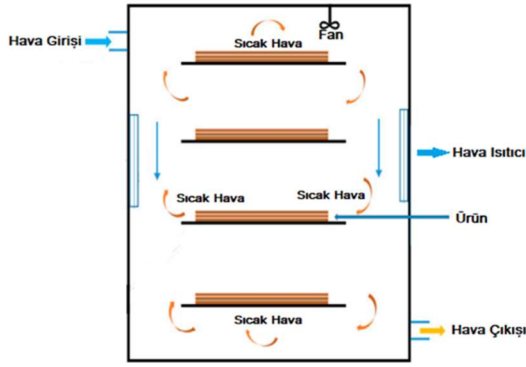
dişlerinin gölgede, güneşte, 800 W'da mikrodalga ve 60°C'de konvektif kurutma yöntemi ile kurutulmasında en uzun kurutma süresini gölgede kurutmada ölçmüştür. Ayrıca çalışmada en yüksek C vitamini içeriğinin gölgede kurutma yönteminde bulunmasına sebep olarak askorbik asitin sıcaklığa duyarlı olması gösterilmiştir.

## 2.2. Yapay (Sunı) Kurutma Yöntemleri

Gelişen teknoloji ile birlikte tarımsal ürünlerin kurutulmasında geleneksel kurutma yöntemlerinin (güneşte ve gölgede kurutma) yerini daha yenilikçi yöntemler almaya başlamıştır. Bu bölümde tarımsal ürünlerin kurutulmasında yararlanılan yapay kurutma yöntemlerinden; konvektif kurutma metodu, mikrodalga kurutma metodu, sprey kurutma metodu, vakumlu kurutma metodu, dondurarak kurutma (liyofilizasyon) metodu, kızılötesi kurutma metodu, ozmotik kurutma metodu, köpük kurutma metodu, puf kurutma metodu, elektrohidrodinamik kurutma metodu ve hibrit kurutma metodu ayrıntılı olarak incelenmiştir.

### 2.2.1. Konvektif Kurutma Yöntemi

Konvektif kurutma yöntemi (sıcak hava ile kurutma), güneşte kurutmaya alternatif olarak geliştirilmiş bir yöntemdir. İlk yatırımının masraflı olmaması ve kullanım kolaylığı sunması yönüyle tarımsal ürünlerin kurutulmasında uzun yıllardan bu yana yaygın olarak kullanılır. Sıcak hava ile kurutma yöntemi kurutucu içerisine giren havanın ısıtılarak bir fan yardımıyla kurutucu içerisinde dolaştırılması esasına dayanır (Şekil 1). Bu yöntemde ısıtılan hava kurutulacak ürünlerin dış katmanından başlayarak yavaşça iç katmanlarına doğru nüfuz ederek dış tabakadan iç tabakalara doğru bir kuruma gerçekleşir (Çetin, 2019; Demir ve ark., 2019; Liu ve ark., 2019). Konvektif kurutma yöntemi özellikle bağıl nemin yüksek olduğu yerlerde kurutma süresini önemli ölçüde uzatır. Kurutucu hava sıcaklığının yükseltilmesiyle kurutma süresi kısaltılmakta fakat ürünlerde kabukta sertleşme, büzüşme, esmerleşme reaksiyonları gibi bir takım deformasyonlar meydana gelmektedir. Düşük sıcaklıklarda ise uzun süre sıcak havaya maruz kalan ürünlerde lipid oksidasyonu gerçekleşmektedir. Bununla birlikte, konvektif kurutma yönteminin; kuruma süresinin uzamasına paralel olarak enerji tüketiminin artması, ürünlerde rehidrasyon kapasitesinin azalması, materyallerin fiziksel ve biyokimyasal özelliklerinde ciddi kayıpların meydana gelmesine sebep olması gibi dezavantajları söz konusudur. Söz konusu dezavantajlarının önüne geçmek adına konvektif kurutma yöntemi ile mikrodalga, vakum, dondurma, ozmotik dehidrasyon, ultrases kombinasyonu yapılarak hibrit kurutma yöntemleri geliştirilmiştir. Hibrit kurutma yöntemleri hem kurutma süresi ve enerji tüketimi bakımından hem de besin kalitesi açısından faydalı olabilir (Cemeroğlu ve Özkan, 2004; Russo ve ark., 2013; Szadzinska ve ark., 2017; Adeleye ve ark., 2020).



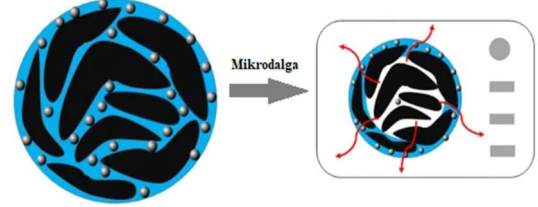
Şekil 1. Konvektif kurutmada ısı transferi (Adetoro ve ark., 2020)

Maysami ve ark. (2020) elma dilimlerinin 40, 50 ve 60°C'de konvektif kurutma yöntemi ile kurutulmasında en uzun kurutma süresi ve enerji tüketiminin sırasıyla; 537 dakika ve 11.2 kWh ile 40°C sıcaklıkta elde edildiği, sıcaklığın azalmasına paralel olarak enerji tüketiminin arttığını bildirmiştir. Kaveh ve ark. (2021) nar tanelerini 50, 60 ve 70°C sıcaklıkta konvektif, 270, 450, 630 W'da mikrodalga kurutma yöntemi ile kurutmuş ve özgül enerji tüketiminin en fazla olduğu yöntemin 145.12 kWh kg<sup>-1</sup> ile 50°C'de konvektif kurutma yöntemi olduğunu, buna karşın özgül enerji tüketiminin en az olduğu yöntemin 35.42 kWh kg<sup>-1</sup> ile 270 W'da mikrodalga kurutma yöntemi olduğunu tespit etmiştir. Bustos ve ark. (2018) tarafından yürütülen bir çalışmada böğürtlen, ahududu, siyah ve kırmızı frenk üzümü 50, 65, 130°C'de sıcak hava ve -80°C'de dondurarak kurutma yöntemi ile kurutulmuştur. Çalışmada konvektif kurutma yönteminde sıcaklığın azaltılmasıyla renk kayıplarının arttığı ve kurutma süresinin uzadığı, dondurarak kurutma yöntemi ile kurutulmuş ürünlerde renk parametrelerinin daha iyi korunduğu bildirilmiştir. Demir ve ark. (2019) kızılçık tanelerini 50, 60, 70°C'de konveksiyonel kurutucuda kurutarak kurutucu hava sıcaklığının azalmasıyla ürünlerdeki renk kayıplarının arttığını ve ürünlerde kararmalar meydana geldiğini bildirmiştir. Polatoğlu ve Beşe (2017) kızılçık meyvelerini sıcak hava sirkülatiyonlu fırında 50, 60, 70°C'de kurutmuş olup, kurutma hava sıcaklığının artmasıyla kurutma süresinin kısaldığını bildirmiştir. Ayrıca çalışmada C vitamini kayıplarının en fazla olduğu kurutma hava sıcaklığının 50°C olduğu tespit edilmiştir. Koca ve ark. (2009) kuşburnu meyvesini 50, 60 ve 70°C'de konvektif kurutma tekniğiyle kurutmuş ve kurutma hava sıcaklığının azalması ile kurutma süresi ve enerji tüketiminin arttığını bildirmiştir. Horuz ve ark. (2017) yaptıkları bir çalışmada vişnenin 50 ve 70°C'de konvektif, 120-180 W çıkış güçlerinde mikrodalga ve bu yöntemlerin kombinasyonları ile kurutulmasında özgül enerji tüketimi ve toplam enerji tüketiminin en fazla olduğu yöntemin kurutma süresinin uzun olmasına paralel olarak 50°C'de konvektif kurutma olduğunu bildirmiştir. Zia ve Alibas (2021) kızılçık meyvesini gölgede, 100, 300 ve 500 W'da mikrodalga ve 50, 70 ve 90°C'de konvektif ve kombine mikrodalga-konvektif kurutma yöntemi ile kurutmuş, en kısa kurutma süresinin 500W-90°C'de kombine kurutma yönteminde ölçüldüğünü, 50°C'de konvektif kurutma

yönteminde özgül enerji tüketiminin en yüksek olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca çalışmada antioksidan kapasitesi, toplam fenolik içerik, askorbik asit ve antosiyanin içeriği açısından taze ürüne en yakın değerlerin 300 W'da mikrodalga kurutma yönteminde elde edildiği belirtilmiştir. Kowalski ve ark. (2016) tarafından yürütülen bir çalışmada çileğin 50°C'de konvektif, 100 W çıkış gücünde mikrodalga ve 50°C-100 W'da kombine konvektif-mikrodalga kurutma yöntemi ile kurutulmasında özgül enerji tüketiminin en yüksek olduğu yöntemin 50°C'de konvektif kurutma yöntemi olduğu bulgulanmıştır. Niro ve ark. (2017) tarafından yürütülen bir çalışmada goji berry meyvesi 60°C sıcaklıkta konvektif kurutma yöntemiyle kurutulmuş ve konvektif kurutulan ürünlerdeki K, P, Cu, Fe, Mn ve Zn içeriğinin taze ürüne göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

### 2.2.2. Mikrodalga Kurutma Yöntemi

Mikrodalga kurutucular temel olarak magnetron, fırın boşluğu, dalga yayıcı bir güç kaynağı ve havalandırma sisteminden meydana gelmektedir (Yağcıoğlu, 1999; Alibas ve ark., 2021; Çetin, 2021). Bu yöntemde kurutucuda yer alan magnetron kurutulacak ürünlerin içerisindeki su moleküllerini yüksek frekansta titreştirmektedir. Bu titreşim hareketi sonucu oluşan hareket enerjisi ısı enerjisine dönüştürülerek ürünler merkezden başlayarak dış tabakalara doğru ısıtılmaktadır. Böylece ürünlerin içten dışa doğru kendi iç enerjisi ile kuruması sağlanmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Mikrodalga kurutmada ısı tranferi (Karimi ve ark., 2021)

Mikrodalga kurutma yönteminin; kurutma işleminin çok kısa bir sürede sonlanması, kuruma süresinin kısalmasına bağlı olarak enerji sarfiyatının azalması ve kurutma materyalinde aroma, renk, tat, makro ve mikro besin elementi içeriği gibi kalite parametrelerinin optimum seviyede korunması ve kurutma yapılacak alanın önceden ısıtılmasına gerek duyulmaması gibi son derece önemli avantajları vardır (Alibas, 2015; Günaydın, 2020; Guo ve ark., 2021; Liu ve ark., 2021). Buna karşın, mikrodalga kurutma yönteminin ilk yatırımının oldukça pahalı olması, tasarımı, kurulumu ve kullanımının zor olması, kurutma materyalinin tüm yüzeyinin eşit oranda ısınmamasından kaynaklı ürünlerin eşit oranda kurumaması, şekerli ürünlerde yanma, esmerleşme, patlama, çatlama gibi deformasyonlara sebep olması gibi dezavantajlı yönleri vardır. Yüksek mikrodalga çıkış güçlerinde kurutulmuş ürünlerde meydana gelen deformasyonları minimize etmek adına kombine kurutma yöntemlerinin uygulanması yaygınlaşmaya başlamış olup mikrodalga vakum kombinasyonunun enerji tüketimini azalttığı, bununla birlikte ürünlerde

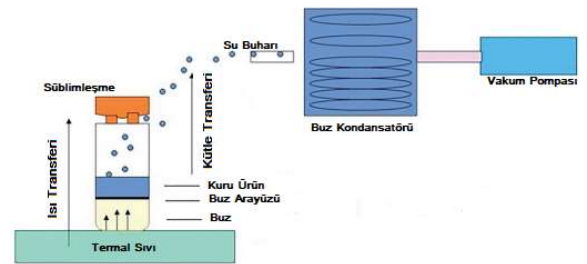


kalite parametrelerinin çok iyi düzeyde korunduğu bilinmektedir. Benzer şekilde mikrodalga konvektif kurutma kombinasyonu ile yapılan kurutma işlemleri kurutma süresini, bununla ilişkili olarak da enerji tüketimini azaltmaktadır (Karaaslan ve ark., 2012; Alibaş, 2012; Xu ve ark., 2018; Cin ve Palazoğlu, 2019; Alibaş ve ark., 2021). Simsek ve Süfer (2021) beyaz tatlı kirazların 50, 60 ve 70°C sıcaklıkta konvektif ve aynı sıcaklıkların 90 W'da mikrodalga kombinasyonu ile kurutulmasında tek başına konvektif kurutma süresinin hibrit yöntemle göre çok daha uzun olduğunu tespit etmiştir. Alibaş ve ark. (2019) maydanoz yapraklarını 700 W'da mikrodalga kurutma, 50°C sıcaklıkta konvektif kurutma, güneş fırınında, güneşte ve gölgede kurutma yöntemleri ile kurutmuş ve hem kurutma süresi açısından hem de kalite parametreleri açısından en iyi sonuçları veren yöntemin güneş fırınında kurutma ve mikrodalga kurutma yöntemi olduğunu bildirmiştir. Nawirska-Olszańska ve ark. (2017) tarafından yürütülen bir çalışmada altın çilek meyvesinin 70°C'de konvektif kurutma, 120 W ve 480 W çıkış güçlerinde mikrodalga kurutma yöntemi ile kurutulmasında kurutma süresi, antioksidan ve karotenoid içeriği bakımından en yüksek değerlerin 480 W'da mikrodalga kurutma yönteminde ölçüldüğü saptanmıştır. Kutlu ve İşçi (2016) kiraz domatesinin 140, 210 ve 280 W'da mikrodalga ve 60, 70 ve 80°C hava sıcaklıklarında konvektif kurutulmasında en uzun kurutma süresi 60°C sıcaklıkta konvektif kurutmada 1050 dakika, en kısa kurutma süresi 280 W'da mikrodalga kurutma yönteminde 70 dakika olarak kaydedilmiştir. Ayrıca çalışmada renk parametrelerinin mikrodalga ile kurutulan ürünlerde konvektif kurutma yöntemine kıyasla çok daha iyi korunduğu bildirilmiştir. Behera ve ark. (2021) havuç dilimlerinin mikrodalga (0.8-2.95 w g-1) ve konvektif (40°-60°C) kurutulmasında rehidrasyon kapasitesi ve renk açısından mikrodalga kurutma yönteminin iyi sonuçlar verdiğini, ayrıca bu yöntemde enerji tüketiminin daha az olduğunu saptamıştır. Chauhan ve ark. (2015) karonda meyvesinin 800 W'da mikrodalga, -20°C'de dondurarak kurutma ve güneşte kurutma yöntemi ile kurutulmasında protein içeriği, antioksidan kapasitesi ve besin elementi içeriğinin en üst düzeyde korunduğu yöntemin 800 W'da mikrodalga kurutma yöntemi olduğunu tespit etmiştir. Liu ve ark. (2019) alıç meyvesini 60, 80, 100 ve 120°C sıcaklıklarda konvektif, 400, 640 ve 800 W'da mikrodalga, -80°C dondurarak kurutma ve güneşte kurutma yöntemlerini kullanarak kurutmuş olup en kısa kurutma süresinin (10-19 dakika) mikrodalga kurutma yönteminde ölçüldüğünü, bununla ilişkili olarak mikrodalga kurutma yönteminin enerji tüketimi bakımından fayda sağladığını belirlemiştir.

### 2.2.3. Dondurarak Kurutma Yöntemi

Dondurarak kurutma yöntemi (liyofilizasyon) ısıya duyarlı ürünlerin kurutulmasında tercih edilen bir yöntem olup, bu yöntemde üründe ihtiva eden yüksek orandaki nem düşük basınç altında süblimasyon yolu ile üründen uzaklaştırılır. Bu teknikte ürünlerden yoğun nemin azaltılması işlemi üç etapta

tamamlanmaktadır. Bunlar sırasıyla; dondurma evresi, birincil kurutma evresi ve ikincil kurutma evresidir (Şekil 3). Kurutulacak ürün ilk önce dondurulur ve dondurulmasının ardından buz oluşumları meydana gelir. Oluşan buzlar süblimleştirilerek (katı formdan gaz forma geçiş) su buharına dönüştürülmektedir. Su buharı bir vakum pompası yardımıyla çekilerek ortamdan uzaklaştırılmaktadır (Kumar ve ark., 2001; Sadıkoğlu ve Özdemir, 2003). Dondurarak kurutulan ürünlerin tekstürel yapı, renk ve besin içeriğinin önemli ölçüde korunması, tat ve aroma kayıplarının minimum düzeye inmesi, kurutulan ürünlerin yüksek rehidrasyon özelliğine sahip olmaları gibi önemli avantajları vardır. Buna karşın; maliyetinin çok yüksek olması, kurutma için çok uzun bir süreç gerektirmesi ve buna paralel olarak enerji sarfiyatının fazla olması gibi dezavantajları söz konusudur (Ratti, 2001; Marques ve ark., 2006).



Şekil 3. Dondurarak kurutmada ısı ve kütle transferi (Kumar ve ark., 2011)

Başığit ve Karaaslan (2020) keme mantarının dondurarak, vakumlu, kabin ve güneş enerjili kurutma teknikleriyle kurutulmasında renk, rehidrasyon kapasitesi, koku ve aroma özellikleri bakımından en iyi sonuçları veren yöntemin dondurarak kurutma yöntemi olduğunu bildirmiştir. Akyıldız ve ark. (2017) karpuz dilimlerini 70°C sıcaklıkta konvektif kurutma ve -66°C'de dondurarak kurutma yöntemi ile kurutmuş olup, askorbik asit, tat, koku, rehidrasyon kapasitesi açısından en iyi sonuçları veren yöntemin dondurarak kurutma yöntemi olduğunu belirtmiştir. Çakmak ve ark. (2016) dilimlenmiş dağ çileği meyvesini -50°C'de dondurarak kurutma yöntemi ve 60°C'de tepsili kurutucuda konvektif kurutma yöntemi ile kurutmuş olup, askorbik asit içeriği, toplam fenolik ve antioksidan kapasitesinin dondurarak kurutulan ürünlerde daha iyi korunduğunu saptamıştır. Lu ve ark. (2021) siyah kurt üzümünü güneşte, 50 ve 60°C'de konvektif, -30 ve -60°C'de dondurarak kurutma yöntemi ile kurutmuş ve dondurarak kurutulan ürünlerin görüntü, biyoaktif bileşenler, toplam fenolik, antioksidan kapasitesi ve antosiyanin içeriğinin diğer kurutma yöntemlerine nazaran daha iyi korunduğunu belirtmiştir. Köprülalan ve ark. (2021) balkabağı dilimlerinin -55°C'de dondurarak kurutma, 50, 60 ve 70°C'de konvektif kurutma ve bu yöntemlerin puf kurutma kombinasyonu ile kurutulmasında antioksidan kapasitesi, fenolik içerik, toplam karotenoid ve renk bakımından dondurarak kurutma yönteminin diğer yöntemlere göre daha iyi sonuçlar verdiğini, dondurarak-puf kurutma kombinasyonunun tek başına dondurarak kurutma yöntemine göre kurutma süresini %23 oranında azalttığını bildirmiştir.





Karabacak (2019) karaçalı pestilinin vakumla kurutulmasında basınç seviyesinin artırılmasıyla kurutma süresinin kısaldığını belirtmiştir. İzli ve ark. (2019) deveci armudu dilimlerini 100-200 W'da mikrodalga ve 200-400 mmHg basınç uygulaması ile mikrodalga vakum kombinasyonu ile kurutmuş ve vakum seviyesinin artması ile enerji tüketiminin azaldığını, kombine kurutulan ürünlerin gözeneklilik boyutu ve dağılımının homojenlik gösterdiğini belirlemiştir.

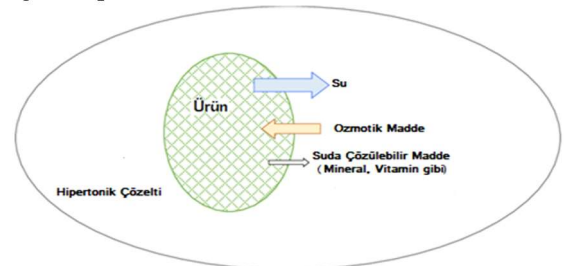
### 2.2.6. Kızılötesi Kurutma Yöntemi

Kızılötesi ışınım ile kurutma yöntemi; kurutma materyalinin üzerine yansıyan kızılötesi ışınımın ısı enerjisine dönüştürülmesi ile fazla suyun üründen uzaklaştırılması olarak tanımlanır. Bu yöntemde kızılötesi ışınlar kurutma materyalini yüzeysel olarak ısıtırken, kurutucu içerisindeki hava ısısını etkilemez. Kızılötesi ışınlar kurutma materyalinin derinliklerine nüfuz etmez. Bu yüzden ince tabaka halindeki ürünlerin kurutulması için uygun bir yöntemdir. Gıdaların kızılötesi ışınlarla kurutulması esnasında 0.5-100 µm dalga boyu kullanımı uygun görülmektedir. Ürünlerin nem yoğunluğu ve ürün kalınlığı oldukça önemli bir parametre olup, kurutma kinetiğini belirleyici bir faktördür. Hububatlar gibi nem içeriği düşük ürünlerin kızılötesi ışınım ile kurutulması sırasında kabukta çatlama, patlama gibi birtakım deformasyonlar meydana gelir (Özkoç, 2010; Aktaş ve ark., 2013; Nozad ve ark., 2016). Bu kurutma yöntemi, işletim kolaylığı sunması, kurutma süresinin kısalığı, enerji tüketiminin az olması, materyallerin besinsel içeriğinden özellikle vitamin içeriğinin iyi düzeyde korunması, herhangi bir durumda anında müdahale edilebilmesi, ürünlerin ısı ile temasının çok kısa sürede gerçekleşmesi ve ürünlerin homojen kuruması gibi önemli avantajları olması sebebiyle giderek rağbet gören bir kurutma yöntemi haline gelmiştir. Fakat maliyetinin çok yüksek olması, her ürün için uygun bir kurutma yöntemi olmaması ve uzun süre kızılötesi radyasyona maruz kalan materyallerde birtakım kalite kayıplarının meydana gelmesi gibi dezavantajları da söz konusudur. Kızılötesi ışınım ile kurutma yönteminin konveksiyonel ya da mikrodalga kaynaklarla kombinasyonu ile birlikte uygulanması daha uygundur (Salehi ve Kashaninejad, 2018; Amini ve ark., 2021). Küçük ve Doymaz (2019) kamkat dilimlerini 50, 62, 74 ve 88 W'da kızılötesi radyasyon güçlerinde kurutmuş ve kurutma sürelerini sırasıyla; 330, 240, 180 ve 150 dakika olarak belirlemiştir. Çalışmada kızılötesi radyasyon gücünün artırılmasıyla kurutma süresinin kısaldığı bildirilmiştir. Taşkın ve İzli (2017) hurma meyvesini 60, 70 ve 80°C'de kızılötesi kurutucuda kurutmuş olup, kurutucu sıcaklığının artmasıyla kuruma süresinin kısaldığını tespit etmiştir. Kocabiyik ve Tezer (2009) havuç dilimlerini 300, 400 ve 500 W'da kızılötesi radyasyon güçlerinde kurutulmasında kızılötesi radyasyon gücünün artmasıyla kurutma süresi ve özgül enerji tüketiminin azaldığını belirlemiştir. Abbaspour-Gilandeh ve ark. (2021) ultrases, haşlama ve mikrodalga ön işlemleri

uyguladıkları menengiç tohumlarını 50, 60, 70°C sıcaklıklarda konveksiyonel ve 250, 500, 750 W'da kızılötesi radyasyon güçlerinde kızılötesi kurutma yöntemi ile kurutmuş olup, özgül enerji tüketiminin en az olduğu yöntemin mikrodalga ön işlemleri uygulaması ile 750 W'da kızılötesi kurutma yöntemi olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca çalışmada mikrodalga ön işlemleri uygulaması ile kızılötesi kurutma yönteminin kurutma süresini ve enerji tüketimini önemli ölçüde azalttığı belirtilmiştir.

### 2.2.7. Ozmotik Kurutma Yöntemi

Ozmotik kurutma yöntemi dilimlenmiş ya da bütün haldeki meyve ve sebze gibi kurutma materyallerinin hipertonic çözelti içerisinde bir müddet bekletilmesi sonucu fazla suyun üründen uzaklaştırılması olarak ifade edilir. Ozmotik kurutma yönteminde işlem süresinin oldukça uzun olması ozmoz öncesi elektriksel ya da ultrasonik ön işlem uygulanmasını zorunlu kılmaktadır. Meyvelerin ozmotik kurutulmasında genellikle sakkaroz çözeltisi kullanılırken, sebzeler için sodyum klorür ya da sakkaroz sodyum klorür solüsyonları tercih edilir. Ozmotik kurutma işlemi sırasında buharlaşmadan ziyade ozmoz olayı öne çıkmaktadır (Şekil 5). Bu yöntemde ürünlerin nem oranı %25-50 nem düzeyine kadar indirilebildiğinden, literatürde ozmotik dehidrasyon çoğunlukla kurutma öncesi bir ön işlem olarak kabul görmüştür (İcier ve ark., 2013; Çetin, 2021; Uğuz ve Gezici, 2021). İcier ve ark. (2013) ayva dilimlerini ön işlemsiz ozmotik kurutma, ultrases ve elektriksel ön işlem uygulamasının ardından ozmotik kurutma yöntemi ile kurutmuş ve renk, toplam katı madde miktarı, elektriksel iletkenlik, ağırlık azalımı, boyut değişimi ve sıcaklık gibi kalite belirteçleri bakımından en iyi sonuçların ultrason ön işlemleri ozmotik kurutma yönteminde elde edildiğini bildirmiştir. Zou ve ark. (2013) mango meyvesine ozmotik dehidrasyon ön işlemi uygulandıktan sonra puf kurutma yöntemi ile kurutmuş ve ozmotik dehidrasyon ön işlem uygulanan ürünlerde tat, renk ve aroma açısından taze ürüne yakın değerler elde edildiğini saptamıştır. Uğuz ve Gezici (2021) ejder meyvesini ozmotik dehidrasyon ön işlemleri ve ön işlemsiz olarak dondurarak kurutma yöntemi ile kurutmuş olup, kurutma süresi, şeker kazanımı, renk ve doku açısından ozmotik dehidrasyon ön işlemleri dondurarak kurutma yönteminin daha iyi sonuçlar verdiğini tespit etmiştir.



Şekil 5. Ozmotik dehidrasyon (Guiamba, 2016)

### 2.2.8. Köpük Kurutma Yöntemi

Köpük kurutma yöntemi; kurutulmak istenen ürünün sıvı forma dönüştürülmesinin ardından soya proteini, yumurta albümini, gam, süt, yumurta beyazı, gliserol monosakkarit, triklorofosfat gibi stabilizatörler veya ajanlar vasıtası ile köpük haline getirildikten sonra sıcak hava, mikrodalga, vakum ya da dondurarak kurutma yöntemi gibi diğer kurutma yöntemleri ile kurutulmasıdır. Köpük kurutma yöntemi katı, sıvı ve püre formundaki ürünlerin kurutulması için uygundur. Bu yöntemde elde edilen son ürün toz formda olup, kullanılan stabilizatör ya da ajan kurutulmuş ürünlerin kalite parametrelerini ve kurutma kinetiğini önemli ölçüde etkiler. Köpük kurutma yönteminin düşük maliyetli olması, kurutma süresini kısaltması, elde edilen son ürünün raf ömrünün uzun olması, depolama ve nakliye açısından kolaylık sağlaması gibi avantajları söz konusudur. Bununla birlikte köpük formun düşük sıcaklıklarda dahi çok çabuk kuruması besin içeriği kayıplarını minimuma indirir. Geniş yayılım alanına sahip olan köpüklerin sistem çalışma kapasitesini düşürmesi gibi bir dezavantajı vardır (Kadam ve ark., 2012; Varhan ve Koç, 2017; Çınar ve Erafşar, 2018; Dehghannya ve ark., 2019). Kadam ve ark. (2012) domates suyunu yumurta akı, süt ve karboksimetil selüloz ajanları ile köpük hale getirdikten sonra 65, 75 ve 85°C'de sıcak hava ile kurutmuş ve elde edilen domates tozlarının C vitamini, likopen, toplam şeker ve toplam asit açısından en iyi sonuçların karboksimetil selüloz ajanı kullanılarak 85°C'de kurutulan ürünlerden elde edildiğini bildirmiştir. Gupta ve ark. (2021) hünnap meyvesinin yumurta albümini ve maltodekstrin ile sıvılaştırılmasının ardından yüksek devirde çarpıcı kullanılarak köpük hale getirmiş ve 45, 55 ve 65°C'de sıcak hava ile kurutarak hünnap tozu elde etmiştir. Yüksel ve Çalışkan Koç (2020) yumurta akı ile sıvı forma getirdikleri avokado meyvesini mikser yardımıyla köpük forma dönüştürdükten sonra 60, 70, 80°C'de konveksiyonel kurutma fırınında ve 120, 460, 700 W'da mikrodalga kurutma yöntemleri ile kurutarak avokado tozu elde etmiştir. Çalışmada mikrodalga çıkış gücü ve kurutma hava sıcaklığının artmasıyla kuruma süresinin kısaldığı bildirilmiştir. Razali ve ark. (2020) muz püresini peynir altı suyu ve karboksimetil selüloz kullanılarak köpük forma dönüştürdükten sonra 50, 60, 70, 80°C'de konvektif olarak kurutmuş ve köpük yoğunluğu, renk, nem içeriği, çözünürlük açısından en iyi sonuçların 80°C'de elde edildiği sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte çalışmada muzun köpük kurutma yöntemi ile kurutulmasının kurutma süresini geleneksel konvektif kurutma yöntemine göre 3 kat azalttığı bildirilmiştir.

### 2.2.9. Puf Kurutma Yöntemi

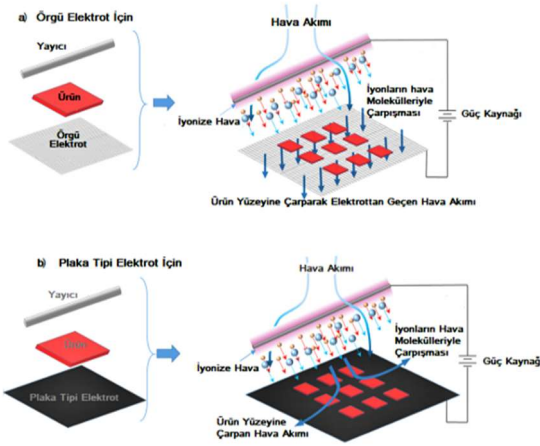
Puf kurutma yönteminde ilk olarak yüksek basınç altında kızgın buhar ya da doymuş buhar gibi yüksek sıcaklıkların tesiri altında kurutma materyalinin dokusu gevşetilerek yumuşak bir hale gelmesi sağlanır. Daha sonra vakum altında fazla su üründen hızlı bir şekilde buharlaştırılır. Dolayısıyla yüksek sıcaklıkta ani basınç düşmesi ilkesine dayanan bir

yöntemdir. Puf edilen kurutma materyallerinde bal peteğini anımsatan gözenekli oluşumlar meydana gelir. Ürünler genellikle 0.1-0.3 MPa hava basıncında ve 80-130°C sıcaklıklarda puf hale getirilmekte olup bu işlem 7-15 dakika sürmektedir. Son yıllarda popülerliği artmaya başlayan puf kurutma yönteminin, ürünlerde koku, tat, renk, görüntü ve besin içeriğinin iyi düzeyde korunması, işletim maliyetinin yüksek olmaması, ürünlerin herhangi bir ön işlemden geçirilmeksizin doğrudan kullanılabilmesi, nakliye ve depolama giderlerinin az olması gibi önemli avantajları söz konusudur. Söz konusu avantajlarından ötürü puf kurutma yönteminin diğer kurutma yöntemlerine göre daha üstün olduğu ve önümüzdeki yıllarda popüleritesinin artacağı ön görülmektedir (Du ve ark., 2013; Köprüalan ve ark., 2019). Du ve ark. (2013) hünnap meyvesinin güneşte ve puf kurutma yöntemi ile kurutulmasında antioksidan, toplam fenolik, vanillik, galial, phidroksibenzoik, p-kumarik asit, ferulik asit açısından en yüksek değerlerin puf kurutma yöntemi ile kurutulmuş ürünlerde elde edildiğini belirtmiştir. Chen ve ark. (2017) karadut meyvesini dondurarak kurutma, konvektif kurutma ve bu kurutma yöntemlerinin puf kurutma ile kombinasyonu ile kurutulmasında siyanidin-3-glukozit, tat, renk ve tekstürün en iyi korunduğu yöntemin dondurarak kurutma-puf kurutma kombinasyonu olduğunu bildirmiştir. Yi ve ark. (2017) papaya, mango ve pitaya meyvelerinin konvektif ve dondurarak kurutma yöntemi ile kurutularak ön işlem uygulanmasının ardından puf kurutma yöntemi ile kurutmuş ve dondurarak kurutma ön işlemli puf kurutma yönteminde besinsel içeriğin daha iyi seviyede korunduğunu tespit etmiştir. Zou ve ark. (2013) mango meyvesine ozmotik dehidrasyon ön işlemi uyguladıktan sonra puf kurutma yöntemi ile kurutmuş ve ön işlem uygulanan ürünlerde tat, renk ve aroma açısından taze ürüne yakın değerler elde edildiği saptanmıştır.

### 2.2.10. Elektrohüdrodinamik Kurutma Yöntemi

Elektrohüdrodinamik kurutma yöntemi termal olmayan yenilikçi bir kurutma teknolojisi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu yöntem daha çok ısı hassasiyeti olan ürünlerin kurutulmasında tercih edilir ve kurutulacak ürünler ince tabaka halinde plaka tipi ya da örgü tip bir elektrot üzerine yerleştirilir (Bajgai ve ark., 2006; Yang ve Ding, 2016; Onwude ve ark., 2021; Cao ve ark., 2021). Elektrohüdrodinamik kurutma yönteminde yüksek AC ya da DC gerilimi altında yatay ince bir telden ya da keskin bir elektro iletken iğneden kaynaklanan elektrik boşalması meydana gelmektedir. Daha sonra deşarj elektrodunu terk eden iyonlar metalik ve elektriksel olarak topraklanmış elektrot üzerinde yer alan kurutma materyallerinin yüzeyine çarpmaktadır. Yarı iyonize gaz molekülleri ile birlikte artık yüklü olmayan moleküller, toplama elektrodu ile deşarj elektrodu arasında çok hızlı bir gaz akışı oluşturarak ürünlerden fazla nemin uzaklaşmasını sağlamaktadır (Şekil 6). Akım, voltaj ve sıcaklık gibi parametreler EHD kurutma kinetiğini önemli ölçüde etkilemektedir. Elektrohüdrodinamik kurutma tekniğinin (EHD)

tasarımı ve kullanımı oldukça kolaydır. İşletim masrafının az olması, kurutma materyallerinden fazla suyun kısa sürede uzaklaşması, ürünlerde renk, görünüş, aroma, besinsel içeriğin iyi seviyede korunması ve kurutulmuş ürünlerde meydana gelen yapısal bozulmaların diğer tekniklere nazaran daha az olması gibi avantajları bulunmaktadır. Henüz yaygın bir kullanıma sahip olmayan bu kurutma tekniğinin kurutma işleminin başlangıcında etkinliği oldukça fazladır. Ancak kurutmanın son evrelerinde aynı etkiyi gösterememektedir. Bu sebeple diğer kurutma yöntemleriyle entegre edilerek uygulanmasının bu kurutma tekniğinin işlevselliğini artıracakı düşünülmektedir (Elmizadeh ve ark., 2018; Kovacı ve ark., 2018; Defreaye ve Martynenko, 2019; Bölek, 2020; Iranshahi ve ark., 2020).



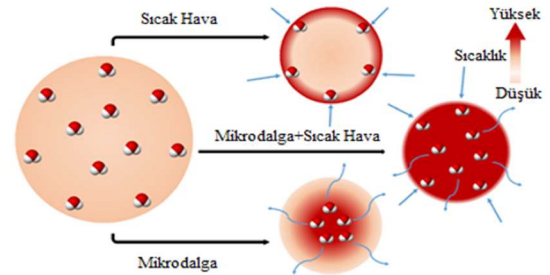
Şekil 6. Elektrohodinamik kurutma yöntemi; a) Örgü tip elektrot için, b) Plaka tipi elektrot için (Iranshahi ve ark., 2020)

Polat ve İzli (2020) kayısı meyvesinin elektrohodinamik kurutma, konvektif kurutma ve bu yöntemlerin kombinasyonu ile kurutulmasında yeniden su çekme kapasitesinin kombine yöntem ile kurutulmuş ürünlerde daha yüksek olduğunu belirlemiştir. Ding ve ark. (2015) havuç dilimlerinin 70°C'de konvektif ve 40°C-35kV'de konvektif-EHD kombinasyonu ile kurumuştur. Çalışmada rehidasyon kapasitesi ve karoten açısından en iyi sonuçların konvektif-EHD kombinasyonunda elde edildiği bildirilmiştir. Bai ve ark. (2012) deniz patlıcanını elektrohodinamik kurutma ve vakumlu dondurarak kurutma ile kombine ettikleri EHD-vakumlu dondurarak kurutma tekniği ile kurutmuş ve kombine yöntem ile kurutulan ürünlerde protein içeriğinin daha iyi korunduğunu ve yeniden su çekme kapasitesinin daha yüksek olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca çalışmada EHD-vakumlu dondurarak kurutma tekniğinin enerji sarfiyatını azalttığı belirlenmiştir. Elmizadeh ve ark. (2018) ayva dilimlerini 5, 7 ve 9 kV'luk üç voltaj seviyesinde elektrohodinamik ve 50, 60, 70°C hava sıcaklıklarında konveksiyonel kurutma fırınında kurumuştur. Çalışmada EHD ile kurutulmuş ürünlerde voltaj seviyesinin artmasıyla ürünlerde renk kayıplarının arttığı ve yeniden su çekme kapasitesinin azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca artan voltaj seviyesi ve kurutucu hava sıcaklığının

kurutma süresini kısalttığı bildirilmiştir. Esehaghbeygi ve Karimi (2020) tarafından yürütülen bir çalışmada nane yaprakları 25°C'de gölgede, 13, 14.5 ve 16 kV'luk üç voltaj seviyesinde elektrohodinamik kurutma yöntemi ve 40°C'de sıcak hava sirkülasyonlu (konvektif) fırında kurutulmuştur. Çalışma sonucunda EHD kurutma yönteminin kurutma süresi ve enerji tüketimi bakımından avantaj sağladığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte çalışmada EHD ile kurutulmuş ürünlerin renk parametrelerinin taze ürüne daha yakın olduğu, konvektif kurutma yönteminde ürünlerde esmerleşme reaksiyonlarının meydana geldiği vurgulanmıştır.

## 2.2.11. Hibrit Kurutma Yöntemi

Hibrit kurutma yöntemi mevcut kurutma yöntemlerinin tek başına kullanılması sonucu ortaya çıkan olumsuzlukları aşmak adına geliştirilmiştir. Bu kurutma tekniğinde, farklı yöntemlerin birbiri ile kombine edilerek (mikrodalga-sıcak hava, dondurarak-vakum kurutma, mikrodalga-vakum gibi) hem ürün kalitesi hem de enerji tüketimi bakımından fayda sağlanması amaçlanmaktadır (Şekil 7). Hibrit kurutma yöntemlerinin kurutma süresini kısaltarak enerji tüketimini azalttığı ve besin içeriği, görüntü ve tat açısından daha kaliteli ürünlerin elde edildiği bilinmektedir. Son yıllarda hibrit kurutma yöntemlerinin kullanımı artmaya başlamıştır (Xu ve ark., 2018; Adeleye ve ark., 2020; Guo ve ark., 2021).



Şekil 7. Hibrit kurutmada ısı transferi (Karimi ve ark., 2021)

İncedayı ve ark. (2016) kayısının 90-160 W'da mikrodalga, 50-75°C'de konvektif ve bu yöntemlerin kombinasyonları ile kurutulması sonucunda 50°C-160W hibrit kurutma yöntemi ile kurutulmuş ürünlerde kısa kuruma süresi ile ilişkili olarak karoten içeriğinin daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Sunjka ve ark. (2008) kızılcık meyvesini 100, 125 ve 150 W'da mikrodalga ve 3.4, 18.6, 33.8 kPa basınç uygulamasının kombinasyonu ile kurutmuş ve çalışmada mikrodalga çıkış gücü ve basınç seviyesinin artırılmasıyla kurutma süresinin kısaltıldığı sonucuna varılmıştır. Zia ve Alibaş (2021) yaban mersini meyvesini 50, 70 ve 90°C'de konvektif, 100, 300 ve 500 W'da mikrodalga kurutma yöntemi ve bu yöntemlerin kombinasyonları ile kurutmuştur. Çalışmada en kısa kurutma süresi ve enerji tüketiminin 500W-90°C kombine yöntemde, en uzun kurutma süresi ve enerji tüketiminin 50°C'de konvektif kurutma yönteminde ölçüldüğü bulgulanmıştır.



Köprülalan ve ark. (2021) balkabağı dilimlerinin - 55°C’de dondurarak kurutma, 50, 60 ve 70°C’de konvektif kurutma ve bu yöntemlerin puf kurutma kombinasyonu ile kurutulmasında dondurarak-puf kurutma kombinasyonunun tek başına dondurarak kurutma yöntemine göre kurutma süresini %23 oranında azalttığını tespit etmiştir.

sağlayabilir. Çalışmada ele alınan tarımsal ürünler Çizelge 1’de sunulmuştur.

#### 4. SONUÇ

Bu çalışmada tarımsal ürünlerin kurutulmasında yararlanılan kurutma yöntemleri literatür bilgileri doğrultusunda incelenmiştir. Bilinen en ilkel kurutma yöntemleri olan güneşte ve gölgede kurutma, kurutma süresini uzatmasının yanı sıra ürünlerde bir takım deformasyonları ve kalite kayıplarını da beraberinde getirmektedir. Bu sebeple bu kurutma yöntemlerinin yerini güncel kurutma yöntemleri almaya başlamıştır. Tarımsal ürünlerin kurutulmasında hem kurutma süresi hem de ürün kalitesi açısından konvektif (sıcak hava ile), mikrodalga, vakumlu, ozmotik, dondurarak, kızılötesi, sprej, puf, köpük, elektrohidrodinamik ve hibrit kurutma yöntemlerinin güneşte ve gölgede kurutmaya alternatif kurutma yöntemleri olduğu görülmüştür. Tarımsal ürünlerin kurutulmasında güneşte ve gölgede kurutmaya alternatif olarak geliştirilmiş en ekonomik ve yaygın olarak kullanılan kurutma yöntemi konvektif kurutma yöntemi olup, yapılan birçok çalışmada bu yöntemin özellikle bağıl nemin yüksek olduğu yerlerde kurutma süresini uzattığı buna bağlı olarak da enerji tüketiminin fazla olduğu, düşük sıcaklıklarda uzun süre sıcak hava etkisinde kalan ürünlerde kalite kayıplarının meydana geldiği kaydedilmiştir. Bu dezavantajlarının önüne geçmek adına konvektif kurutma yöntemine alternatif olabilecek birçok kurutma yöntemi geliştirilmiştir. Mikrodalga kurutma yöntemi ve vakumlu kurutma yöntemi kurutma süresi ve enerji tüketimi açısından fayda sağlamakla birlikte bu yöntemlerde kurutma materyallerinin kalite parametreleri optimum düzeyde korunmaktadır. Dondurarak kurutma yönteminde besin içeriği diğer kurutma yöntemlerine göre çok daha iyi korunmakta fakat kurutma için çok uzun bir süreç gerektirmektedir. Sprej ve köpük kurutma yöntemi daha çok sıvı formdaki ürünlerin kurutulmasında tercih edilmekte olup besin kalitesi, kurutma süresi ve enerji tüketimi bakımından fayda sağlayan yöntemlerdir. Bununla birlikte puf kurutma yöntemi yeni yeni ilgi görmeye başlamış ve diğer kurutma yöntemlerine göre pek çok üstünlüğü vardır. Kızılötesi kurutma yöntemi ise kızılötesi radyasyon güçlerinin ürünlerin derinliklerine nüfuz edememesinden ötürü ince tabaka ürünlerin kurutulması için uygundur. Bu kapsamda her kurutma yönteminin her ürünün kurutulması için uygun olmadığı görülmektedir. Elektrohidrodinamik kurutma yöntemi henüz yaygın bir kullanıma sahip değildir. Tek başına kullanılması durumunda kurutmanın son evlerinde etkinliği azaldığı için diğer kurutma yöntemleri ile kombine edilmesinin uygun olduğu görülmüştür. Tüm bunlar dikkate alındığında kurutma yöntemlerinin birbiri ile kombine edilerek kullanılması kurutma süresi, enerji tüketimi ve ürünlerin kalite parametreleri açısından avantaj



**Çizelge 1.** Çalışmada ele alınan tarımsal ürünler ve kurutma koşulları

Ürün	Kurutma Koşulu	Uygulama	Referans
Kuzukulağı Yaprağı	Güneş; Mikrodalga	180, 540 ve 900 W	Silbir ve ark., 2015
Kuşburnu	Gölge; Mikrodalga; Konvektif	100, 300, 500, 700 ve 1000 W; 50°C	Günaydın, 2020
Karayemiş	Mikrodalga; Kızılötesi	460, 600 ve 700 W (MD); 200, 300, 400 ve 500 W (KÖ)	Güleç ve Turhan Özdemir, 2017
Börtülce Yaprağı	Güneş	Sıcak Su Ön İşlem	Wasswa ve ark., 2021
Deveci Armudu	Gölge; Konvektif Mikrodalga-Vakumlu	60, 80 ve 100°C 100 ve 200 W; 200-400 mmHg	Alibaş ve ark., 2021 Izli ve ark., 2019
Kırmızı Biber	Güneş; Sera; Gölge; Mikrodalga; Konvektif; Dondurarak	300 ve 600 W; 60 ve 80°C; -55°C	Pinar ve ark., 2021
Sarımsak	Gölge; Güneş; Mikrodalga; Konvektif	800 W; 60°C	Patel ve ark., 2020
Elma	Konvektif	40, 50 ve 60°C	Maysami ve ark., 2020
Nar	Konvektif; Mikrodalga	50, 60 ve 70°C; 270, 450 ve 630 W	Kaveh ve ark., 2021
Böğürtlen, Ahududu, Frenk üzümü	Konvektif; Dondurarak	50, 65 ve 130°C; -80°C	Bustos ve ark., 2018
Kızılılık	Konvektif Gölgede; Mikrodalga; Konvektif; Hibrit	50, 60 ve 70°C 100, 300 ve 500 W; 50, 70 ve 90°C	Polatoğlu ve Beşe 2017; Demir ve ark., 2019 Zia ve Alibaş, 2021
Goji Berry	Mikrodalga; Vakumlu-Mikrodalga Konvektif	100, 125 ve 150 W; 3.4, 18.6, 33.8 kPa 60°C	Sunjka ve ark., 2008 Niro ve ark., 2017
Vişne	Konvektif; Mikrodalga;	50 ve 70°C; 120 ve 180 W	Horuz ve ark., 2017
Çilek	Konvektif; Mikrodalga; Konvektif-Mikrodalga	50°C; 100 W; 50°C-100 W	Kowalski ve ark., 2016
Kiraz	Konvektif; Mikrodalga-Konvektif	50, 60 ve 70°C; 50°C-90 W, 60°C-90 W, 70°C -90 W	Simsek ve Süfer, 2021
Maydanoz	Güneş; Gölge; Güneş Fırını; Mikrodalga; Konvektif	700 W; 50°C	Alibaş ve ark., 2019
Altın Çilek	Mikrodalga; Konvektif	120 ve 480 W; 70°C	Nawirska-Olszanska ve ark., 2017
Domates	Mikrodalga; Konvektif	140, 210 ve 280 W; 60, 70 ve 80°C	Kutlu ve İşçi, 2016
Havuç	Mikrodalga; Konvektif Kızılötesi Konvektif; Konvektif-Elektrohidrodinamik	0.8-2.95 wg <sup>-1</sup> ; 40-60 °C 300, 400 ve 500 W (KÖ) 70°C; 40°C-35 kV	Behera ve ark., 2021 Kocabiyik ve Tezer, 2009 Ding ve ark., 2015

Karonda	Güneş; Mikrodalga; Dondurarak	800 W; -20°C	Chauhan ve ark., 2015
Alıç	Güneş; Konvektif; Mikrodalga; Dondurarak	60, 80, 100 ve 120°C; 400, 640 ve 800 W; -80°C	Liu ve ark., 2019
<b>Çizelge 1'in devamı</b>			
Karpuz	Konvektif; Dondurarak	70°C; -66°C	Akyıldız ve ark., 2017
Dağ Çileği	Dondurarak; Konvektif	-55°C; 60°C	Çakmak ve ark., 2016
Kurt Üzümü	Güneş; Konvektif; Dondurarak	50 ve 60°C; -30 ve -60°C	Lu ve ark., 2021
Balkabağı	Konvektif; Dondurarak; Puf	50, 60 ve 70°C; -55°C	Köprüalan ve ark., 2021
Çilek Özütü	Sprey	120-150°C	Can ve ark., 2020
Kırmızı Şili Biberi	Vakumlu	50 ve 75°C; 0.05, 7 ve 13 kPa	Alibaş, 2011
Hurma	Kızılötesi	60, 70 ve 80°C	Taşkın ve İzli, 2017
Kamkat	Kızılötesi	50, 62, 74 ve 88 W	Küçük ve Doymaz, 2019
Menengiç	Konvektif; Kızılötesi	50, 60 ve 70°C (K); 250, 500 ve 750 W (KÖ)	Abbaspour-Gilandeh ve ark., 2021
Ayva	Ozmotik	Ultras ve Elektriksel Ön işlem	İcier ve ark., 2013
	Konvektif; Elektrohidrodinamik	50, 60, 70°C; 5, 7, ve 9 kW	Elmizadeh ve ark., 2018
Ejder Meyvesi	Dondurarak; Ozmotik-Dondurarak	-20°C; Sakkaroz Çözeltisi	Uğur ve Gezici, 2021
Hünnap	Güneş; Puf	Yumurta albümini,	Du ve ark., 2013
	Köpük	Maltodekstrin; 45, 55 ve 65°C	Gupta ve ark., 2021
Avakado	Köpük	Yumurta akı 60, 70, 80°C; 120, 460, 700 W	Yüksel ve Çalışkan Koç, 2020
Muz	Köpük	Karboksümetil selüloz 50, 60, 70, 80°C	Razali ve ark., 2020
Nane Yaprağı	Gölge; Konvektif Elektrohidrodinamik	40°C; 13, 14.5 ve 16 kV 90 ve 160 W; 50 ve 75°C;	Esehaghbeygi ve Karimi, 2020
Kayı	Mikrodalga; Konvektif; Mikrodalga-Konvektif	90 W- 50°C, 90 W-75°C, 160 W-50°C ve 160 W- 75°C	İncedayı ve ark., 2016
Yaban Mersini	Konvektif; Mikrodalga; Mikrodalga-Konvektif	50, 70 ve 90°C; 100, 300 ve 500 W	Zia ve Alibaş, 2021

## KAYNAKLAR

- Abbaspour-Gilandeh, Y., Kaveh, M., Fatemi, H., Khalife, E., Witrowa-Rajchert, D. ve Nowacka, M., 2021. Effect of pretreatments on convective and infrared drying kinetics, energy consumption and quality of terebinth. *Applied Sciences*, 11: 7672.
- Adeleye, S.A., Salami, J., Oluwaleye, I.O., Oni, T.O., Akindele, D.O. ve Olukayode, N. E., 2020. Evaluation of the convective drying of banana. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*, 2(8): 1017-1026.
- Adetoro, A.O., Tsige, A.A., Opara, U.L. ve Fawole, O.A., 2020. Mathematical modelling of blanch assisted drying of pomegranate (*punica granatum*) arils in a hot air drier. *Processes*, 8:611.
- Aktaş, M., İlbaş, M., Yalçın, A. ve Şahin, M., 2013. Kızılötesi ışınımla bir kurutucuda kuruma davranışlarının deneysel incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Dergisi*, 28(4): 767-775.
- Akyıldız, A., Polat, S. ve Ağçam, E., 2017. Konveksiyonel ve dondurarak kurutma yöntemlerinin karpuzun bazı kalite özelliklerine etkisi. *GIDA*, 42(2): 169-176.
- Alibas, I., Zia, M.P. ve Yılmaz, A., 2019. The effect of drying methods on color and chlorophyll content of parsley leaves. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7(6): 919-926.
- Alibaş, İ., 2011. Kırmızı şili biberinin vakumla kurutma karakteristikleri. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 7 (4): 429-435.
- Alibaş, İ., 2012. Asma yaprağının (*Vitis vinifera* L.) mikrodalga enerjisiyle kurutulması ve bazı kalite parametrelerinin belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 18(1): 43-53.
- Alibaş, İ. 2015. İnce tabaka mango dilimlerinin mikrodalga tekniği ile kurutulması. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 30(2015): 99-109.
- Alibaş, İ., Yılmaz, A., Günaydın, S. ve Arkain, B., 2021. Kurutma yöntemlerinin deveci armudunun kurutma kinetiği ve renk parametreleri üzerine etkisi. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 9(5):897-908.
- Amini, G., Salehi, F. ve Rasouli, M., 2021. Color changes and drying kinetics modeling of basil seed mucilage during infrared drying process. *Information Processing in Agriculture*, 45:3.
- Bai, Y., Yang, Y. ve Huang, Q., 2012. Combined electrohydrodynamic (EHD) and vacuum freeze drying of sea cucumber. *Drying Technology*, 30 (2012): 1051-1055.
- Bajgai, T.G., Vijaya Raghavan, G.S., Ngadi, M.O. ve Hashinaga, F., 2006. Electrohydrodynamic drying—a concise overview. *Drying Technology*, 24: 905-910.
- Başıyigit, B. ve Karaaslan, M., 2020. Farklı kurutma tekniklerinin keme mantarının (*terfezia boudieri chatin*) özelliklerine etkileri. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 5(3): 239-246.
- Behera, G., Madhumita, M., Aishwarya, J. ve Gayathri, V., 2021. Comparative evaluation of drying kinetics of carrot slices in hot air and microwave drying. *The Journal of Phytopharmacology*, 10(4): 242-248.
- Bölek, S., 2020. Vakum kurutucu ve akışkan yatak kurutucu kullanılarak kurutulmuş avokadoların kuruma kinetikleri ve kalite karakteristiklerinin kıyaslanması. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(4): 814-822.
- Bustos, M.C., Rocha-Parra, D., Sampedro, I., Pascual-Teresa de, S. ve Leon, A.E., 2018. The influence of different air-drying conditions on bioactive compounds and antioxidant activity of berries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66: 2714-2723.
- Calin-Sánchez, Á., Figiel, A., Hernández, F., Melgarejo, P., Lech, K. ve Carbonell-Barrachina, Á., 2012. Chemical composition, antioxidant capacity, and sensory quality of pomegranate (*Punica granatum* L.) arils and rind as affected by drying method. *Food Bioprocess Technology*, 6: 1644-1654.
- Can, S., Göğüş, F. ve Bozkurt, H., 2020. Spray drying of organic strawberry extract. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24(2): 126-139.
- Cao, Z., Ding, C., Zhao, R., Song, Z. ve Chen, H., 2021. Ultrasonic pretreatment-assisted electrohydrodynamic drying of potato slices. *Journal of Food Quality*, 2021.
- Cemeroğlu, B. ve Özkan, M., 2004. Kurutma teknolojisi, meyve sebze işleme teknolojisi. *Bizim Büro Yayınevi*: 479-613, Ankara.
- Chauan, K.J., Mujumdar, A.S., Hawlader, M.N.A., Chou, S.K. ve Ho, J.C., 2015. Batch drying of banana pieces—effect of stepwise change in drying air temperature on drying kinetics and product colour. *Food Research International*, 34: 721-31.
- Chen, Q., Li, Z., Bi, J., Zhou, L., Yi, J. ve Wu, X., 2017. Effect of hybrid drying methods on physicochemical, nutritional and antioxidant properties of dried black mulberry. *LWT-Food Science and Technology*, 80:178-184.
- Cin, M. ve Palazoğlu, T.K., 2019. Investigation of the effect of microwave-vacuum drying on the quality characteristics of rosehips. *1st International / 11th National Food Engineering Congress*, 24 November, Mersin.
- Çakır, M.T., 2015. Güneş enerjisinden yararlanarak tarım ürünlerinin kurutulması. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 1(1): 41-56.
- Çakmak, H., Bozdoğan, N., Turkut, G. M., Kumcuoğlu, S. ve Tavman, Ş., 2016. Dağ çileğinin (*Arbutus Unedo* L.) kuruma kinetiğinin incelenmesi ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *GIDA*, 41(4): 227-234.
- Çetin, N., 2019. Kurutma koşullarının elma ve portakalda renk özelliklerine etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 17: 463-470.
- Çetin, N., 2021. Elma çeşitlerinin kurutulmasında farklı kurutma yöntemlerinin etkisinin belirlenmesi ve yapay zekâ algoritmalarıyla karşılaştırılması. *Doktora tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri*.
- Çınar, İ. ve Erafşar, F. K., 2018. Köpük kurutma tekniğinin meyve ve sebze işlemede kullanımı. *Trakya Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19(2):89-100.
- Darıcı, S. ve Şen, S., 2012. Kivi meyvesinin kurutulmasında kurutma havası hızının kurumaya etkisinin incelenmesi. *Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, 13-16 Nisan, İzmir.
- Defraeye, T. ve Martynenko, A., 2019. Electrohydrodynamic drying of multiple food products: Evaluating the potential of emittercollector electrode configurations for upscaling. *Journal of Food Engineering*, 240: 38-42.
- Dehghannya, J., Pourahmad, M., Ghanbarzadeh, B. ve Ghaffari, H., 2019. Heat and mass transfer enhancement during foam-mat drying process of lime juice: impact of convective hot air temperature.

- International Journal of Thermal Sciences*, 135: 30-43.
- Demir, H.U., Atalay, D. ve Erge, H.S., 2019. Kinetics of the changes in bio-active compounds, antioxidant capacity and color of cornelian cherries dried at different temperatures. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 2019(13): 2032-2040.
- Deng, L. Z., Mujumdar, A. S., Zhang, Q., Yang, X. H., Wang, J., Zheng, Z., Gao, Z.J. ve Xiao, H.W., 2017. Chemical and physical pretreatments of fruits and vegetables: Effects on drying characteristics and quality attributes – a comprehensive review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(9): 1408-1432.
- Ding, C., Lu, J. ve Song, Z., 2015. Electrohydrodynamic drying of carrot slices. *Plos One*, 10(4):e0124077.
- Du, L. J., Gao, Q. H., Ji, X. L., Ma, Y. J., Xu, F. Y. ve Wang, M., 2013. Comparison of flavonoids, phenolic acids and antioxidant activity of explosion-puffed and sun-dried jujubes (*Ziziphus jujube* Mill.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(48):11840-11847.
- Elmizadeh, A., Shahedi, M. ve Hamdami, M., 2018. Quality assessment of electrohydrodynamic and hot-air drying of quince slice. *Industrial Crops and Products*, 116 (2018): 35-40.
- Esehaghbeygi, A. ve Karimi, Z., 2020. Electrohydrodynamic, oven and natural drying of mint leaves and effects on the physiochemical indices of the leaves. *Research in Agricultural Engineering*, 66: 81-88.
- Guiamba, I.R., 2016. Nutritional value and quality of processed mango fruits. Doctora thesis, Food and Nutrition Science Department of Biology and Biological Engineering Chalmers University of Technology Gothenburg, Sweden.
- Guo, J., Zheng, L. ve Li, Z., 2021. Microwave drying behavior, energy consumption, and mathematical modeling of sewage sludge in a novel pilot-scale microwave drying system. *Science of the Total Environment*, 777: 146109.
- Gupta, V., Prabhakar, P. K., Gharde, S. vd., 2021. Foam mat drying of jujubes (*Ziziphus mauritiana*) juice: process optimisation, Physico- functional, phenolic content and antioxidant analysis. *Journal of the Institution of Engineers*, A:2021.
- Güleç, F. ve Turhan Özdemir, G.D., 2017. Karayemiş (*Laurocerasus officinalis* Roemer) meyvesinin kuruma karakteristiğinin incelenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6(1): 73-80.
- Günaydın, S., 2020. Mikrodalga, konvektif ve gölgede kurutma yöntemleri kullanılarak kurutulmuş kuşburnu meyvesinin kurutma kinetiği, renk ve besin elementi içeriği açısından incelenmesi. Yüksek lisans tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Gürel, A.E., Ceylan, İ. ve Aktaş, M., 2016. Meyve ve sebzelerin kurutma parametrelerinin incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 4(4): 267-273.
- Horuz, E., Bozkurt, H., Karatas, H. ve Maskan, M., 2017. Effect of hybrid (microwave convectional) and convectional drying on drying kinetics, total phenols, antioxidant capacity, vitamin C, color, and rehydration capacity of sour cherries. *Journal of Food Chemistry*, 230: 295-305.
- Iranshahi, K., Martynenko, A. ve Defraeye, T., 2020. Cutting-down the energy consumption of electrohydrodynamic drying by optimizing mesh collector electrode. *Energy*, 208(2020): 118168.
- Izli, N., Taskin, O., Polat, A. ve Asik, B.B., 2019. Intermittent microwave-vacuum drying effects on pears. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 69(1): 101–108.
- İçier, F., Yıldız, H., Eroğlu, S., Sabancı, S. ve Eroğlu E., 2013. Ayva dilimlerinin ozmotik kurutulmasında elektriksel ve ultrasonik ön işlemlerin etkileri. *Akademik Gıda*, 11(2): 60-69.
- İncedayı, B., Tamer, C. E., Sınır, G. Ö., Suna, S. ve Çopur, Ö. U., 2016. Impact of different drying parameters on color,  $\beta$ -carotene, antioxidant activity and minerals of apricot (*Prunus armeniaca* L.). *Food Science and Technology*, 36(1): 171-178.
- İşleröğlü, H., Türker, İ., Koç, B. ve Tokatlı, M., 2018. Biyoteknolojik materyallerin kurutulması: Püskürtmeli-dondurarak kurutma işlemi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24(7): 1393-1402.
- Kadam, D. M., Wilson, R. A., Kaur, S. ve Manisha., 2012. Influence of foam mat drying on quality of tomato powder. *International Journal of Food Properties*, 15(1): 211-220.
- Kara, N., Baydar, H., Kayaalp, Ö., Boyar, S. ve Bayhan, A. K., 2014. Güneşte ve gölgede kurutmanın çördük otu (*Hyssopus Officinalis* L.) uçucu yağ oranı ve kompozisyonuna etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 18(1): 85-90.
- Karaaslan, S., 2012. Meyve ve sebzelerin mikrodalga destekli kurutma sistemleri ile kurutulması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7 (2):123-129.
- Karaça, A. C., Baflkaya, H., Güzel, Ö. ve M. Mehmet Ak, M. M., 2017. Püskürtmeli kurutma işleminin meyve suyu konsantrasyonunun fenolik madde içeriğine ve antioksidan aktivitesine etkisi. *GIDA*, 42 (3): 297-304.
- Karimi, S., Layeghinia, N. ve Abbasi, H., 2021. Microwave pretreatment followed by associated microwave-hot air drying of *Gundelia tournefortii* L.: drying kinetics, energy consumption and quality characteristics. *Heat and Mass Transfer*, 57(1), 133-146.
- Kaveh, M., Golpour, J., Ghafouri, S. ve Guine, R., 2021. Detemination of drying kinetics, specific energy consumption, shrink and color properties of pomegranate arils submitted to microwave and convective drying. *Open Agriculture*, 6(1): 230.242.
- Koca, I., Üstün, N.S. ve Koyuncu, T., 2009. Effect of drying conditions on antioxidant properties of rosehip fruits (*Rosa canina* sp.). *Asian Journal of Chemistry*, 21(2): 1061-1068.
- Kocabiyik, H. ve Tezer. D., 2009. Drying of carrot slices using infrared radiation. *International Journal of Food Science and Technology*, 44(5): 953-959.
- Kovacı, T., Dikmen, E. ve Şencan Şahin, A., 2018. Kurutma sistemleri, enerji tüketimleri ve ürün kalitesine etkileri ve örnek sistem tasarımı. *Teknik Bilimleri Dergisi*, 8 (2): 25-39.
- Kowalski, S. J., Stasiak, M. ve Szadzin, J., 2016. Microwave and ultrasound enhancement of convective drying of strawberries: Experimental and modeling efficiency. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 103:1065–1074.
- Köprüalan, Ö., Altay, Ö., Bodruk, A. ve Kaymak-Ertekin, F., 2021. Effect of hybrid drying method on physical, textural and antioxidant properties of pumpkin

- chips. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15: 2995–3004.
- Köprüalan, Ö., Bodruk, A. ve Ertekin, F., 2019. Meyve ve sebzelerin patlatmalı puf kurutma yöntemi ile kurutulması. *Akademik Gıda*, 17(1): 81-88.
- Kumar, G.P., Prashanth, N. ve Kumari, B.C., 2011. Fundamentals and applications of lyophilization. *Journal of Advanced Pharmaceutical Research*, 2(4): 157-169.
- Kumar, H.S.P., Radhakrishna, K., Nagawu, P.K. ve Rao, D.V., 2001. Effect of combination drying on the physico-chemical characteristics of carrot and pumpkin. *Journal of Food Processing Preservation*, 25: 447-460.
- Kutlu, N. ve İşçi, A., 2016. Kurutma yöntemlerinin kiraz domatesin kurutma karakteristikleri üzerine etkisi ve matematiksel modellemesi. *GIDA*, 41(4): 197-204.
- Küçük, İ. ve Doymaz, İ. 2019. Experimental and Modeling Investigation of Mass Transfer during Infrared Drying of Kumquat Slices. *Adiyaman University Journal of Science*, 9 (1): 48-65.
- Liu, H., Liu, H., Liu, H., Zhang, X., Hong, Q., Chen, W. ve Zeng, X., 2021. Microwave drying characteristics and drying quality analysis of corn in China. *Processes*, 9: 1511.
- Liu, H., Liu, J., Lv, Z., Yang, W., Zhang, C., Chen, D. ve Jiao, Z., 2019. Effect of dehydration techniques on bioactive compounds in hawthorn slices and their correlations with antioxidant properties. *Journal of Food and Science Technology*, 56(5): 2446-2457.
- Lu, Y., Kong, X., Zhang, J., Guo, C., Qu, Z., Jin, L. ve Wang, H., 2021. Composition changes in lycium ruthenicum fruit dried by different methods. *Frontiers in Nutrition*, 8: 737521.
- Marante, T., Viegas, C., Duarte, I., Macedo, Ane S. ve Fonte, P., 2020. An overview on spray-drying of protein-loaded polymeric nanoparticles for dry powder inhalation. *Pharmaceutics*, 12(11): 1032.
- Marques, L.G., Silveira, A.M. ve Freire, J.T., 2006. Freeze-drying characteristics of tropical fruits. *Drying Technology*, 24: 457–463.
- Maysami, M.A., Sedighi, R. ve Ghaffari, H., 2020. Evaluation of different drying processes by energy consumption in an insulated and not insulated laboratory convection dryer. *Food Research*, 4 (S6): 107-111.
- Morad, M. M., El-Shazly, M. A., Wasfy, K. I. ve ElMaghawry, H. A. M., 2017. Thermal analysis and performance evaluation of a solar tunnel greenhouse dryer for drying peppermint plants. *Renewable Energy*, 101: 992-1004.
- Motevali, A., Minaei, S. ve Khoshtagaza, M.H., 2011. Evaluation of energy consumption in different drying methods. *Energy Conversion and Management*, 52: 1192-1199.
- Nawirska-Olszańska, A., Stępień, B., Biesiada, A., Kolniak-Ostek, J. ve Oziembłowski, M., 2017. Rheological, chemical and physical characteristics of golden berry (*Physalis Peruviana L.*) after convective and microwave drying. *Foods*, 6:60.
- Nozad, M., Khojastehpour, M., Tabasizadeh, M., Azizi, M., Miraei Ashtiani, S.H. ve Salarikia, A., 2016. Characterization of hot-air drying and infrared drying of spearmint (*Mentha spicata L.*) leaves. *Food Measure*, 10: 466-473.
- Niro, S., Fratianni, A., Panfili, G., Falasca, L., Cinquanta, L. ve Rivzi Alam, M.D., 2017. Nutritional evaluation of fresh and dried goji berries cultivated in Italy. *Italy Journal of Food Science*, 29: 2017.
- Onwude, D.I., Iranshahi, K., Defraeye, T. ve Martynenko, A., 2021. Electrohydrodynamic drying: Can we scale-up the technology to make dried fruits and vegetables more nutritious and appealing? *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 1-31.
- Özbay Doğu, S. ve Sariçoban, C., 2015. Et kurutma teknolojisi ve dünyada tüketilen bazı kurutulmuş et ürünleri. *Gıda ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, 1(3): 109-123.
- Özdemir, E.E., Görgüç, A., Gençdağ, E. ve Yılmaz, F.M., 2021. Püskürtmeli kurutma ve dondurarak kurutma yöntemlerinin temelleri ve bu yöntemler ile gıda atıklarından toz ürünlerin üretimi. *GIDA*, 46(3): 583-607.
- Özkan Karabacak, A., 2019. Effects of different drying methods on drying characteristics, colour and in vitro bioaccessibility of phenolics and antioxidant capacity of blackthorn pestil (leather). *Heat and Mass Transfer*, 55(10): 2739-2750.
- Özkoç, S.S., 2010. Kızılötesi ve kızılötesi-kombinasyon ısıtma teknolojilerinin gıda işleme uygulamalarında kullanımı. *GIDA*, 35 (3): 211-218.
- Patel, S.K., Gupta, A. ve Chakraborty, S., 2020. Quality assessment of differently dried garlic (*Allium Sativum L.*) and storage studies of garlic powder with different packaging conditions. *International Journal of Chemical Studies*, 8(5): 1273-1278.
- Pinar, H., Çetin, N., Cifci, B., Karaman, K. ve Kaplan, M., 2021. Biochemical composition, drying kinetics and chromatic parameters of red pepper as affected by cultivars and drying methods. *Journal of Food Composition and Analysis*, 102(2021): 103976.
- Polat, A. ve Izli, N., 2020. Determination of drying kinetics and quality parameters for drying apricot cubes with electrohydrodynamic, hot air and combined electrohydrodynamic-hot air drying methods. *Drying Technology*, 1-16.
- Polatoğlu, B. ve Beşe, A.V., 2017. Convective drying of cornelian cherry fruits (*Cornus mas.L.*): drying kinetics and degradation of vitamin C. *Omer Halisdemir University Journal of Engineering Sciences*, 6(2): 406-414.
- Quintero Ruiz, N.A., Demarchi, S.M. ve Giner, S.A., 2014. Effect of hot air, vacuum and infrared drying methods on quality of rose hip (*Rosa rubiginosa*) leathers. *International Journal of Food Science and Technology*, 49: 1799-1804.
- Ratti, C. 2001., Hot air and freeze drying of high value foods: a review. *Journal of Food Engineering*, 49: 311-319.
- Razali, S. A., Mohd Nor, M. Z. ve Anuar, M. S., 2020. Banana production via foam mat drying. *Advances in Agricultural and Food Research Journal*, 1:2.
- Russo, P., Adiletta, G. ve Di Matteo, M., 2013. The influence of drying air temperature on the physical properties of dried and rehydrated eggplant. *Journal of Food and Bioprocesses*, 91(3): 249-256.
- Sadikoğlu, H. ve Özdemir, M., 2003. Dondurarak kurutma teknolojisi ve evreleri. *GIDA*, 28: 6.
- Sagar, V. R. ve Kumar, S. K., 2010. Recent advances in drying and dehydration of fruits and vegetables: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 47: 15-26.
- Sahin, K.G., Özcan-Sinir, G., Durmus, F. ve Copur, O.U., 2020. Ön işlemlerin ve vakum kurutma yönteminin enginar (*Cynara cardunculus var. Scolymus L.*) dilimlerinde kurutma karakteristikleri, toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan kapasite üzerine etkisi. *GIDA*, 45(4): 699-709.



- Salehi, F. ve Kashaninejad, M., 2018. Modeling of moisture loss kinetics and color changes in the surface of lemon slice during the combined infrared-vacuum drying. *Information Processing in Agriculture*, 5(4): 516-523.
- Silbir, M. S., Bozkur, H., Ergün, A.R., Baysal, T., Göksungur, Y. ve İçier, F., 2015. Kuzukulağı yapraklarının mikrodalgada ve güneşte kurutulması. *Pamukkale Gıda Sempozyumu III: "Kurutulmuş ve Yarı Kurutulmuş Gıdalar"* Denizli, Türkiye, 1:169.
- Simsek, M. ve Süfer, Ö., 2021. Influence of different pretreatments on hot air and microwave-hot air combined drying of white sweet cherry. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 9(6): 1172-1179.
- Srinivasa Reddy, I.V., 2020. Preservation of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) by sun drying and dehydration, *Indian Journal of Pure & Applied Biosciences*, 7(5): 563-566.
- Sunjka, P.S., Orsat, V. ve Raghavan, G.S.V., 2008. Microwave/vacuum drying of Cranberries (*Vaccinium macrocarpon*). *American Journal of Food Technology*, 3(2): 100-108.
- Szadzinska, J., Lechtanska, J., Kowalski, S. J. ve Stasiak, M., 2017. The effect of high power airborne ultrasound and microwaves on convective drying effectiveness and quality of green pepper. *Ultrason Sonochem*, 34: 531-539.
- Taşkın, O. ve İzli, N., 2017. Kızılötesi kurutucu ile hurmanın kurutulması ve matematiksel modellenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34 (Ek Sayı): 10-15.
- Toğrul, H., 2006. Suitable drying model for infrared drying of carrot. *Journal of Food Engineering*, 77: 610-619.
- Top, V., Tontul, İ. ve Türker, S., 2019. Use of solar energy assisted drying methods in the food industry. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7(8): 1100-1112.
- Turan, A. ve İslam, A., 2019. Fındığın geleneksel ve suni kurutulması arasındaki hasat sonrası farklılıkları. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(11): 1766-1772.
- Uğuz, M. T. ve Gezici, A., 2021. Ejder meyvesinin ozmotik dehidrasyonu ve kuruma özelliklerinin değerlendirilmesi. *OKU Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(2): 149-157.
- Varhan, E. ve Koç, M., 2017. Köpük kurutma yöntemi ile gıdaların kurutulması. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(6): 637-645.
- Wasswa, M.S., Fungo, R., Kaaya, A., Byarugaba, R. ve Muyonga J.H., 2021. Influence of sun drying and a combination of boiling and sun drying on the retention of nutrients and bioactive compounds in cowpea (*Vigna unguiculata* (L). Walp) leaves. *African Journal of Biological Sciences*, 3(3): 48-58.
- Xu, W., Song, C., Li, Z., Song, F., Hu, S., Li, J., Zhu, G. ve Vijaya Raghavan, G. S., 2018. Temperature gradient control during microwave combined with hot air drying. *Biosystems Engineering*, 169: 175-187.
- Yağcıoğlu, A., 1999. *Tarım Ürünleri Kurutma Tekniği*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 536, İzmir.
- Yang, M. ve Ding, C., 2016. Electrohydrodynamic (EHD) drying of the Chinese wolfberry fruits. *SpringerPlus*, 5:909.
- Yi, J.Y., Lyu, J., Bi, J.F., Zhou, L.Y. ve Zhou, M., 2017. Hot air drying and freeze drying pretreatments coupled to explosion puffing drying in terms of quality attributes of mango, pitaya, and papaya fruit chips. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(6): 1-10.
- Yüksel, A.N.T. ve Çalışkan Koç, G., 2020. Hot-air and microwave-assisted foam-mat drying of avocado. *Theory and Research in Engineering*, 369.
- Zia, M. P. ve Alibas, I., 2021. Influence of the drying methods on color, vitamin C, anthocyanin, phenolic compounds, antioxidant activity, and in vitro bioaccessibility of blueberry fruits. *Food Bioscience*, 42(2): 1-11.
- Zia, M. P. ve Alibas, I., 2021. The effect of different drying techniques on color parameters, ascorbic acid content, anthocyanin and antioxidant capacities of cornelian cherry. *Food Chemistry*, 364: 130358.
- Zou, K., Teng, J., Huang, L., Dai, X. ve Wei, B., 2013. Effect of osmotic pretreatment on quality of mango chips by explosion puffing drying. *LWT - Food Science and Technology*, 51(1): 253-259.